



# ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA



## TÍTULO:

- **EL DISEÑO CONSTRUCCIÓN Y AUTOMATIZACIÓN DEL EQUIPO PERMITIRÁ OBTENER MUESTRAS ÓPTIMAS EMPLEADAS EN MENOR TIEMPO PARA EL ANÁLISIS METALOGRÁFICO EN LA UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS ESPE SEDE LATACUNGA**

**AUTORA: ERIKA MONSERRATH ACOSTA CHANATASIG**

**DIRECTOR: ING. HECTOR COCHISE TERÀN HERRERA**



# Justificación del problema

El equipo mencionado permitirá obtener una probeta controlando parámetros como: corte, lubricación y refrigeración mediante control de flujo de agua, agarre de la muestra, velocidad de pulido, avance de penetración, número de repeticiones y tiempo de ejecución, además de conseguir muestras para estudios académicos e investigación, donde la superficie deba tener otras condiciones de manufactura específicas.



## **OBJETIVO GENERAL**

Diseñar, construir y automatizar un equipo para la obtención de muestras empleadas para el análisis metalográfico en la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE Sede Latacunga.

## **OBJETIVOS ESPECÍFICOS:**

- Investigar sobre las diferentes fases de la práctica para la obtención de probetas óptimas tomando en cuenta las normas necesarias para realizarla.
- Diseñar y realizar los análisis estáticos de las piezas de transmisión de potencia de una sub etapa a otra mediante un software de diseño gráfico.



- Construir las piezas dimensionadas de acuerdo al diseño del equipo establecido.
- Ensamblar el equipo realizando los cambios necesarios para su correcta sincronización y armonía para el control del sistema.
- Realizar la programación para el control de funcionamiento.
- Implementar el control mediante la utilización de sensores y actuadores en todo el proceso.
- Realizar pruebas del funcionamiento del proceso, tener en cuenta tipos y acciones repetitivas de forma continua y rápida.

