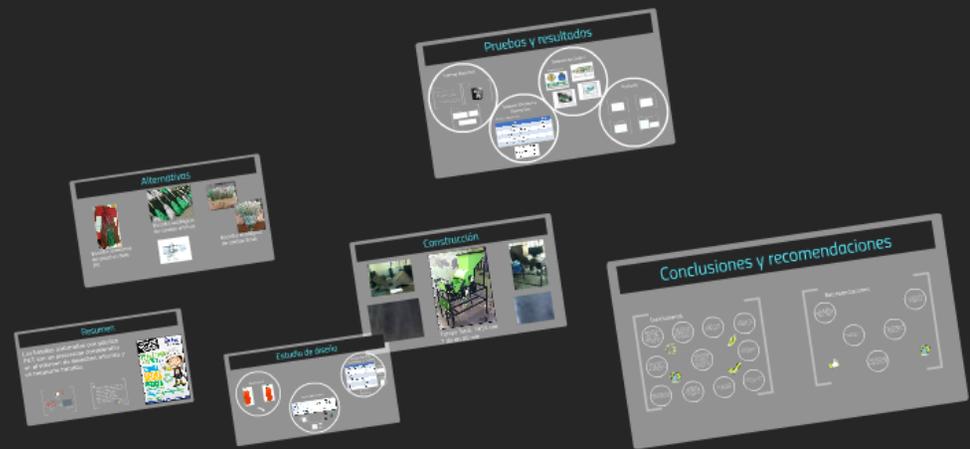


Diseño y construcción de una máquina automática para la fabricación de escobas ecológicas para la Administración Zonal Eloy Alfaro del Municipio de Quito.

Autor: Jhovanna Bermejo Jerez

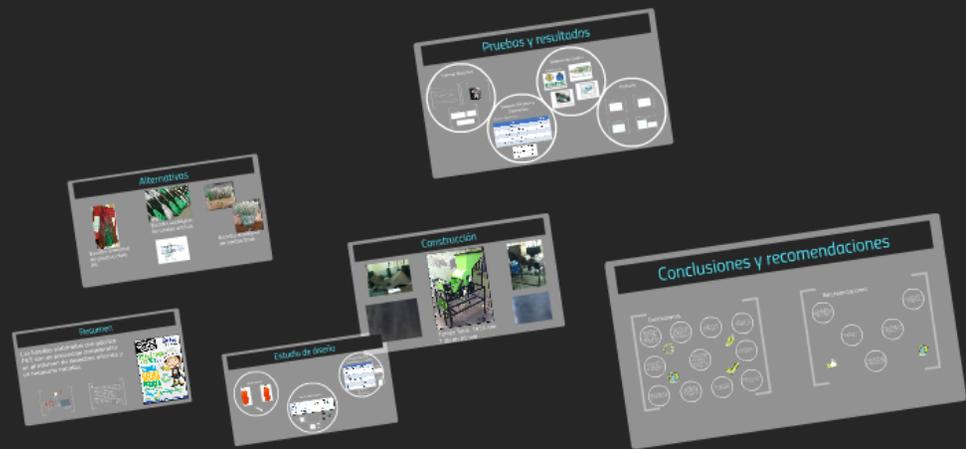
Tutores: Ing. José Pérez
Ing. Meliton Tapia



Diseño y construcción de una máquina automática para la fabricación de escobas ecológicas para la Administración Zonal Eloy Alfaro del Municipio de Quito.

Autor: Jhovanna Bermejo Jerez

Tutores: Ing. José Pérez
Ing. Meliton Tapia

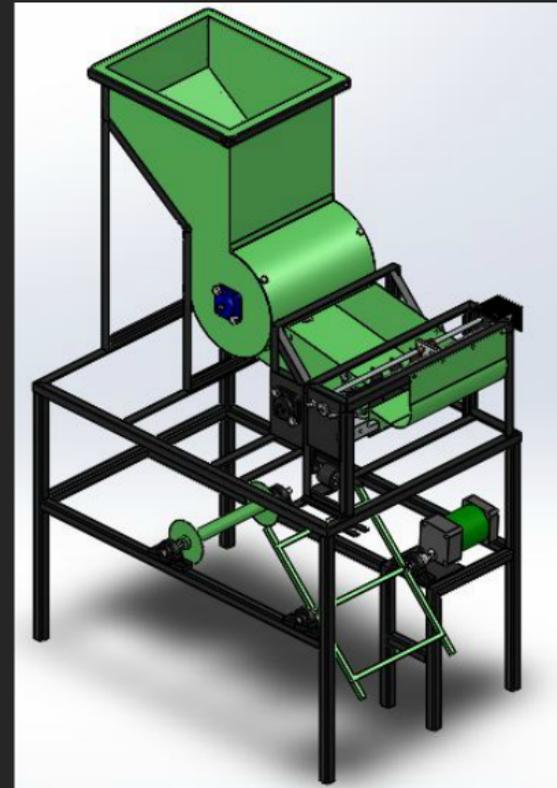


Autor:

Jhoanna Benítez Jerez

Tutores:

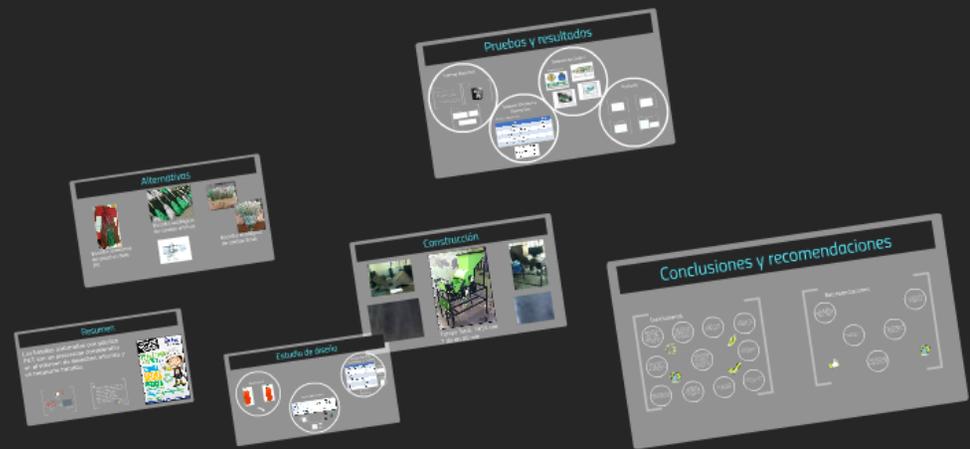
Ing. José Pérez
Ing. Melton Tapia



Diseño y construcción de una máquina automática para la fabricación de escobas ecológicas para la Administración Zonal Eloy Alfaro del Municipio de Quito.

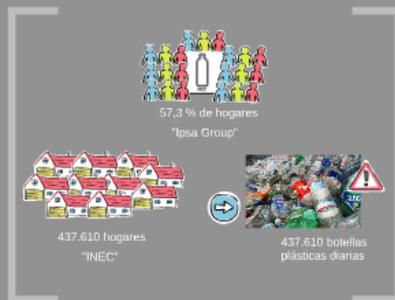
Autor: Jhovanna Bermejo Jerez

Tutores: Ing. José Pérez
Ing. Meliton Tapia



Resumen

Las botellas elaboradas con plástico PET son un porcentaje considerable en el volumen de desechos urbanos y es necesario tratarlas.



El presente proyecto trata del diseño y construcción de una máquina manufacturera de escobas, reemplazando fibras de mijo o plástico rígido por plástico reciclado PET, además reducir el trabajo del operario automatizar el proceso.

The text is accompanied by a small circular diagram showing a process flow and a photograph of a broom with a green checkmark, indicating a successful or improved process.





57,3 % de hogares

"Ipsa Group"



437.610 hogares

"INEC"



437.610 botellas
plásticas diarias

e
s y

PARA SALVAR EL MUNDO
NO HACE FALTA
SER SUPER HEROE



YO PRÁCTICO
LAS 3R'S

REDUCE
REUSA
RECICLA



MEJOR AHORA
HACE UN QUITO MAS VERDE Y LIMPIO

PROGRAMA CON RESPONSABILIDAD SOCIAL



Sigue a Quito 3RS en: [twitter](#) y [facebook](#)



Prezi



El presente proyecto trata del diseño y construcción de una máquina manufacturera de escobas, reemplazando fibras de mijo o plástico rígido por plástico reciclado PET, además reducir el trabajo del operario automatizar el proceso.



Objetivos

General

Diseñar y construir una máquina automática para la fabricación de escobas ecológicas para la Administración Zonal Eloy Alfaro del Municipio de Quito.

Específicos

- Aplicar la metodología basada en desarrollo sustentable y sostenible para las escobas ecológicas.
- Realizar el estudio de reciclaje para la materia prima según la norma NTE INEN 2634 aplicada en Ecuador.
- Analizar los subsistemas que conforman el equipo y seleccionar la mejor alternativa.
- Contribuir a la sociedad con el procesamiento y producción de escobas ecológicas para ayudar a la reconstrucción del medio ambiente.



General

Diseñar y construir una máquina automática para la fabricación de escobas ecológicas para la Administración Zonal Eloy Alfaro del Municipio de Quito.

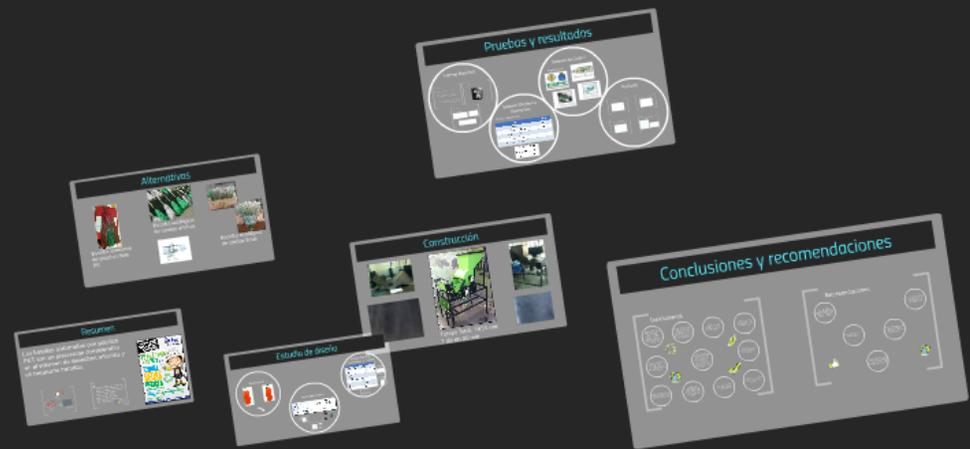
Específicos

- Aplicar la metodología basada en desarrollo sustentable y sostenible para las escobas ecológicas.
- Realizar el estudio de reciclaje para la materia prima según la norma NTE INEN 2634 aplicada en Ecuador.
- Analizar los subsistemas que conforman el equipo y seleccionar la mejor alternativa.
- Contribuir a la sociedad con el procesamiento y producción de escobas ecológicas para ayudar a la reconstrucción del medio ambiente.

Diseño y construcción de una máquina automática para la fabricación de escobas ecológicas para la Administración Zonal Eloy Alfaro del Municipio de Quito.

