



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

# “DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN CALEFÓN A INDUCCIÓN ELECTROMAGNÉTICA PARA PROVEER DE AGUA CALIENTE A VIVIENDAS UNIFAMILIARES”

**Realizado por:**

Alba Rosa Rivera Coque.

Leonardo Alexander Flores Gutiérrez.

**Revisado por:**

**Director:** Ing. Franklin Silva M.

**Opositor:** Ing. Washington Freire Ll.



# AGENDA

Objetivos

Descripción del calefón prototipo

Metodología del proyecto investigación

Desarrollo del proyecto

Análisis de resultados

Propuesta del proyecto

Conclusiones y recomendaciones



# OBJETIVOS

## General

- Diseñar e implementar un calefón prototipo a inducción electromagnética que permita realizar un análisis comparativo de su eficiencia con respecto a los sistemas de calentamiento eléctricos convencionales determinando la mejor alternativa para el uso del calentamiento de agua en viviendas unifamiliares.

## Específicos

- Investigar y adquirir conocimientos sobre la generación y transferencia de calor en base a los sistemas de inducción electromagnética.



# OBJETIVOS

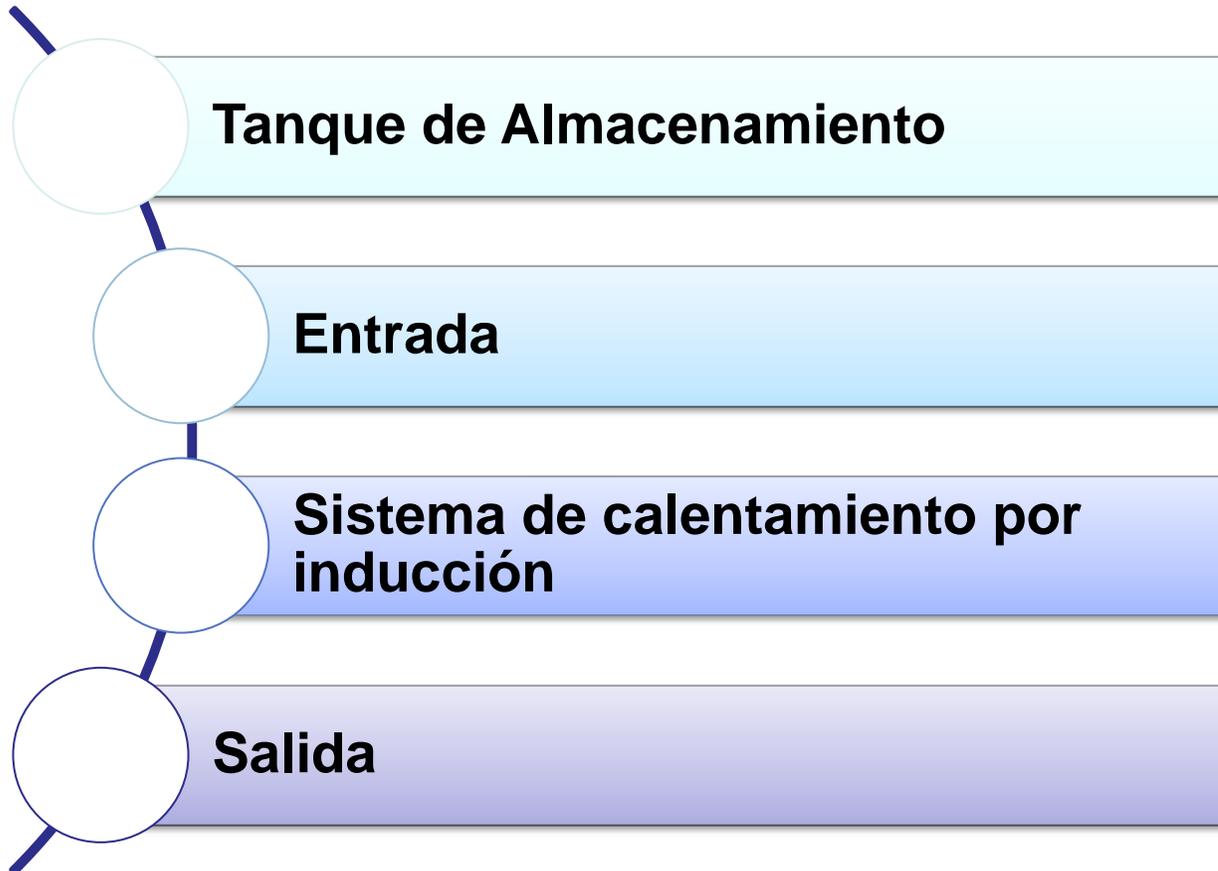
## Específicos

- Diseñar y construir un prototipo de sistema para calentamiento de agua, que utilice el principio de inducción electromagnética.
- Realizar el análisis comparativo entre el consumo energético del calefón a inducción con los calefones convencionales existentes actualmente.
- Analizar las ventajas y/o desventajas de la utilización de la inducción electromagnética para su utilización en el calentamiento de agua en viviendas unifamiliares.