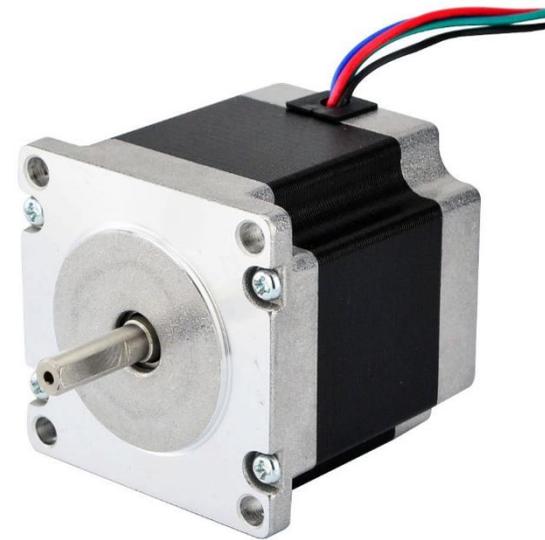


# ANTECEDENTES:



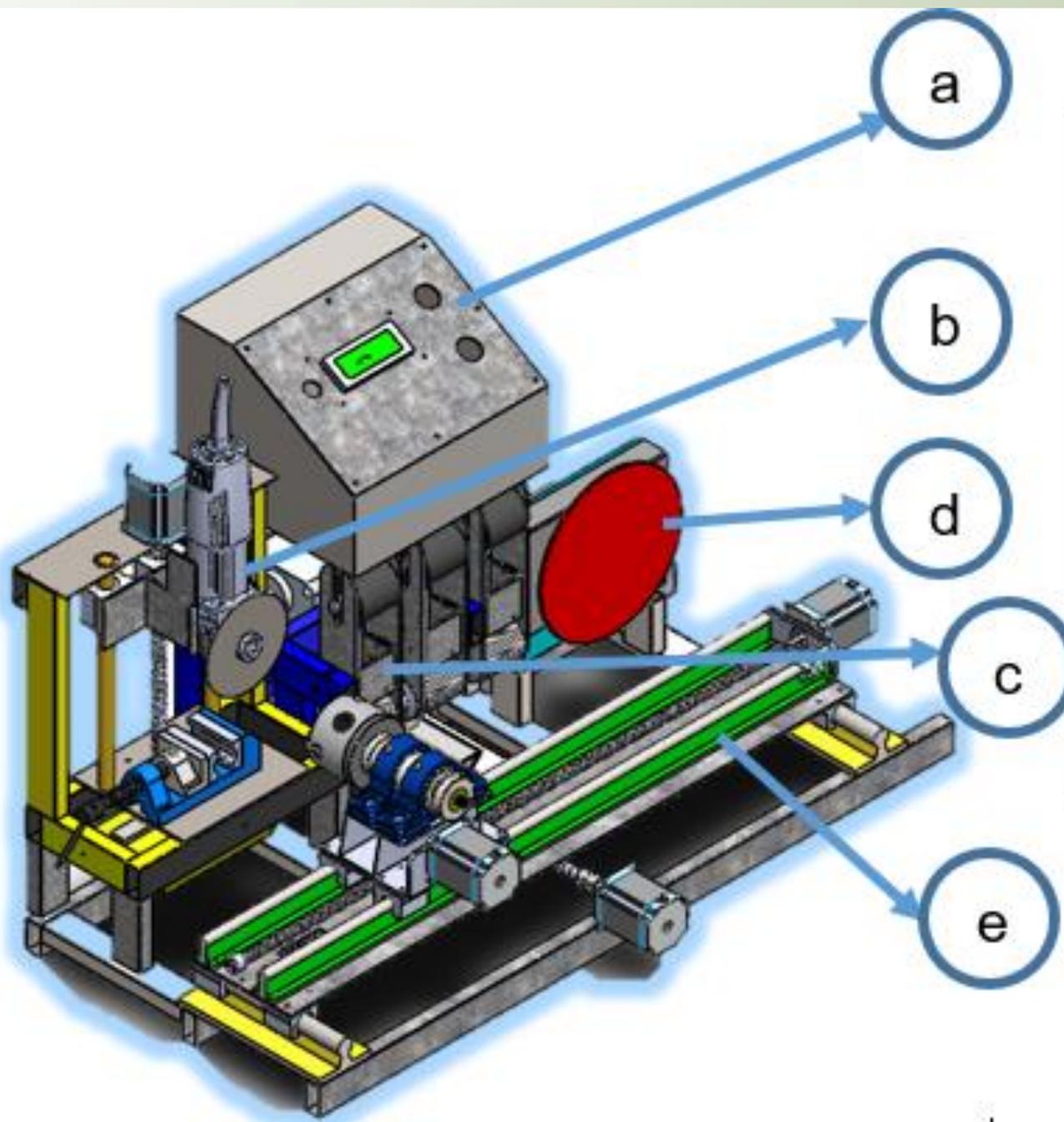
# ELEMENTOS

- Final de carrera
- Arduino Mega 2560
- Relé
- Motores paso a paso
- Driver Microstepper TB6560



# Diseño Mecánico





- a) Panel de control
- b) Etapa de corte
- c) Etapa de lijado
- d) Etapa de pulido
- e) Etapa de sujeción de probetas

# Etapa sistema de corte

$$n_{max} = 13370rpm \text{ (Permitido)}$$

$$v_{cmax} = 80 \text{ m/s}$$

- Acero al Carbono 1018
- Acero inoxidable 308

$$v_c = 305 \text{ m/min}$$

$$v_c = 500 \text{ m/min}$$

$$n = \frac{305 * 1000}{12 * \pi}$$

$$n = \frac{V_c * 1000}{D * \pi}$$

$$n = 8090,37 \text{ rpm}$$

$$n = 3978,87,911 \text{ rpm}$$

$$8090,37rpm < 13370rpm$$

$$3978,87 \text{ rpm} < 13370rpm$$



USOS:



CODIGO SAP	DESCRIPCIÓN	DIMENSIONES		EMP.
		PULGADAS	MILÍMETROS	
66252920338	115 BDA 08	4 1/2" x 1/32" x 7/8"	115 x 0.8 x 22.2	25
66252843679	DC BNA 12 EXTRA	4 1/2" x 3/64" x 7/8"	115 x 1.0 x 22.2	25
66252843680	DC BNA 12	4 1/2" x 1/16" x 7/8"	115 x 1.6 x 22.2	25
66252843688	DC BNA 12	7" x 1/16" x 7/8"	178 x 1.6 x 22.2	25
66252926954	DC BNA 22	7" x 5/64" x 7/8"	178 x 2 x 22.2	25
66252926955	DC BNA 22	9" x 5/64" x 7/8"	229 x 2 x 22.2	25

$$V_C = \frac{D \cdot \pi \cdot n}{1000}$$

$$D_{\text{disco}} = 115 \text{ mm}$$

$$n = 11000 \text{ rpm del motor}$$

$$V_C = \frac{115 \text{ mm} \cdot \pi \cdot 11000 \text{ rpm}}{1000}$$

$$V_C = 21,08 \text{ m/seg}$$

$$21,08 \text{ m/seg} < 80 \text{ m/seg}$$



# ETAPA DE LIJADO

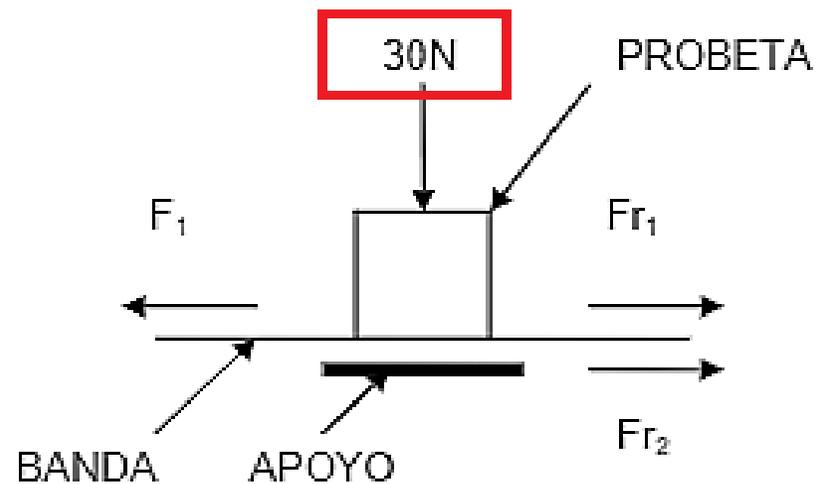
GRIT	ABRASIVE		BELT		SPEEDS*			PLATEN				MATERIALS WORKED					
	SIZE	GARNET	ALUMINUM OXIDE	1"	1/2"	SPEED DIAL SETTING	RPM	SF/MIN	1"	1/2"	CURVED 1/2" R.	NONE	HARD WOODS	SOFT WOODS	FERROUS METALS	NON-FERROUS METALS	PLASTICS**
80	✓			✓		SLOW-E	700-1150	550-903	✓		✓	✓	✓	✓			✓
100	✓			✓		B-G	850-1450	668-1139	✓		✓	✓	✓	✓			✓
150	✓			✓		D-I	1050-1750	825-1374	✓		✓	✓	✓	✓			✓
220	✓			✓		F-K	1300-2050	1022-1610	✓		✓	✓	✓	✓			✓
80	✓				✓	SLOW-E	700-1150	550-903		✓		✓	✓	✓			✓
100	✓				✓	B-G	850-1450	668-1139		✓		✓	✓	✓			✓
150	✓				✓	D-I	1050-1750	825-1374		✓		✓	✓	✓			✓
220	✓				✓	F-K	1300-2050	1021-1210		✓		✓	✓	✓			✓
60		✓		✓		SLOW-G	700-1450	550-1139	✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
80		✓		✓		B-H	850-1600	668-1257	✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
150		✓		✓		D-I	1050-1750	825-1374	✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
220		✓		✓		F-J	1300-1900	1021-1492	✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
320		✓		✓		H-K	1600-2050	1257-1610	✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
400		✓		✓		E-I	1150-1750	903-1374	✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
600		SILICON-CARBIDE		✓		C-G	950-1450	746-1139	✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
POLISH**				✓		SLOW-E	700-1150	550-903				✓			✓	✓	✓