Autor: Jhovanna Bermejo Jerez

Tutores: Ing. José Pérez
Ing. Meliton Tapia



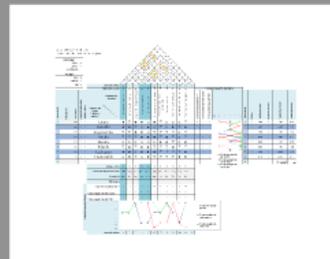
Alternativas



Escoba artesanal
de plástico duro
PE



Escoba ecológica
de cerdas anchas

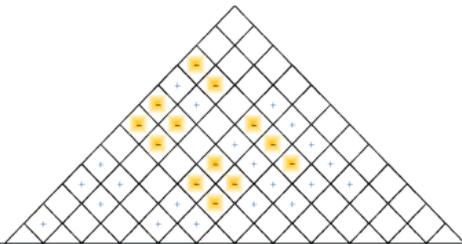


Escoba ecológica
de cerdas finas

QFD: Casa de la Calidad
Proyecto: Manufactura de Escobas Ecológicas

Correlaciones	
Positiva	+
Negativa	-
No Correlación	

Relaciones	
Fuerte	●
Moderada	○
Débil	▽



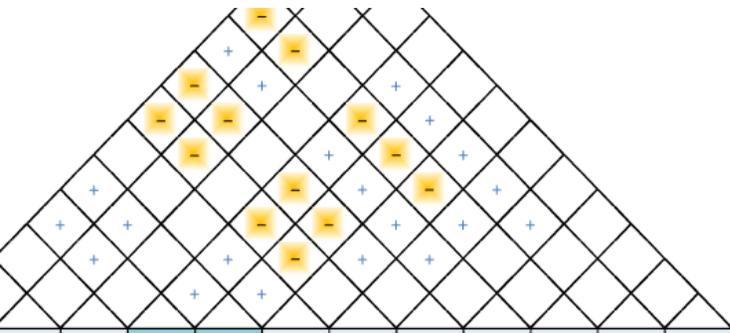
Número de fila	Tabla de peso	Peso relativo	Importancia del usuario	Relación Máxima	Requisitos del usuario (Explícitos e Implícitos)	Evaluación Competitiva del Cliente																				
						Densidad del Material	Resistencia del Material	Longitud del mango de escoba	Ancho del la escoba	Número de fibras	Número de botellas usadas	Costos de maquinaria aproximado	Costo de material	Rendimiento de la escoba	Facilidad de manufactura	% de materiales reciclados	Escoba artesanal de plástico PE	Escoba ecológica de cerdas anchas	Escoba ecológica de cerdas finas	Número de fila	Objetivo	Relación de mejora	Argumento de venta	Ponderación absoluta	Ponderación relativa	
1		19%	5	5	Livina	●	▽	●	●	○	●	▽	○	○	○	▽	1	3	5	1	5	1,00	1	5,00	6,47	
2		19%	5	5	Durable	●	●	▽	○	●	○	▽	○	●	▽	●	5	3	3	2	5	1,67	5	41,67	53,93	
3		15%	4	5	Ergonómica	▽	▽	●	●	○	▽	▽	▽	○	▽		3	3	3	3	3	1,00	1	4,00	5,18	
4		15%	4	5	Ancha	▽	▽	▽	●	●	●	▽	●	▽	○	▽	5	1	5	4	4	0,80	3	9,60	9,32	
5		12%	3	5	Barata	○	○	○	○	○	○	●	●	▽	○	●	1	5	5	5	3	0,60	3	5,40	6,99	
6		8%	2	5	Rápida	▽	●	▽	●	●	▽	▽	▽	●	▽	▽	5	3	5	6	3	0,60	3	3,60	4,66	
7		8%	2	5	Ecológica	●	●	○	●	●	●	▽	▽	▽	▽	●	1	5	5	7	5	1,00	5	10,00	12,94	
8		4%	1	5	Mantenible	○	●	▽	○	●	▽	▽	▽	▽	●	●	5	3	5	8	2	0,40	1	0,40	0,52	
9				5																						
Relación Máxima						9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9										
Evaluación de importancia técnica						500	430,8	415,4	692,3	623,1	500	192,3	392,3	353,8	253,8	438,5										
Peso relativo						10%	9%	9%	14%	13%	10%	4%	8%	7%	5%	9%										
Tabla de peso																										
Escoba artesanal de plástico PE						5	5	5	5	5	0	1	1	5	1	0										
Escoba ecológica de cerdas anchas						3	3	5	1	1	3	3	5	3	1	5										
Escoba ecológica de cerdas finas						3	3	5	5	5	5	3	5	5	5	5										
Evaluación Competitiva Técnica																										
Número de columna						1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12									
																	77,2666667		100							



															Evaluación Competitiva					
			Número de columna	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12					
			Orientación Deseada	▲	▲	▲	▲	▲	▼	▼	▼	▲	▲	▲						
Peso relativo	Importancia del usuario	Relación Máxima	Requerimientos Funcionales	Densidad del Material	Resistencia del Material	Longitud del mango de escoba	Ancho de la escoba	Número de fibras	Número de botellas usadas	Costos de maquinaria aproximado	Costo de material	Rendimiento de la escoba	Facilidad de manufactura	% de materiales reciclados	Escoba artesanal de plástico PE	Escoba ecológica de cerdas anchas	Escoba ecológica de cerdas finas	0	1	
			Requisitos del usuario (Explicitos e Implícitos)																	
19%	5	5	Livina	●	▼	●	●	○	●	▼	○	○	○	▼	1	3	5			+
19%	5	5	Durable	●	●	▼	○	●	○	▼	○	●	▼	●	5	3	3			
15%	4	5	Ergonómica	▼	▼	●	●	○	▼	▼	▼	▼	○	▼	3	3	3			*
15%	4	5	Ancha	▼	▼	▼	●	●	●	▼	●	▼	○	▼	5	1	5			+
12%	3	5	Barata	○	○	○	○	○	○	●	●	▼	○	●	1	5	5			
8%	2	5	Rápida	▼	●	▼	●	●	▼	▼	▼	●	▼	▼	5	3	5			+
8%	2	5	Ecológica	●	●	○	●	●	●	▼	▼	▼	▼	●	1	5	5			
4%	1	5	Mantenible	○	●	▼	○	●	▼	▼	▼	▼	●	●	5	3	5			
		5																		
			Relación Máxima	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9						
			Evaluación de importancia técnica	500	430,8	415,4	692,3	623,1	500	192,3	392,3	353,8	253,8	438,5						
			Peso relativo	10%	9%	9%	14%	13%	10%	4%	8%	7%	5%	9%						



- + Escoba artesanal de plástico PE
- * Escoba ecológica de cerdas anchas
- Escoba ecológica de cerdas finas



2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
▲	▲	▲	▲	▼	▼	▼	▲	▲	▲	
Resistencia del Material	Longitud del mango de escoba	Ancho del la escoba	Número de fibras	Número de botellas usadas	Costos de maquinaria aproximado	Costo de material	Rendimiento de la escoba	Facilidad de manufactura	% de materiales reciclados	
▽	●	●	○	●	▽	○	○	○	▽	
●	▽	○	●	○	▽	○	●	▽	●	
▽	●	●	○	▽	▽	▽	▽	○	▽	
▽	▽	●	●	●	▽	●	▽	○	▽	
○	○	○	○	○	●	●	▽	○	●	
●	▽	●	●	▽	▽	▽	●	▽	▽	
●	○	●	●	●	▽	▽	▽	▽	●	
●	▽	○	●	▽	▽	▽	▽	●	●	
9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	
430,8	415,4	692,3	623,1	500	192,3	392,3	353,8	253,8	438,5	
9%	9%	14%	13%	10%	4%	8%	7%	5%	9%	
5	5	5	5	0	1	1	5	1	0	
1	1	1	1	3	3	5	3	1	5	
5	5	5	5	5	3	5	5	5	5	

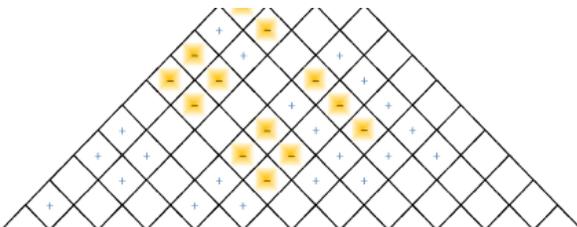
Evaluación Competitiva del Cliente

Escoba artesanal de plástico PE	Escoba ecológica de cerdas anchas	Escoba ecológica de cerdas finas	0	1	2	3	4	5	Número de fila	Objetivo	Relación de mejora	Argumento de venta	Ponderación absoluta	Ponderación relativa
1	3	5	+	*	○				1	5	1,00	1	5,00	6,47
5	3	3		*	*	*			2	5	1,67	5	41,67	53,93
3	3	3		*	*	*			3	3	1,00	1	4,00	5,18
5	1	5		*	*	*			4	4	0,80	3	9,60	9,32
1	5	5		*	*	*			5	3	0,60	3	5,40	6,99
5	3	5		*	*	*			6	3	0,60	3	3,60	4,66
1	5	5		*	*	*			7	5	1,00	5	10,00	12,94
5	3	5		*	*	*			8	2	0,40	1	0,40	0,52
									9				77,26666667	100

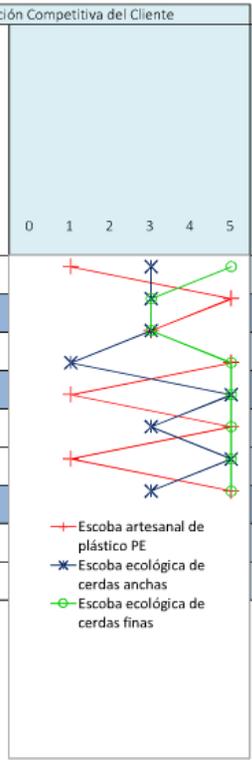
- +
 - *
 -
- Escoba artesanal de plástico PE
Escoba ecológica de cerdas anchas
Escoba ecológica de cerdas finas



Correlaciones	
Positiva	+
Negativa	-
No Correlación	
Relaciones	
Fuerte	●
Moderada	○
Débil	▽

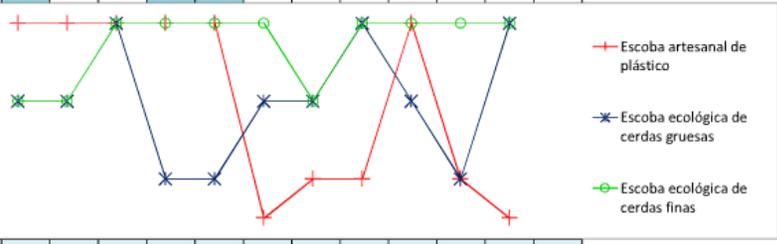


Número de fila	Tabla de peso	Peso relativo	Importancia del usuario	Relación Máxima	Requisitos del usuario (Explicitos e Implícitos)	Evaluación Competitiva del Cliente													
						Densidad del Material	Resistencia del Material	Longitud del mango de escoba	Ancho de la escoba	Número de fibras	Número de botellas usadas	Costos de maquinaria aproximado	Costo de material	Rendimiento de la escoba	Facilidad de manufactura	% de materiales reciclados	Escoba artesanal de plástico PE	Escoba ecológica de cerdas anchas	Escoba ecológica de cerdas finas
1		19%	5	5	Livina	●	▽	●	●	○	●	▽	○	○	○	▽	1	3	5
2		19%	5	5	Durable	●	●	▽	○	●	○	▽	○	●	▽	●	5	3	3
3		15%	4	5	Ergonómica	▽	▽	●	●	○	▽	▽	▽	▽	○	▽	3	3	3
4		15%	4	5	Ancha	▽	▽	▽	●	●	●	▽	●	▽	○	▽	5	1	5
5		12%	3	5	Barata	○	○	○	○	○	○	●	●	▽	○	●	1	5	5
6		8%	2	5	Rápida	▽	●	▽	●	●	▽	▽	▽	●	▽	▽	5	3	5
7		8%	2	5	Ecológica	●	●	○	●	●	●	▽	▽	▽	▽	●	1	5	5
8		4%	1	5	Mantenible	○	●	▽	○	●	▽	▽	▽	▽	●	●	5	3	5
9				5															



Número de fila	Objetivo	Relación de mejora	Argumento de venta	Ponderación absoluta	Ponderación relativa
1	5	1,00	1	5,00	6,47
2	5	1,67	5	41,67	53,93
3	3	1,00	1	4,00	5,18
4	4	0,80	3	9,60	9,32
5	3	0,60	3	5,40	6,99
6	3	0,60	3	3,60	4,66
7	5	1,00	5	10,00	12,94
8	2	0,40	1	0,40	0,52
9				77,26666667	100

Evaluación Competitiva Técnica	Relación Máxima	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	
	Evaluación de importancia técnica	500	430,8	415,4	692,3	623,1	500	192,3	392,3	353,8	253,8	438,5											
	Peso relativo	10%	9%	9%	14%	13%	10%	4%	8%	7%	5%	9%											
	Tabla de peso																						
	Escoba artesanal de plástico PE	5	5	5	5	5	0	1	1	5	1	0											
Escoba ecológica de cerdas anchas	3	3	5	1	1	3	3	5	3	1	5												
Escoba ecológica de cerdas finas	3	3	5	5	5	5	3	5	5	5	5												



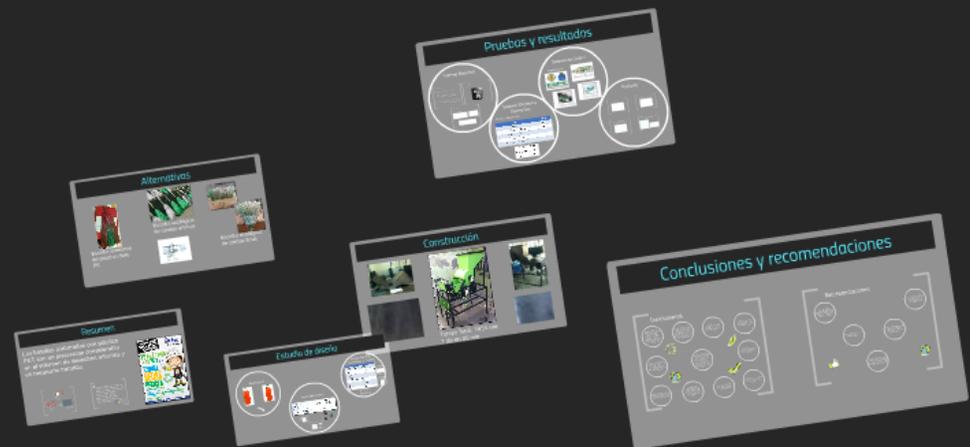


Escoba ecológica
de cerdas finas

Diseño y construcción de una máquina automática para la fabricación de escobas ecológicas para la Administración Zonal Eloy Alfaro del Municipio de Quito.