These speeds are for 60 hz. operations. For 50 hz. operations, refer to Table 1-1. Plastics are always worked at "Slow" speed.

\* Use the appropriate polishing compound for the material being worked.

Grano	Rpm	Velocidad lineal
220	1300 – 1900	595 mm/s – 870,5 mm/s
400	1150 – 1750	527 mm/s – 802 mm/s
600	950 – 1450	403,5 mm/s – 665mm/s

Según NORMA ASTM E – 3



# ETAPA PULIDO

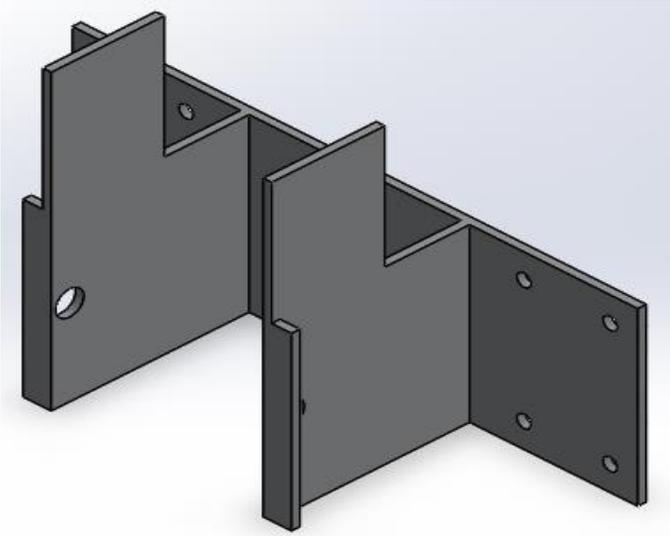
Según Neurtek Instruments

Referencia	Tipo	Diámetro (mm)
AK-41033016	Ramda	32
AK-41035116	Moran-U	32
AK-41037016	Napal	32
AK-41202513	Daran	200
AK-41203013	Ramda	200
AK-41205113	Moran-U	200
ATM-92008810	Sigma	200
AK-41207013	Napal	200
ATM-95002393	Iota	200
ATM-92005681	Zeta	200
ATM-92002563	Kappa	200
ATM-92002562	Omega	200

Diámetro del paño	Rpm
200mm	150 min
200mm	250 max



# ANÁLISIS DE FUERZAS ESTÁTICAS



Plataforma para motor del disco de corte  
ASTM A36 su esfuerzo de Fluencia 250Mpa

$$\sigma_d = \frac{S_y}{N_{fs}}$$

$$\sigma_d = 83.333 \text{ Mpa}$$

$$\sigma_{max} = \frac{24 * M}{b * h^2}$$

$$M_{max} = \frac{Fs * L}{8}$$

$$M_{max} = 9,99Nm$$

$$\sigma_{max} = \frac{24 * 10}{0,3 * 0,004^2}$$

$$\sigma_{max} = 50Mpa$$

$$\sigma_d \geq \sigma_{max}$$

$$83.333 \text{ Mpa} \geq 50Mpa$$

$$S_y = 250 \text{ Mpa}$$

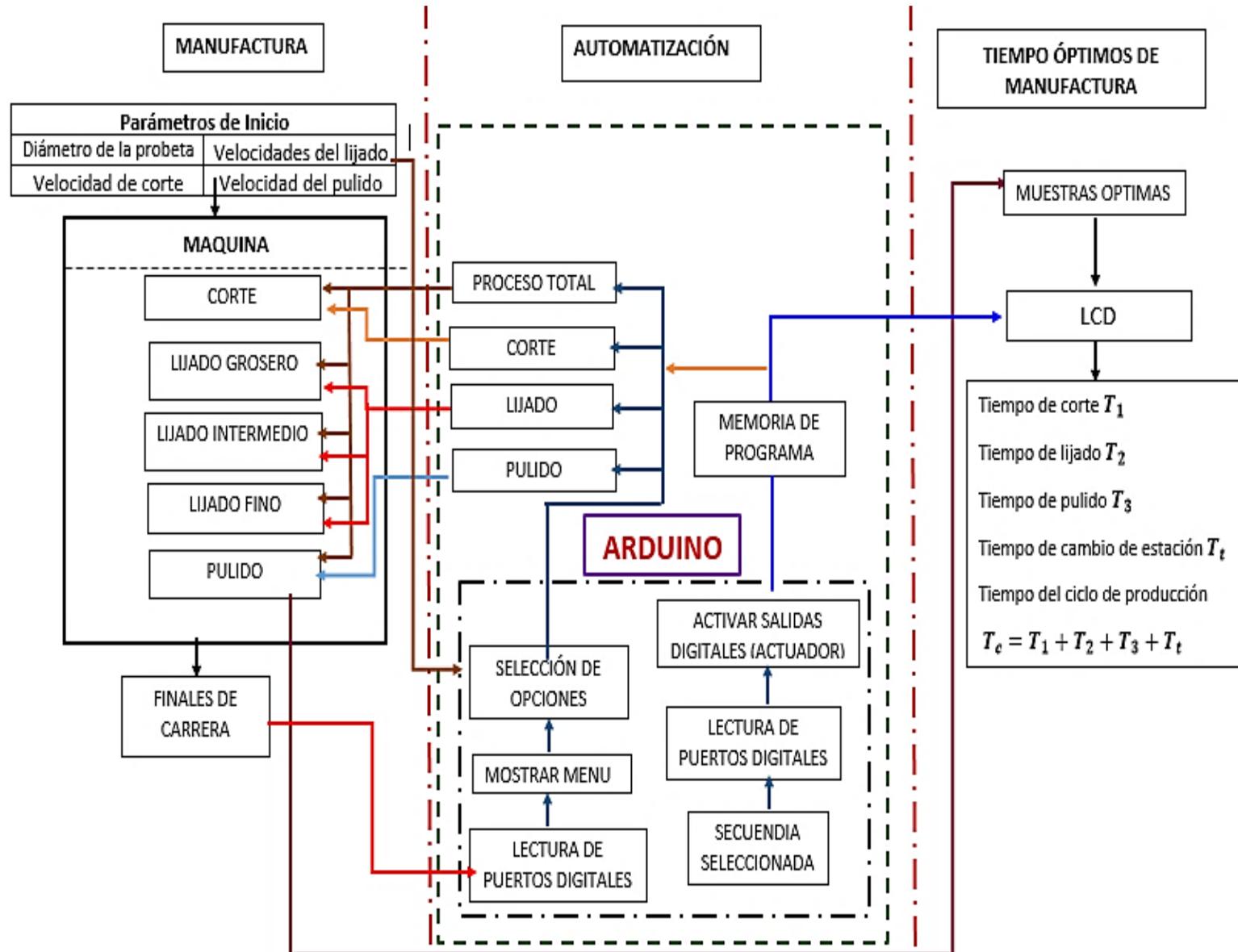
$$n = \frac{S_y}{\sigma_{max}}$$

$$n = 3,9$$

$$3,9 > 2$$



# FUNCIONAMIENTO



# TIEMPOS ÓPTIMOS DE MANUFACTURA

Tiempo de maquinado  $T_m$

$$T_m = tiempo_{corte} + tiempo_{lijado} + tiempo_{pulido}$$

$$tiempo_{lijado} = desbaste_{grosero} + desbaste_{intermedio} + desbaste_{final}$$