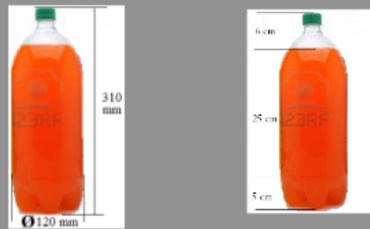
Autor: Jhovanna Bermejo Jerez

Tutores: Ing. José Pérez
Ing. Meliton Tapia

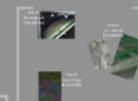
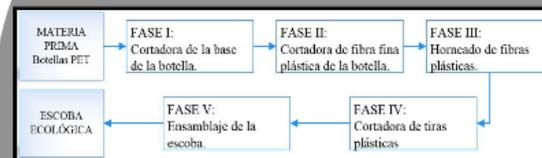


Estudio de diseño

Materia prima

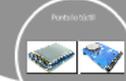


Fases del proceso



Sistema Electrico, Electrónico y de Control

Propiedades	Valor	Propiedad	Valor
Microcontrolador	Atmega 192D5	Corriente máx. por cable PDI de E/S	150 mA
Tensión de operación (nivel lógico)	3.3 V	Memoria Flash	32 - 384 KH
Tensión de entrada (recomendado)	5 V	SRAM	4 - 32 KH
Frecuencia de reloj	32 MHz	Entrada de sensor ultrasonico	2
Entradas digitales con interrupción	12	Salida para pantalla tactil	1
Salidas digitales a tarjeta de Relés	8	Dimensiones	77.5 mm x 108 mm



Materia prima



Condiciones de la materia prima

1
Evaluar las condiciones de la botella recolectada.



2
Si la botella está aplastada o deformada se debe regresar en lo mejor posible a su forma original.



3
Si la botella se encuentra con etiqueta se debe quitarla procurando no dejar sobrantes.



4
Si la botella está sucia de gaseosa se debe solo lavarla con agua y dejarla secar bien.

Si la botella está sucia de otra manera, como sobrantes de basura, se debe lavarla con jabón y agua, enjuagarla muy bien y dejarla secar.



1

Evaluar las condiciones de la botella recolectada.



2

Si la botella está aplastada o deformada se debe regresar en lo mejor posible a su forma original.



3

Si la botella se encuentra con etiqueta se debe quitarla procurando no dejar sobrantes.



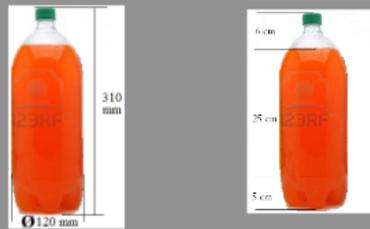
Si la botella está sucia de gaseosa se debe solo lavarla con agua y dejarla secar bien.

Si la botella está sucia de otra manera, como sobrantes de basura, se debe lavarla con jabón y agua, enjuagarla muy bien y dejarla secar.

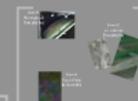
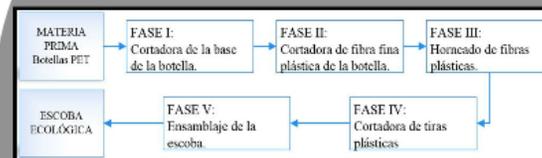


Estudio de diseño

Materia prima

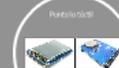


Fases del proceso

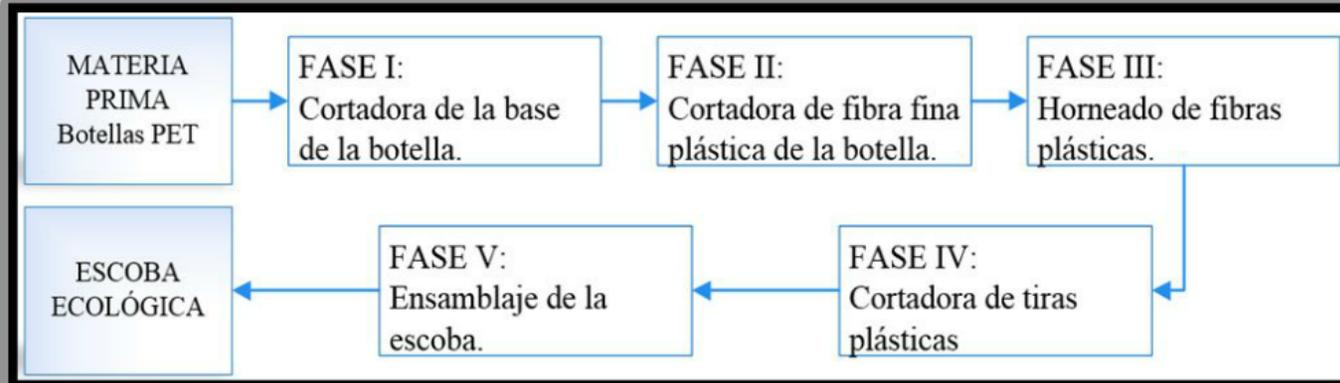


Sistema Electrico, Electrónico y de Control

Propiedades	Valor	Propiedad	Valor
Microcontrolador	Atmega 192D5	Corriente máx. por cable PDI de E/S	150 mA
Tensión de operación (nivel lógico)	3.3 V	Memoria Flash	32 - 384 KH
Tensión de entrada (recomendado)	5 V	SRAM	4 - 32 KH
Frecuencia de reloj	32 MHz	Entradas de sensor ultrasonico	2
Entradas digitales con interrupción	12	Salida para pantalla tactil	1
Salidas digitales a tarjeta de Relés	8	Dimensiones	77.5 mm x 108 mm



Fases del proceso



Fase I: Cortadora de la base de la botella

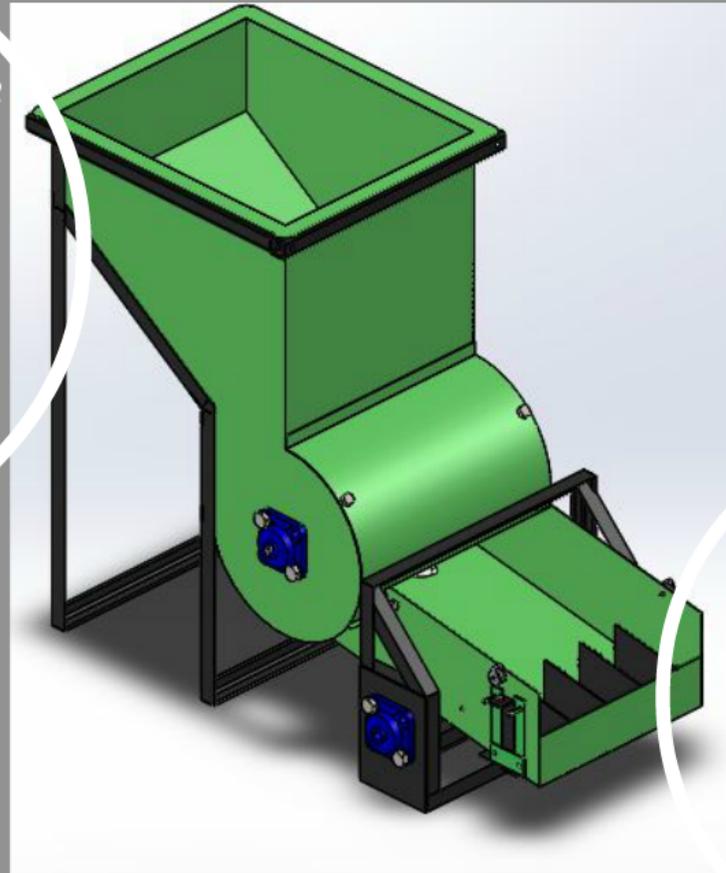


Sistema de corte con alambre de acero inoxidable

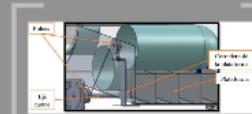
Alambre de acero inoxidable



Motor Fase 1.1



Sistema de elevación de la botella



Elección de motor



Propiedades del motor F 1.2

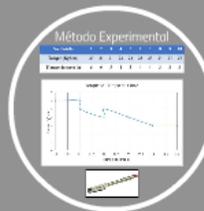


Sistema de corte con alambre de acero inoxidable

Alambre de acero inoxidable

Propiedad	Valor
Composición Química	Cr 17-20%, Mn < 2%, Ni 8-11%, C < 0.08, Fe resto
Diámetro	0.5
Capacidad de resistencia eléctrica a 20 C	0.72 $\mu\Omega/\text{m}$
Conductividad térmica	16 $\text{W/m}\cdot\text{K}$
Temperatura máxima de operación	808 °C
Fotografía	

Motor Fase 1.1



Alambre de acero inoxidable

Propiedad	Valor
Composición Química	Cr 17-20%, Mn < 2%, Ni 8-11%, C < 800, Fe resto
Diámetro	0.5
Capacidad de resistencia eléctrica a 20°C	0.72 $\mu\Omega\text{m}$
Conductividad térmica	16 W/m.K
Temperatura máxima de operación	898°C
Fotografía	

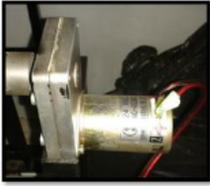
Motor Fase 1.1

Método Experimental

No. Botella	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Torque (Kgf.cm)	20	21	21	22	22	23	23	24	24	25
Tiempo de corte (s)	6	6	5	4	5	4	4	3	3	3



Propiedades del motor F1.1

Propiedad	Valor
Rango de Voltaje	5 – 24 V continua
Torque nominal	24 Kg.cm
Velocidad	60 rpm
Fotografía	

Método Experimental

No. Botella	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Torque (Kgf.cm)	20	21	21	22	22	23	23	24	24	25
Tiempo de corte (s)	6	6	5	4	5	4	4	3	3	3



Propiedades del motor F1.1

Propiedad	Valor
Rango de Voltaje	5 – 24 V continua
Torque nominal	24 Kg.cm
Velocidad	60 rpm
Fotografía	

Fase I: Cortadora de la base de la botella

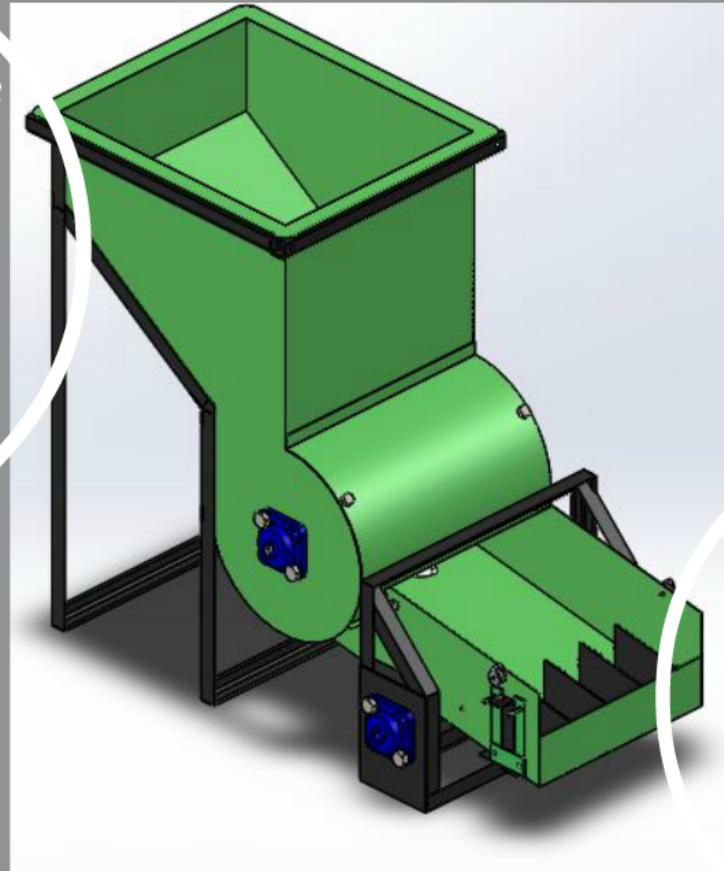


Sistema de corte con alambre de acero inoxidable

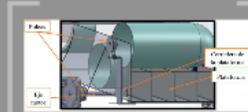
Alambre de acero inoxidable



Motor Fase 1.1



Sistema de elevación de la botella



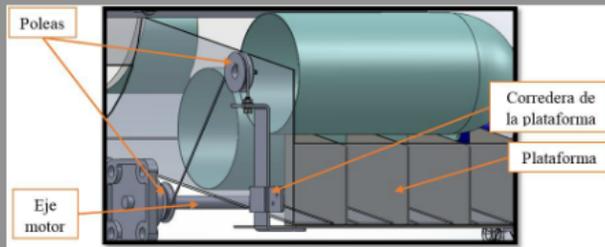
Elección de motor



Propiedades del motor F 1.2



Sistema de elevación de la botella



Elección de motor

Cálculo de torque



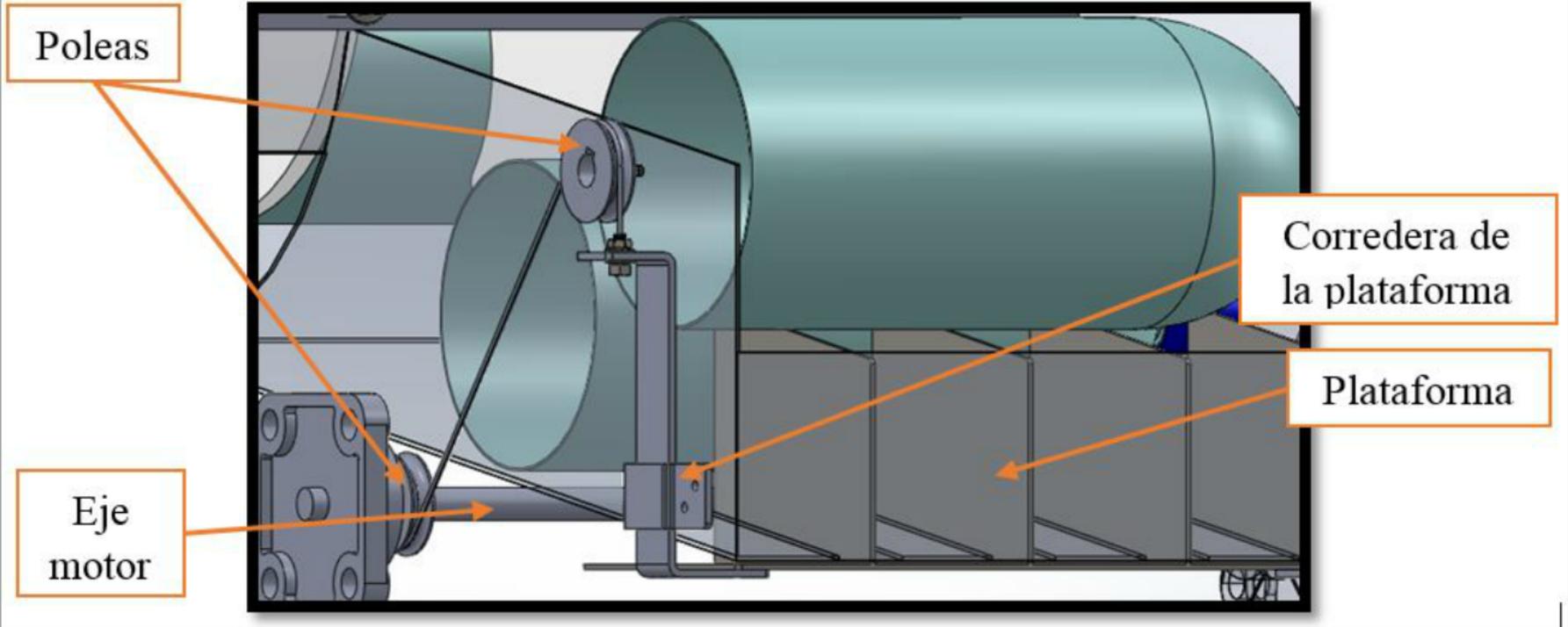
- Motor

Propiedades del motor F1.2

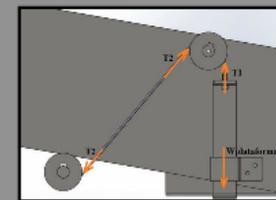
Propiedad	Valor
Rango de Voltaje	5 - 24 V continuo
Torque nominal	24 Kg cm
Velocidad	60 rpm

Fotografía

Elección de motor



Cálculo de torque



$$T_{Cable} = \frac{W_{plataforma}}{2}$$

$$T_{Cable} = \frac{1.5 \text{ kg}}{2} = 0.75 \text{ kg}$$

$$\sum F_y = 0$$

$$T_1 - W_{plataforma} = 0$$

$$T_1 = W_{plataforma}$$

$$T_1 = 0.75 \text{ kg} \cdot 9.81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 10.56 \text{ N}$$

$$T_2 = T_1$$

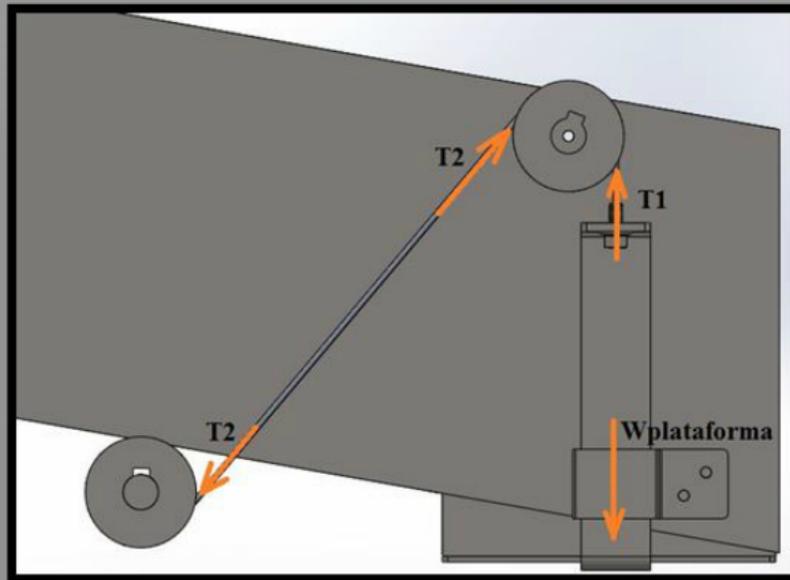
$$T_2 = 10.56 \text{ N}$$

$$\tau = \text{radio} \cdot T_2$$

$$\tau = 1.27 \text{ cm} \cdot 10.56 \text{ N}$$

$$\tau = 13.41 \text{ N.cm}$$

Cálculo de torque



$$T_{Cable} = \frac{W_{Plataforma}}{2}$$

$$T_{Cable} = \frac{1.5 \text{ kg}}{2} = 0.75 \text{ kg}$$

$$\sum F_y = 0$$

$$T_1 - W_{plataforma} = 0$$

$$T_1 = W_{plataforma}$$

$$T_1 = 0.75 \text{ kg} \cdot 9.81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 10.56 \text{ N}$$

$$T_2 = T_1$$

$$T_2 = 10.56 \text{ N}$$

$$\tau = \text{radio} \cdot T_2$$

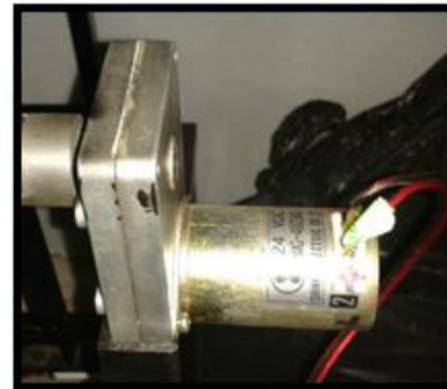
$$\tau = 1.27 \text{ cm} \cdot 10.56 \text{ N}$$

$$\tau = 13.41 \text{ N.cm}$$

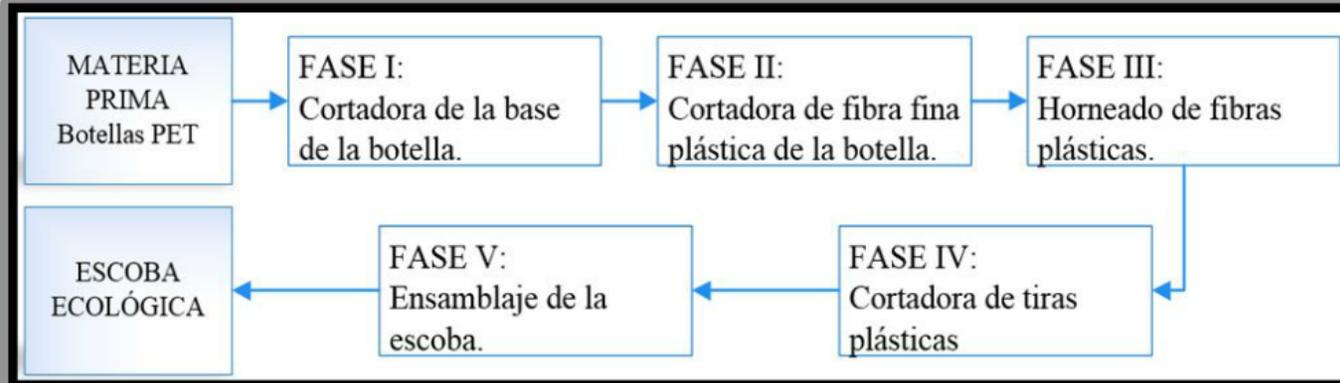
Propiedades del motor F1.2

Propiedad	Valor
Rango de Voltaje	5 – 24 V continua
Torque nominal	24 Kg.cm
Velocidad	60 rpm

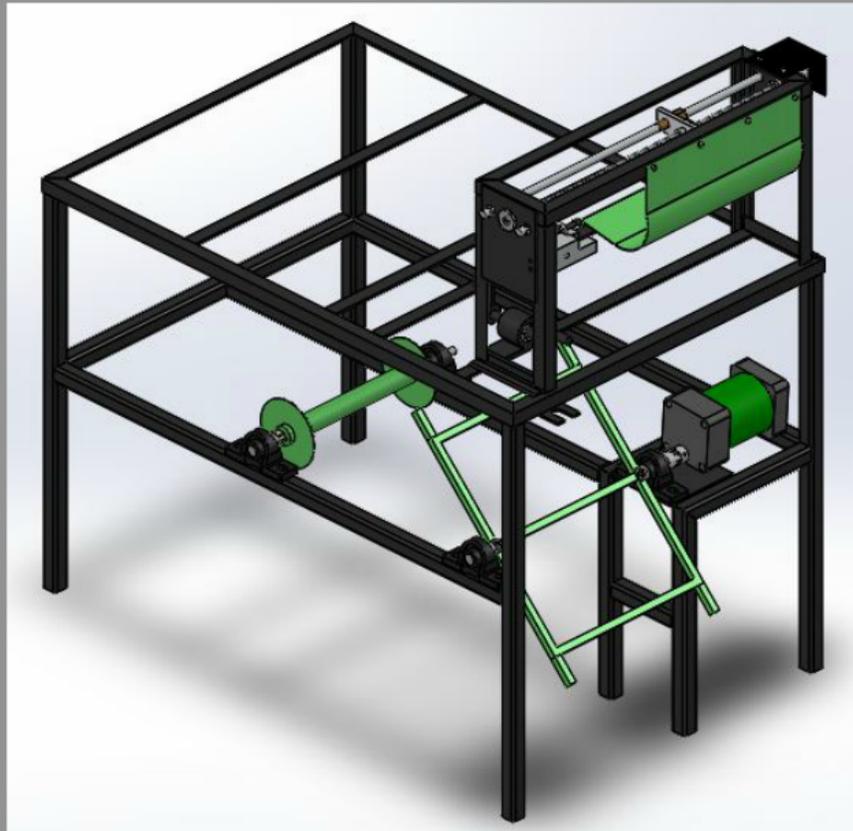
Fotografía



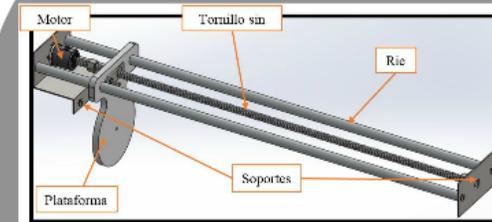
Fases del proceso



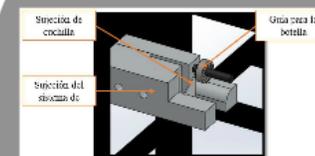
Fase II: Cortadora de fibra fina plástica de la botella



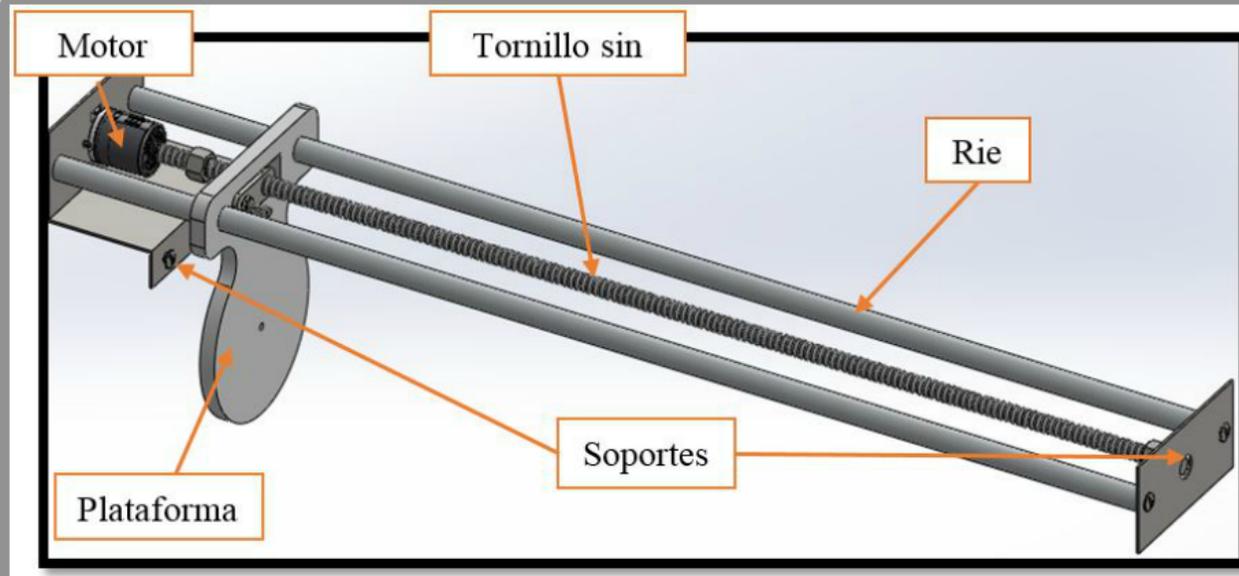
Sistema de traslado



Sistema de corte de fibra plástica



Sistema de traslado



Propiedades del motor F2.1

Propiedad	Valor
Tensión nominal	12 V
Velocidad sin carga	170 rpm
Corriente de carga	0.46 A
Velocidad nominal	110 rpm
Peso nominal	22 g (max) / 22.55 N (ca)
Dimensiones	7 mm