Tiempo de cambio de estación  $T_r$

Tiempo total del ciclo  $T_t$

$$T_t = T_m + T_r$$

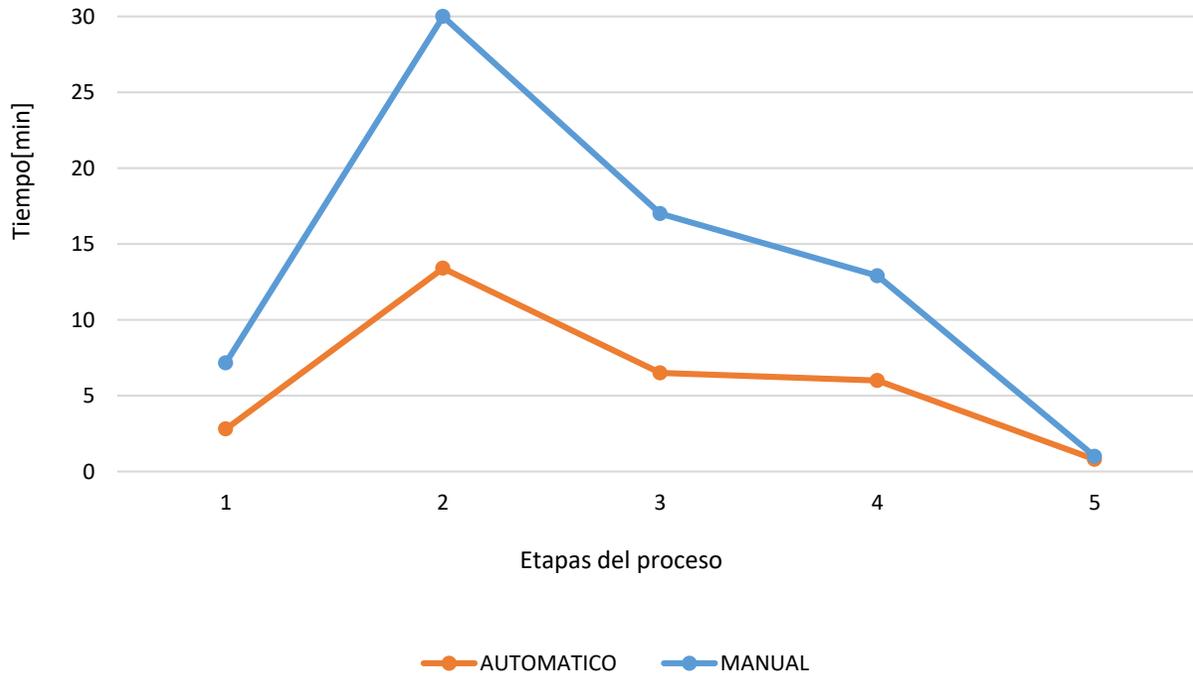


n. Corte: 140.00s.  
T. Lijado: 2594.00s.  
T. Pulido 118.00s.  
C/E: 54.00s. T: 48.43mi