Fotografía



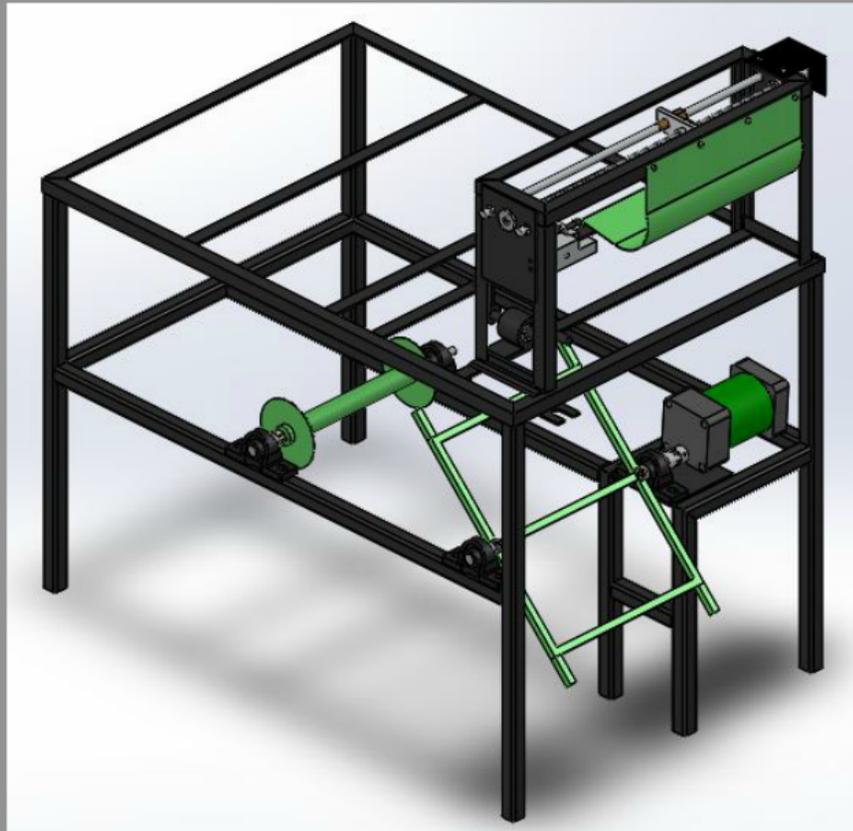
Propiedades del motor F2.1

Propiedad	Valor
Tensión nominal	12 V
Velocidad sin carga	150 rpm
Consumo sin carga	140 mA
Velocidad nominal	110 rpm
Fuerza nominal	2,3 kgf.cm / 22.55 N.cm
Diámetro eje	3 mm

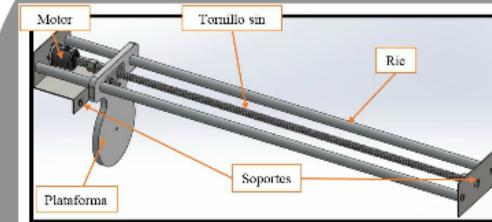
Fotografía



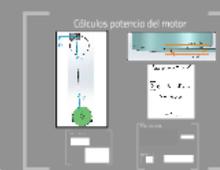
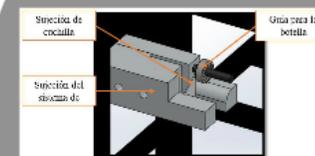
Fase II: Cortadora de fibra fina plástica de la botella



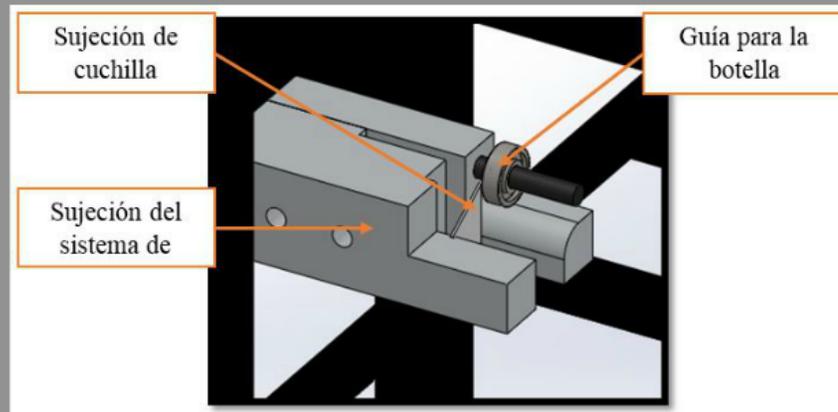
Sistema de traslado



Sistema de corte de fibra plástica



Sistema de corte de fibra plástica

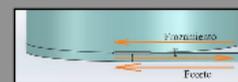
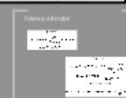
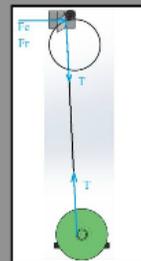


Propiedades del motor F2.2

Propiedad	Valor
Marca	SIEMENS
Modelo	6ES7122
Frecuencia nominal	50 Hz
Potencia	150 W
Tiempo	30 - 55 N/cm
Amperaje	2 A
Dimensiones	110 x 40 x 50 mm

Fotografía

Cálculos potencia del motor

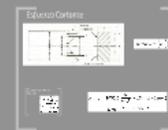


$$F_{rozamiento} = \mu \cdot N$$

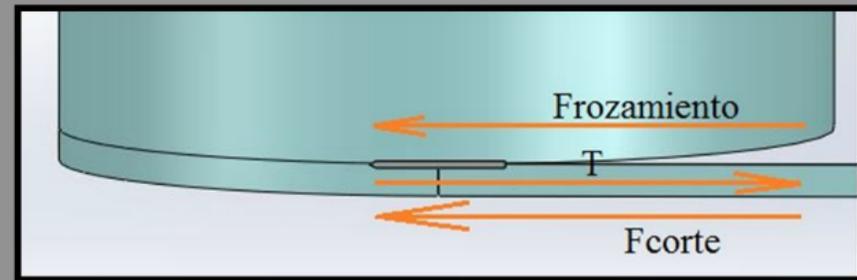
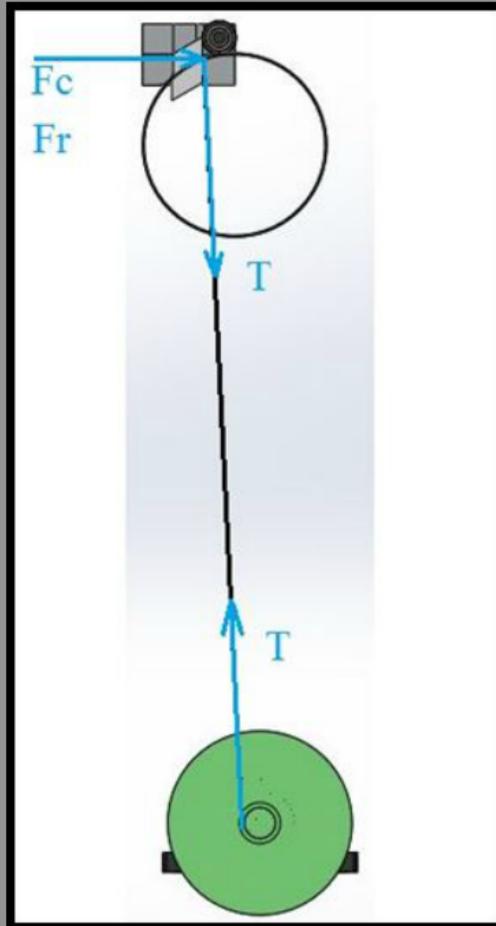
$$\sum F_y = N - W_{botella}$$

$$N = W_{botella}$$

$$T = F_{corte}$$



Cálculos potencia del motor



$$F_{\text{Rozamiento}} = \mu \cdot N$$

$$\sum F_y = N - W_{\text{botella}}$$

$$N = W_{\text{botella}}$$

$$T = F_{\text{corte}}$$

Potencia del motor

$$\tau = r \cdot T$$

$$\tau = 16 \text{ mm} \cdot \frac{1 \text{ m}}{1000 \text{ mm}} \cdot 1578.9 \text{ N}$$

$$\tau = 25.2624 \text{ N} \cdot \text{m}$$

$$W = \tau \cdot \omega$$

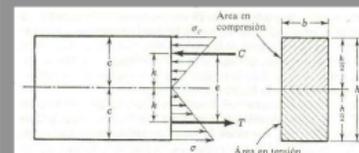
$$W = 25.2624 \text{ N} \cdot \text{m} \cdot 120 \frac{\text{rev}}{\text{min}} \cdot \frac{1 \text{ min}}{60 \text{ s}}$$

$$W = 50.5248 \text{ W} \cdot \frac{1 \text{ HP}}{745.699 \text{ W}}$$

$$W = 0.06775 \text{ HP}$$

$$W = 0.06775 \text{ HP} \approx 0.0833 \text{ HP} \approx \left(\frac{1}{12}\right) \text{ HP}$$

Esfuerzo Cortante



$$\text{Fuerza} = \sigma \cdot \left(b \cdot \frac{h}{2}\right)$$

$$\text{Esfuerzo cortante en plásticos}$$

$$\frac{\sigma_y}{E} = \frac{\tau}{G}$$

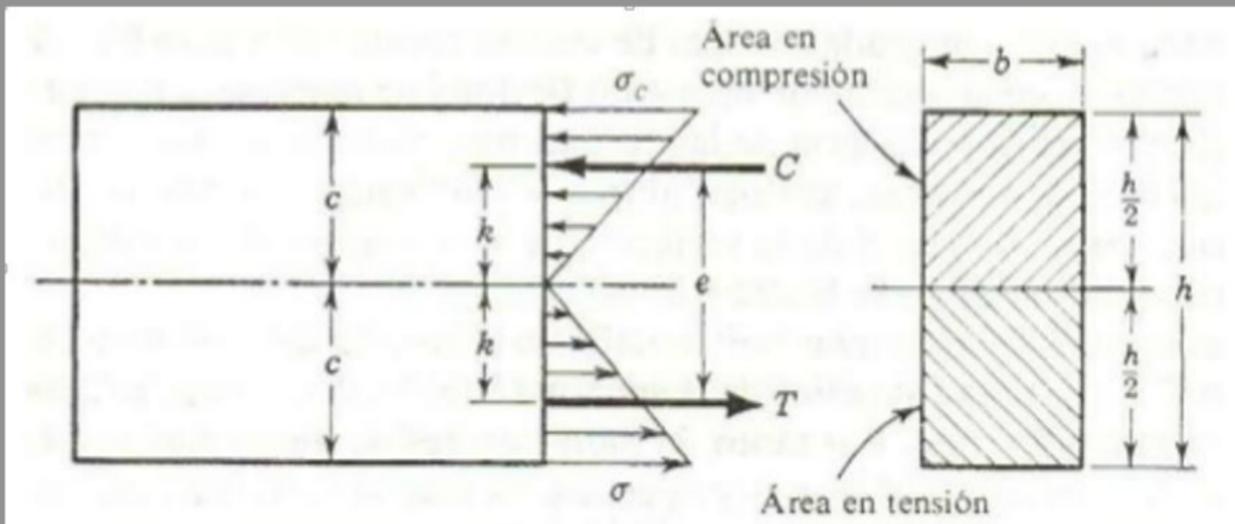
$$\frac{240 \text{ MPa}}{207 \text{ GPa}} = \frac{\tau}{81 \text{ GPa}}$$

$$\tau = 93.2376 \text{ MPa}$$

$$F_{\text{corte}} = 1052.6 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \cdot (0.3 \text{ mm} \cdot 5 \text{ mm})$$

$$F_{\text{corte}} = T = 1578.9 \text{ N}$$

Esfuerzo Cortante



$$Fuerza = \sigma \cdot \left(b \cdot \frac{h}{2} \right)$$

Esfuerzo cortante en plásticos

$$G(t) = \frac{E(t)}{2 \cdot (1 + \nu)}$$

$$\sigma = \frac{2800 \text{ MPa}}{2 \cdot (1 + 0.33)}$$

$$\sigma = 1052.6 \text{ MPa}$$

$$F_{corte} = 1052.6 \frac{N}{mm^2} \cdot (0.3 \text{ mm} \cdot 5 \text{ mm})$$

$$F_{corte} = T = 1578.9 \text{ N}$$

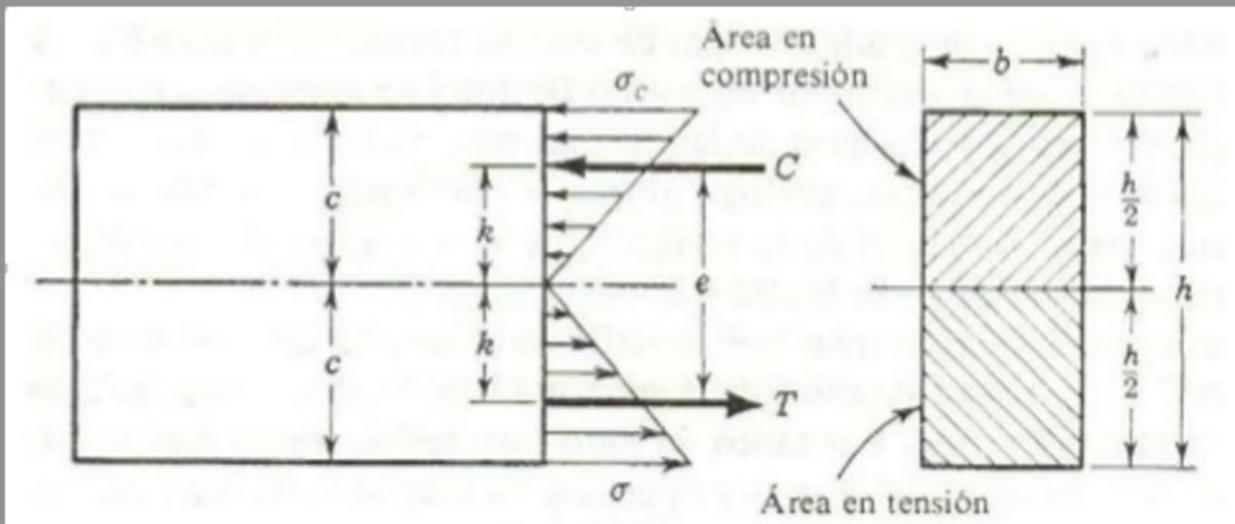
Esfuerzo cortante en plásticos

$$G(t) = \frac{E(t)}{2 \cdot (1 + \nu)}$$

$$\sigma = \frac{2800 \text{ MPa}}{2 \cdot (1 + 0.33)}$$

$$\sigma = 1052.6 \text{ MPa}$$

Esfuerzo Cortante



$$Fuerza = \sigma \cdot \left(b \cdot \frac{h}{2} \right)$$

Esfuerzo cortante en plásticos

$$G(t) = \frac{E(t)}{2 \cdot (1 + \nu)}$$

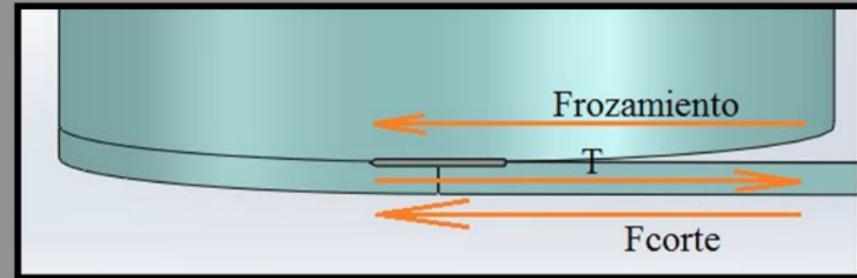
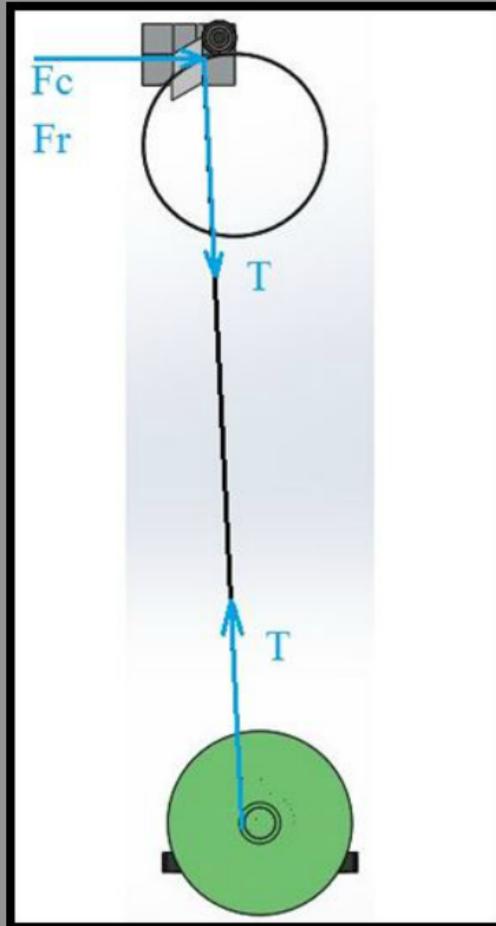
$$\sigma = \frac{2800 \text{ MPa}}{2 \cdot (1 + 0.33)}$$

$$\sigma = 1052.6 \text{ MPa}$$

$$F_{corte} = 1052.6 \frac{N}{mm^2} \cdot (0.3 \text{ mm} \cdot 5 \text{ mm})$$

$$F_{corte} = T = 1578.9 \text{ N}$$

Cálculos potencia del motor



$$F_{Rozamiento} = \mu \cdot N$$

$$\sum F_y = N - W_{botella}$$

$$N = W_{botella}$$

$$T = F_{corte}$$

Potencia del motor

$$\tau = r \cdot T$$

$$\tau = 16 \text{ mm} \cdot \frac{1 \text{ m}}{1000 \text{ mm}} \cdot 1578.9 \text{ N}$$

$$\tau = 25.2624 \text{ N} \cdot \text{m}$$

$$W = \tau \cdot v$$

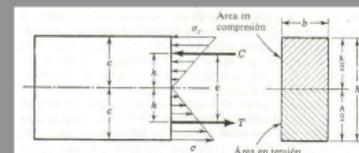
$$W = 25.2624 \text{ N} \cdot \text{m} \cdot 120 \frac{\text{rev}}{\text{min}} \cdot \frac{1 \text{ min}}{60 \text{ s}}$$

$$W = 50.5248 \text{ W} \cdot \frac{1 \text{ HP}}{745.699 \text{ W}}$$

$$W = 0.06775 \text{ HP}$$

$$W = 0.06775 \text{ HP} \approx 0.0833 \text{ HP} \approx \left(\frac{1}{12}\right) \text{ HP}$$

Esfuerzo Cortante



$$Fuerza = \sigma \cdot \left(b \cdot \frac{h}{2}\right)$$

$$F_{corte} = \frac{EG}{2(1+\mu)}$$

$$\frac{1000 \text{ MPa}}{2(1+0.3)}$$

$$F_{corte} = 384.615 \text{ MPa}$$

$$F_{corte} = 1052.6 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \cdot (0.3 \text{ mm} \cdot 5 \text{ mm})$$

$$F_{corte} = T = 1578.9 \text{ N}$$

Potencia del motor

$$\tau = r \cdot T$$

$$\tau = 16 \text{ mm} \cdot \frac{1 \text{ m}}{1000 \text{ mm}} \cdot 1578.9 \text{ N}$$

$$\tau = 25.2624 \text{ N.m}$$

$$W = \tau \cdot v$$

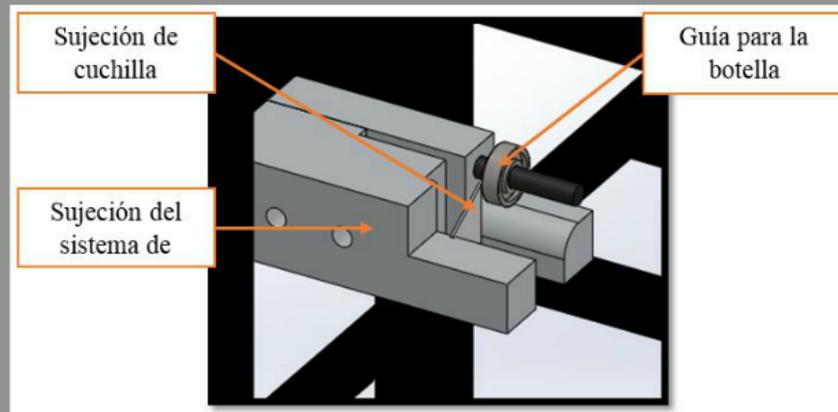
$$W = 25.2624 \text{ N.m} \cdot 120 \frac{\text{rev}}{\text{min}} \cdot \frac{1 \text{ min}}{60 \text{ s}}$$

$$W = 50.5248 \text{ W} \cdot \frac{1 \text{ HP}}{745.699 \text{ W}}$$

$$W = 0.06775 \text{ HP}$$

$$W = 0.06775 \text{ HP} \approx 0.0833 \text{ HP} \approx \left(\frac{1}{12} \text{ HP}\right)$$

Sistema de corte de fibra plástica

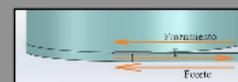
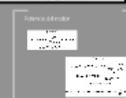
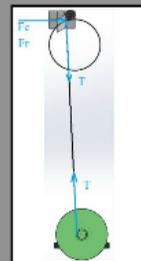


Propiedades del motor F2.2

Propiedad	Valor
Marca	SEKO
Modelo	SE7L22
Frecuencia nominal	50 Hz
Potencia	150 W
Velocidad	30 - 55 RPM
Amperaje	2 A
Dimensiones	110 x 40 x 50 mm

Fotografía

Cálculos potencia del motor

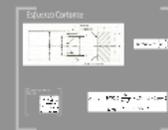


$$F_{rozamiento} = \mu \cdot N$$

$$\sum F_y = N - W_{botella}$$

$$N = W_{botella}$$

$$F = F_{corte}$$



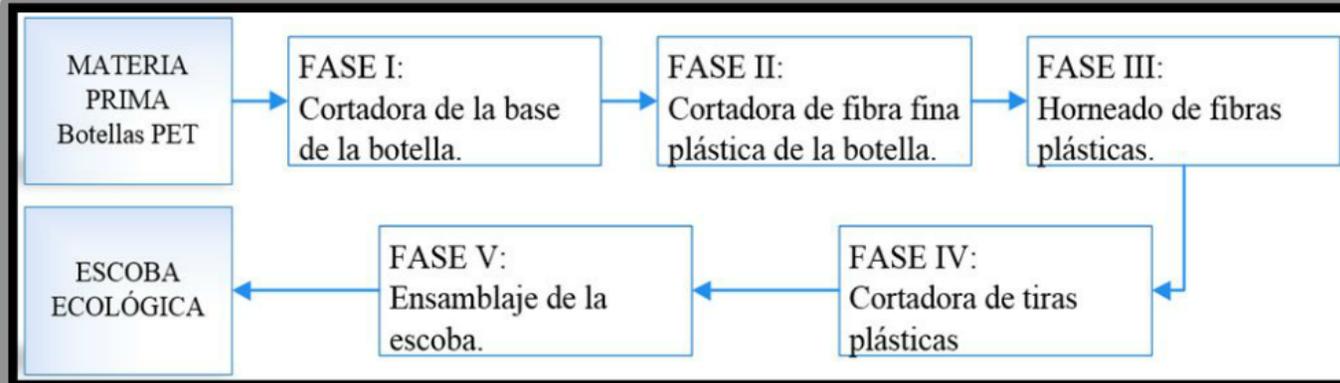
Propiedades del motor F2.2

Propiedad	Valor
Marca	KING
Modelo	SF7152
Tensión nominal	24 V
Potencia	150 W
Torque	30 – 55 N.cm
Amperaje	3 A
Diámetro eje	1/3 in (8.33 mm)

Fotografía



Fases del proceso



Fase III:
Horneado de
fibra plástica



Fase IV:
Cortador de
fibra plástica

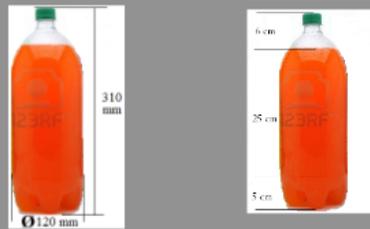


Fase V:
Ensamblaje
de la escoba

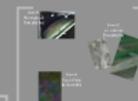
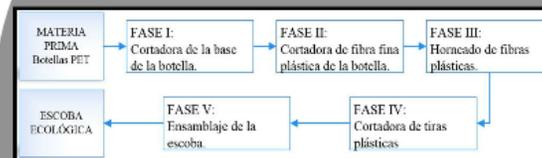


Estudio de diseño

Materia prima

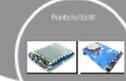


Fases del proceso



Sistema Electrico, Electrónico y de Control

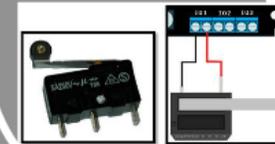
Propiedades	Valor	Propiedad	Valor
Microcontrolador	Atmega 192D5	Corriente máx. por cable PDI de E/S	150 mA
Tensión de operación (nivel lógico)	3.3 V	Memoria Flash	32 - 384 KH
Tensión de entrada (recomendado)	5 V	SRAM	4 - 32 KH
Frecuencia de reloj	32 MHz	Entrada de sensor ultrasónico	2
Entradas digitales con interrupción	12	Salida para pantalla táctil	1
Salidas digitales a tarjeta de Relés	8	Dimensiones	77.5 mm x 108 mm