# PRUEBAS Y RESULTADOS

Ciclo de obtención de probetas de Acero AISI 1018



Proceso Total	Tiempo Aut (min)	Tiempo MaN (min)	n (rpm)
1 Corte	[0 - 2,8]	[0 - 7,16]	3,86
2 Desbaste Grosero	[2,8 - 13,4]	[7,16 - 30]	1,9
3 Desbaste Intermedio	[13,4 - 6,5]	[30 - 17]	1,75
4 Desbaste Fino	[6,5 - 6]	[17 - 12,9]	1,45
5 Pulido	[6 - 0,8]	[12,9 - 1]	2,5
<b>TIEMPO TOTAL</b>	29,5	68,06	11,46
<b>AHORRO DE TIEMPO</b>	38,56		
<b>PORCENTAJE:</b>	56,65%		



# VALIDACIÓN DE HIPÓTESIS

$$n = 11$$

$$TF(\%) = \frac{\# \text{ de Fallas (1)}}{\# \text{ de muestras}}$$

$$TF(\%) = 9\% \text{ de fallas}$$

confiabilidad del 91%



Tipo de Material	Tiempo del proceso		Total de muestras
	Automático $t < 40min$	Manual $40min < t < 70min$	
Acero al Carbono AISI 1018	5	1	6
Acero Inoxidable AISI 308	3	2	5
Total	8	3	11

$$x_{cal^2} = \sum \frac{(\sigma_{ij} - E_{ij})^2}{E_{ij}}$$

$$x_{cal^2} = 1,20$$

$$v = (i - 1) * (j - 1)$$

$$v = 1$$

Chi-cuadrado tabulado  $x_{tabulado} = 1,0742$

$$x_{cal^2} > x_{tabulado}$$

$$1,2 > 1,0742$$



# CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES



- Al aplicar la Norma ASTM E- de fuerza necesaria aplicada a una probeta en lija en banda se comprueba que la fuerza de 30N es la correcta al concluir el proceso obteniendo una muestra optima
- Al realizar todo el proceso para obtención de muestras con un diámetro de 25mm de eje solido en Acero al carbono AISI 1018 se adquirió los tiempos en manual y en automático por lo cual se llegó a la conclusión que existe un ahorro de período 62,6% mediante el equipo.
- Al realizar el diseño de elementos mediante cargas estáticas y criterios de factor de seguridad en la parte más critica que es la sujeción del motor para el disco de corte se establece que el factor de diseño calculado del Material ASTM A36 es de 3,9 y este es mayor a 2 por lo cual se cumple que el diseño está correctamente realizado.



- Se alcanzó una confiabilidad del 91%, con 9% de fallas en una muestra de 11 probetas en tiempos experimentales y automáticos basados en norma DIN 4768 para Acero al Carbono AISI 1018.
- Con los valores seleccionados de tiempos automáticos y manuales en la etapa de lijado de grano 220 se llega a la conclusión que existe un ahorro en el ciclo de 11,32 minutos en un Acero AISI 1018.
- Aplicando criterios de diseño mediante esfuerzos máximos en la platina de sujeción de motores del material ASTM A36 da como resultado que el esfuerzo de diseño es de 83,33Mpa y el esfuerzo máximo de 25,03Mpa lo cual cumple el criterio de diseño donde 83,33 debe ser mayor a 25,03.



- Cumplir con las normas de seguridad en cuanto a cubrir ojos y oídos al realizar todo el proceso para obtener muestras metalográficas.
- Al inicio del proceso tener en cuenta el diámetro y material de la probeta a cortar para seleccionar debidamente en el programa para realizar el ciclo correctamente.
- Una vez terminada la práctica limpiar todos los residuos de refrigerante y limallas ya que si no lo realiza podrá oxidarse y dañar las piezas del equipo
- Antes de encender el equipo colocar correctamente la probeta en la mordaza ya que al prender se bloquea la misma.
- Realizar un control de calidad mediante visión artificial al final del proceso para verificar si la probeta está correctamente para uso del microscopio caso contrario volver a realizar la etapa de lijado y pulido
- Utilizar un rugosímetro para medir rugosidad en la superficie de las probetas para mejorar la calidad de acabado.



GRACIAS POR SU ATENCIÓN



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