Sistema Electrico, Electrónico y de Control

Propiedades	Valor	Propiedad	Valor
Microcontrolador	Atxmega 192d3	Corriente máx. por cada PIN de E/S	130 mA
Tensión de operación (nivel lógico)	3.3 V	Memoria Flash	32 - 384 KB
Tensión de entrada (recomendado)	5 V	SRAM	4 - 32 KB
Frecuencia de reloj	32 MHz	Entradas de sensor ultrasónico	2
Entradas digitales con interrupción	12	Salida para pantalla táctil	1
Salidas digitales a tarjeta de Relés	8	Dimensiones	77.5 mm x 108 mm

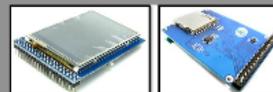
Sensor Fin de carrera



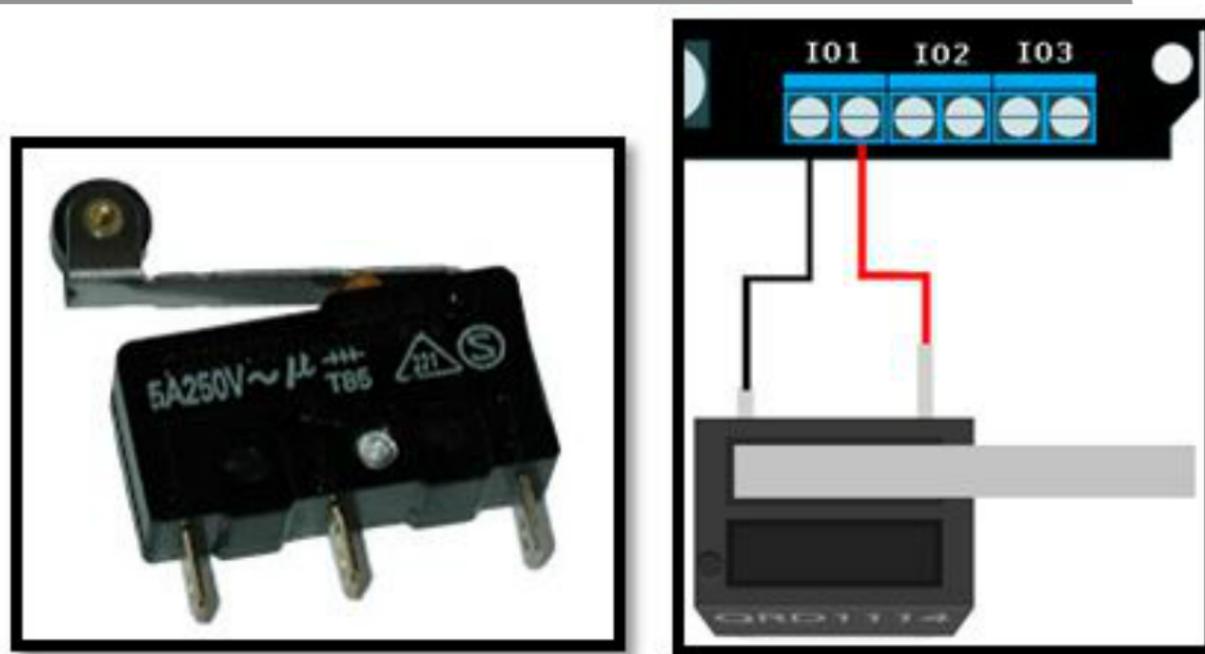
Sensor Ultrasónico



Pantalla táctil



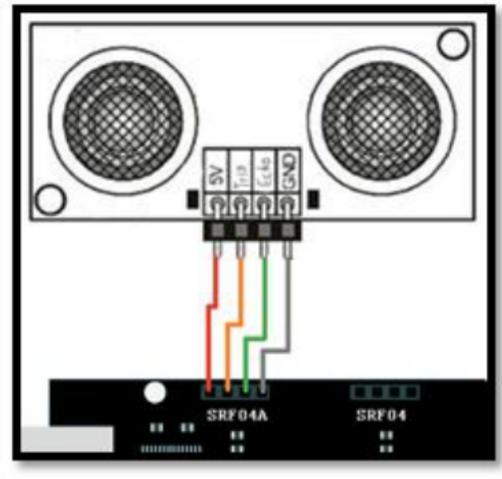
Sensor Fin de carrera



KB

B

Sensor Ultrasónico



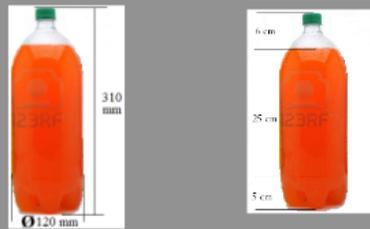
X

Pantalla táctil

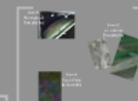
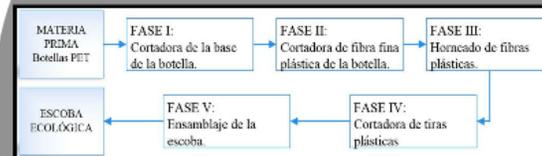


Estudio de diseño

Materia prima

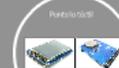


Fases del proceso



Sistema Eléctrico, Electrónico y de Control

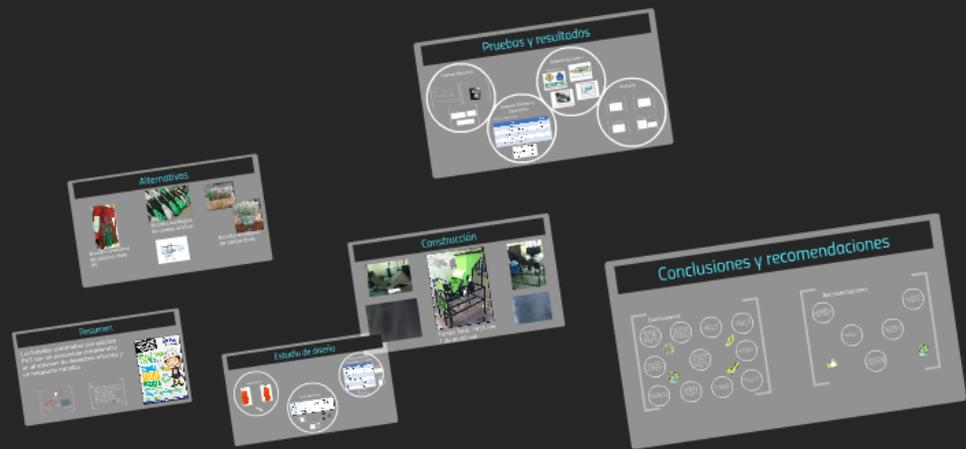
Propiedades	Valor	Propiedad	Valor
Microcontrolador	Atmega 192D5	Corriente máx. por cable PDI de E/S	150 mA
Tensión de operación (nivel lógico)	3.3 V	Memoria Flash	32 - 64 KB
Tensión de alimentación (recomendado)	5 V	SRAM	4 - 32 KB
Frecuencia de reloj	32 MHz	Entradas de sensor ultrasónico	2
Entradas digitales con interrupción	12	Salida para pantalla táctil	1
Salidas digitales a tarjeta de Relés	8	Dimensiones	77.5 mm x 108 mm



Diseño y construcción de una máquina automática para la fabricación de escobas ecológicas para la Administración Zonal Eloy Alfaro del Municipio de Quito.

Autor: Jhovanna Beráñez Jerez

Tutores: Ing. José Pérez
Ing. Meliton Tapia



Construcción

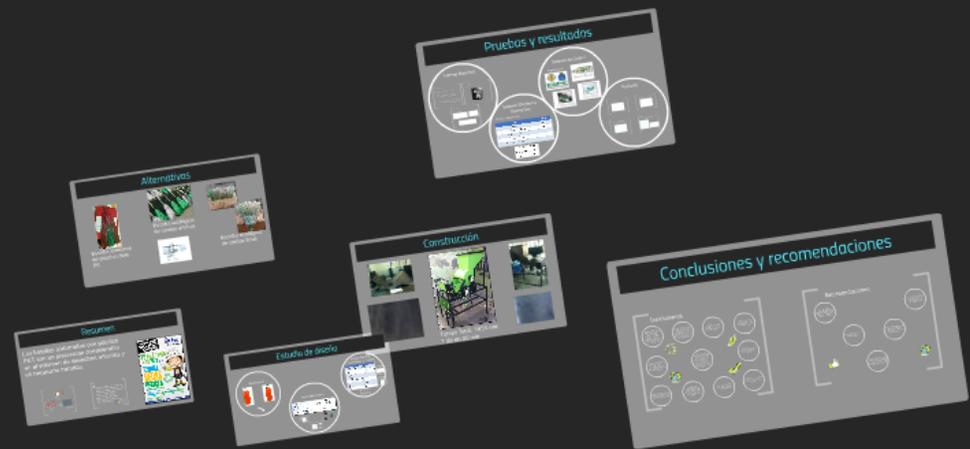


Tiempo Total: 1955 min
1 día 8h 35 min

Diseño y construcción de una máquina automática para la fabricación de escobas ecológicas para la Administración Zonal Eloy Alfaro del Municipio de Quito.

Autor: Jhovanna Bermejo Jerez

Tutores: Ing. José Pérez
Ing. Meliton Tapia



Resumen

Alternativas

Estudios de Genio

Construcción

Pruebas y resultados

Conclusiones y recomendaciones

Pruebas y resultados

Sistema Mecánico

Fase 1.1:
Montaje de repulsa en Aluminio de acero inoxidable.
Materiales: Tubo de aluminio de 100 mm de diámetro, Cables de aluminio, Herramienta: Sierra eléctrica, Cuchilla de corte.

Fase 2.2:
Alambre de cobre.
Cuchilla de corte.

Fase 2.2:
Bobinado de fibra plástica.

Material	Cantidad	Unidad
Aluminio	1	m
Cables	1	m
Herramienta	1	unidad

Sistema de Control

Pantalla táctil

MAQUINA DE FIBRA
ECOPET
Jhoanna Benítez

ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

Traslado de Botella

Corte de Botella

Sistema Eléctrico y Electrónico

Pruebas de potencia

Fase	Corriente (A)
Encendido	4
I – Corte de base de la botella	9.2
I – Elevador de botella	0.4
II – Traslado de botella	0.5
II – Bobinado de fibra plástica	0.7

$$P = V \cdot I \cdot \cos\phi$$

$$P = 110 \text{ V} \cdot 9.2 \text{ A} \cdot 1$$

$$P = 1.012 \text{ kW}$$

Producto

Análisis de energía eléctrica

Prueba de eficiencia de los motores

Módulo de control de energía en los motores eléctricos de la máquina PET

Temperatura de funcionamiento de los motores eléctricos de la máquina PET

Sistema Mecánico

Fase 1.1:

Alambre de niquelina vs Alambre de acero inoxidable

Niquelina: Fácil deformación del alambre al dilatarse.
Corte impreciso.
Necesita mantenimiento cada 20 botellas

Acero Inoxidable: Difícil deformación del alambre al dilatarse.
Corte preciso.
Necesita mantenimiento cada 100 botellas.

Fase 2.2

Sistema de corte



Fase 2.2:

Bobinado de fibra plástica



Tipo de bobinado	Bobinado redondo	Bobinado plano
Revoluciones (rev)	41	60
Tiempo de prueba (s)	30	30
Velocidad (rpm)	82	120

Sistema

El

Pruebas de potencia

Fase

Encabezado

Fase 1.1:

Alambre de niquelina vs Alambre de acero inoxidable

Niquelina: Fácil deformación del alambre al dilatarse.
Corte impreciso.
Necesita mantenimiento cada 20 botellas

Acero Inoxidable: Difícil deformación del alambre al dilatarse.
Corte preciso.
Necesita mantenimiento cada 100 botellas.

Fase 2.2

Sistema de corte



Fase 2.2:

Bobinado de fibra plástica



Tipo de bobinado	Bobinado redondo	Bobinado plano
Revoluciones (<u>rev</u>)	41	60
Tiempo de prueba (s)	30	30
Velocidad (rpm)	82	120

Sistema Eléctrico y Electrónico

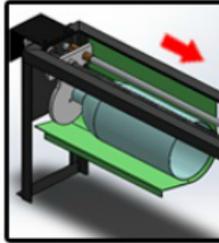
Pruebas de potencia

Fase	Corriente (A)
Encendido	4
I – Corte de base de la botella	9.2
I – Elevador de botella	0.4
II – Traslado de botella	0.5
II – Bobinado de fibra plástica	0.7

$$P = V \cdot I \cdot \cos\phi$$

$$P = 110 \text{ V} \cdot 9.2 \text{ A} \cdot 1$$

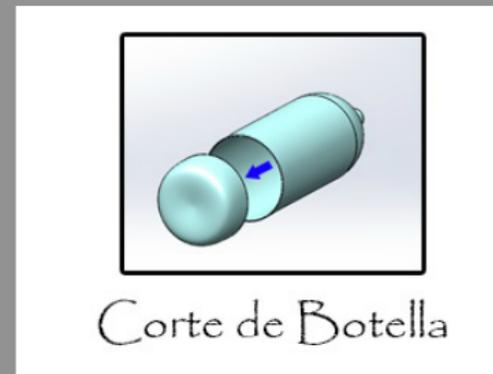
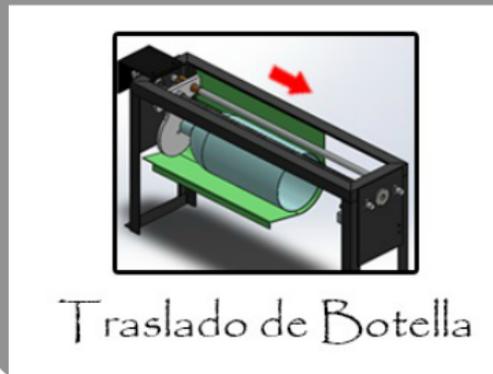
$$P = 1.012 \text{ kW}$$



Traslado de botella

Sistema de Control

Pantalla táctil



Análisis entre escobas

Caracter:	Escoba de corte de corte 90	Escoba con hojas de corte 75.1	
Longitud (cm)	1.70	1.00	1.27
Anchura (cm)	900	400	200
Resistencia (kg)	3.50	2.00	2.00

ico y

D

Análisis entre escobas

Caracter.	Escoba de cerdas duras PE	Escoba ecológica de cerdas PET	
			
Ligera (lb)	1.78	1.95	1.37
Ancha (mm)	380	400	280
Barata (Usd)	3.50	3.60	2.80

Prueba de eficiencia de las escobas

Tipo de escoba	Escoba de cerdas duras PE	Escoba ecológica de cerdas PET	
			
Porcentaje de área barrida (%)	100	100	100
Espacio (m ²)	1	1	1
Tipo de basura	Hojas secas y polvo	Hojas secas y polvo	Hojas secas y polvo
Tiempo (s)	45,2	36,8	39,6

Materia prima utilizada en las escobas ecológicas de cerdas PET

Tipo de escoba	Campana	Cepillo
Longitud de cerda	400 mm	300 mm
Número de cerdas aprox.	1000 cerdas	390 cerdas
Longitud de fibra	400 m	117 m
Botellas de 3 litros	40 botellas	12 botellas

Tiempos de manufactura de las escobas ecológicas de cerdas PET

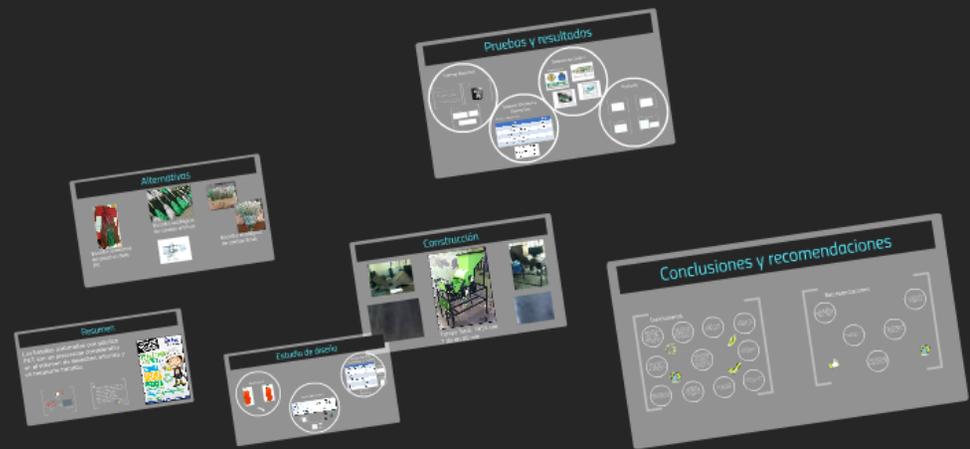
Tipo de escoba	Campana	Cepillo	
	40 botellas	20 botellas	
Fases	Tiempo de cada fase	Tiempo empleado a cada escoba	
Fase I: Cortadora de la base	47 s	1880 s	940 s
Fase II: Cortadora de fibra plástica	87 s	3480 s	1740 s
Fase II: Bobinado plano	13 s	530 s	260 s
Tiempo de máquina		5890 s	2940 s

Fase III: Horneado	900 s	900 s	900 s
Fase IV: Corte de tiras plásticas	900 s	900 s	900 s
Fase V: Ensamble de escoba	---	3600 s	1800 s
Tiempo de operario		5400 s	3600 s
Tiempo total (s)		11290 s	6540 s
Tiempo total		3 h 8 min 10 s	1 h 49 min

Diseño y construcción de una máquina automática para la fabricación de escobas ecológicas para la Administración Zonal Eloy Alfaro del Municipio de Quito.

Autor: Jhovanna Bermejo Jerez

Tutores: Ing. José Pérez
Ing. Meliton Tapia



Conclusiones y recomendaciones

Conclusiones

- La calidad de trabajo de los estudiantes de la UCA es variable y depende en gran medida de la motivación y el compromiso de los estudiantes con el aprendizaje.
- El desarrollo de un sistema de gestión de calidad en la UCA requiere un enfoque integral que involucre a todos los niveles de la organización, desde la alta dirección hasta el personal de apoyo.
- El proceso de mejora continua es esencial para garantizar la calidad de los servicios educativos y la satisfacción de los estudiantes.
- El fortalecimiento de la cultura de calidad en la UCA requiere un enfoque integral que involucre a todos los niveles de la organización, desde la alta dirección hasta el personal de apoyo.
- El desarrollo de un sistema de gestión de calidad en la UCA requiere un enfoque integral que involucre a todos los niveles de la organización, desde la alta dirección hasta el personal de apoyo.
- El proceso de mejora continua es esencial para garantizar la calidad de los servicios educativos y la satisfacción de los estudiantes.
- El fortalecimiento de la cultura de calidad en la UCA requiere un enfoque integral que involucre a todos los niveles de la organización, desde la alta dirección hasta el personal de apoyo.
- El desarrollo de un sistema de gestión de calidad en la UCA requiere un enfoque integral que involucre a todos los niveles de la organización, desde la alta dirección hasta el personal de apoyo.

Recomendaciones

- Para mejorar el nivel de satisfacción de los estudiantes, se recomienda implementar un programa de mejora continua que involucre a todos los niveles de la organización.
- Para la implementación de un sistema de gestión de calidad en la UCA, se recomienda implementar un enfoque integral que involucre a todos los niveles de la organización.
- El fortalecimiento de la cultura de calidad en la UCA requiere un enfoque integral que involucre a todos los niveles de la organización, desde la alta dirección hasta el personal de apoyo.
- El desarrollo de un sistema de gestión de calidad en la UCA requiere un enfoque integral que involucre a todos los niveles de la organización, desde la alta dirección hasta el personal de apoyo.
- El proceso de mejora continua es esencial para garantizar la calidad de los servicios educativos y la satisfacción de los estudiantes.
- El fortalecimiento de la cultura de calidad en la UCA requiere un enfoque integral que involucre a todos los niveles de la organización, desde la alta dirección hasta el personal de apoyo.
- El desarrollo de un sistema de gestión de calidad en la UCA requiere un enfoque integral que involucre a todos los niveles de la organización, desde la alta dirección hasta el personal de apoyo.
- El proceso de mejora continua es esencial para garantizar la calidad de los servicios educativos y la satisfacción de los estudiantes.

Conclusiones

La máquina de reciclaje de botellas plásticas aplicó una metodología basada en el desarrollo sustentable y sostenible en la manufactura de escobas ecológicas al reducir, reciclar y reutilizar los residuos de botellas plásticas de material PET remedió pasivos ambientales en Quito.

El resultado de eficiencia de los dos tipos de escobas mostró que las escobas ecológicas tipo campana tienen mejores características a las usadas actualmente ya que al tener mayor número de fibras su área de barrido es mayor y al tener cerdas más suaves puede recoger objetos más pequeños y polvo.

La máquina es un sistema mecatrónico ya que integró los subsistemas mecánico, eléctrico, electrónico, informático y de control de manera sinérgica.

El proceso de diseño concurrente determinó los parámetros en la selección de alternativas mostrando las necesidades de los clientes de las escobas ecológicas.



El diseño y construcción del presente trabajo cumplió el alcance planteado, se construyó un prototipo de máquina manufacturera de escobas con plástico reciclado PET y automatizándola para simplificar el trabajo del operario.

La alta resistencia frente a esfuerzos permanentes, alta rigidez y dureza del plástico PET ayuda al aumento de eficiencia de las escobas ecológicas pero dificulta la unión de fibras en el proceso de manufactura. Se realizó varias pruebas de soldadura en frío y caliente sin resultado favorecedor por lo cual el enlace de fibras se realizó de forma manual con un nudo.

El diseño del sistema eléctrico permitió que la máquina pueda ser utilizada en cualquier lugar ya que se estandarizó a 110 VAC.



El diseño del sistema electrónico permitió la utilización de elementos digitales, reduciendo el uso de conexiones de elementos físicos.

El sensor fotoeléctrico para detección de botellas plásticas mejorará el proceso ya que especialmente identifica material PET, pero por su alto costo se escogió utilizar sensores ultrasónicos que identifican todo tipo de material.

Se desarrolló documentación técnica y operativa de la máquina orientada al operario como fuente de consulta al utilizarla.

El capítulo financiero demostró que el impacto social, económico y ambiental de la máquina es favorable.

La máquina de reciclaje de botellas plásticas aplicó una metodología basada en el desarrollo sustentable y sostenible en la manufactura de escobas ecológicas al reducir, reciclar y reutilizar los residuos de botellas plásticas de material PET remedió pasivos ambientales en Quito.

El resultado de eficiencia de los dos tipos de escobas mostró que las escobas ecológicas tipo campana tienen mejores características a las usadas actualmente ya que al tener mayor número de fibras su área de barrido es mayor y al tener cerdas más suaves puede recoger objetos más pequeños y polvo.

La máquina es un sistema mecatrónico ya que integró los subsistemas mecánico, eléctrico, electrónico, informático y de control de manera sinérgica.

El proceso de diseño concurrente determinó los parámetros en la selección de alternativas mostrando las necesidades de los clientes de las escobas ecológicas.

El diseño y construcción del presente trabajo cumplió el alcance planteado, se construyó un prototipo de máquina manufacturera de escobas con plástico reciclado PET y automatizándola para simplificar el trabajo del operario.

La alta resistencia frente a esfuerzos permanentes, alta rigidez y dureza del plástico PET ayuda al aumento de eficiencia de las escobas ecológicas pero dificulta la unión de fibras en el proceso de manufactura. Se realizó varias pruebas de soldadura en frío y caliente sin resultado favorecedor por lo cual el enlace de fibras se realizó de forma manual con un nudo.

El diseño del sistema eléctrico permitió que la máquina pueda ser utilizada en cualquier lugar ya que se estandarizó a 110 VAC.

El diseño del sistema electrónico permitió la utilización de elementos digitales, reduciendo el uso de conexiones de elementos físicos.

El sensor fotoeléctrico para detección de botellas plásticas mejorará el proceso ya que especialmente identifica material PET, pero por su alto costo se escogió utilizar sensores ultrasónicos que identifican todo tipo de material.

Se desarrolló documentación técnica y operativa de la máquina orientada al operario como fuente de consulta al utilizarla.

El capítulo financiero demostró que el impacto social, económico y ambiental de la máquina es favorable.

Recomendaciones

Para ampliar el nivel de automatización de la máquina y reducir trabajo y tiempo del operario se puede desarrollar un mecanismo con motor en el acarreador de la fibra plástica al momento de corte.

Para la regulación de la materia prima que ingresa a la máquina se puede reemplazar los sensores ultrasónicos por sensores fotoeléctricos para detección de materiales PET.

La unión de fibras plásticas puede ser desarrollada en futuros proyectos de grado.

La máquina fue diseñada para ser desarmable por lo que en futuros proyectos se puede reemplazar partes para admitir otros tipos de botellas recicladas.

Las fases de elevador y traslado aumentan el tiempo de operación innecesariamente por lo que para el siguiente prototipo se recomienda elegir uno de ellos o descartarlos.



Para ampliar el nivel de automatización de la máquina y reducir trabajo y tiempo del operario se puede desarrollar un mecanismo con motor en el acarreador de la fibra plástica al momento de corte.

La máquina fue diseñada para ser desarmable por lo que en futuros proyectos se puede reemplazar partes para admitir otros tipos de botellas recicladas.

La unión de fibras plásticas puede ser desarrollada en futuros proyectos de grado.

Para la regulación de la materia prima que ingresa a la máquina se puede reemplazar los sensores ultrasónicos por sensores fotoeléctricos para detección de materiales PET.

Las fases de elevador y traslado aumentan el tiempo de operación innecesariamente por lo que para el siguiente prototipo se recomienda elegir uno de ellos o descartarlos.

Diseño y construcción de una máquina automática para la fabricación de escobas ecológicas para la Administración Zonal Eloy Alfaro del Municipio de Quito.

Autor: Jhovanna Bermejo Jerez

Tutores: Ing. José Pérez
Ing. Milton Tapia