# DESCRIPCIÓN DEL CALEFÓN PROTOTIPO

- El calefón prototipo consta :



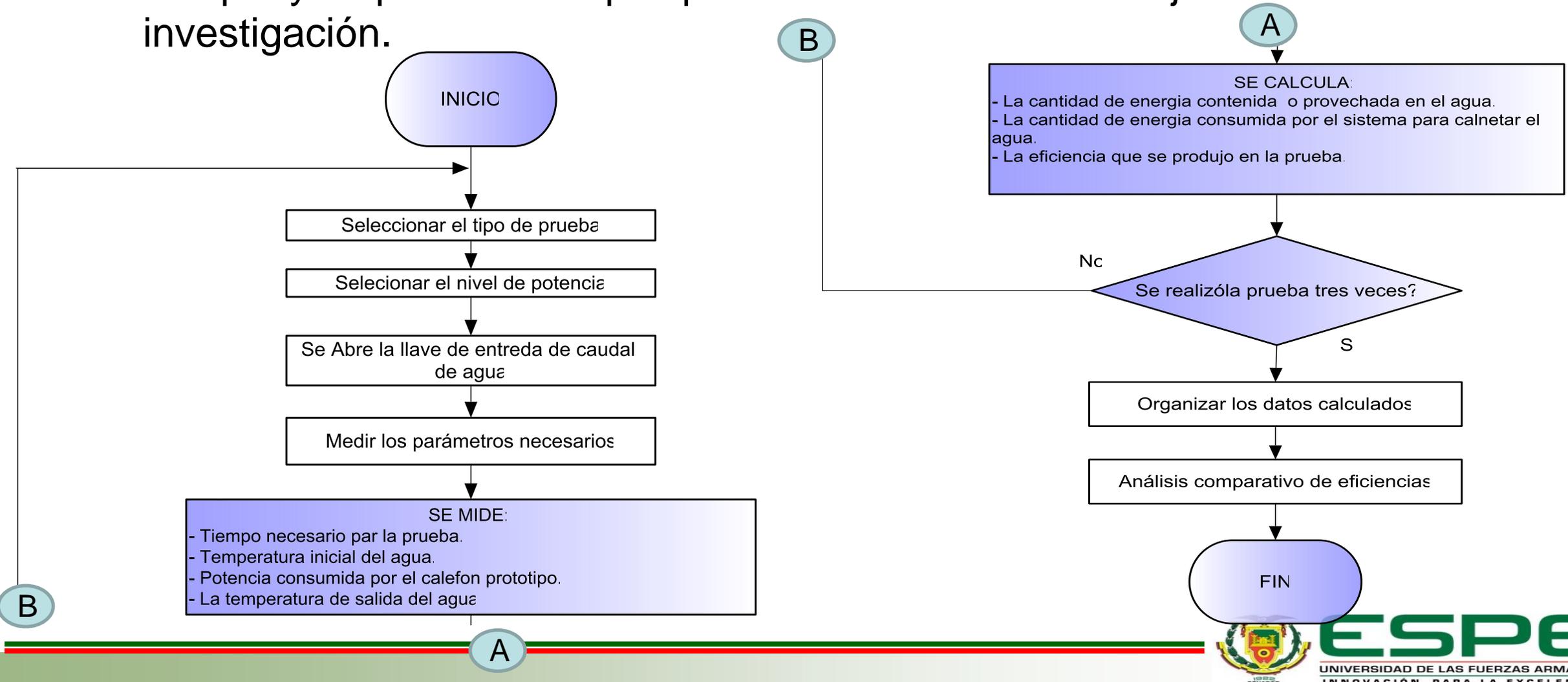
# SISTEMA DE CALENTAMIENTO POR INDUCCIÓN

- Esta construido con acero inoxidable AISI 430, su estructura interna en forma de serpentín tipo condensador.



# METODOLOGÍA DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

- En el proyecto de investigación se utiliza una metodología bibliográfica, de campo y experimental que permite el correcto manejo de las variables de investigación.



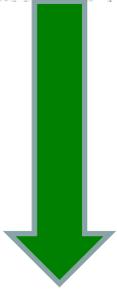
# DESARROLLO DEL PROYECTO

- Para el desarrollo del proyecto se consideran 7 pruebas, cada una repetida 3 veces con 7 parámetros eléctricos cada una con un total de 147 mediciones, en base a la siguiente tabla.

PRUEBAS	PARÁMETROS	VALORES
PRUEBA 1	Zona 1	Nivel 7 (Potencia)
	Zona 2	Nivel 6 (Potencia)
	Tiempo	6,13 min
	Lana de vidrio	NO



# PRUEBAS Y MEDICIONES





# ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

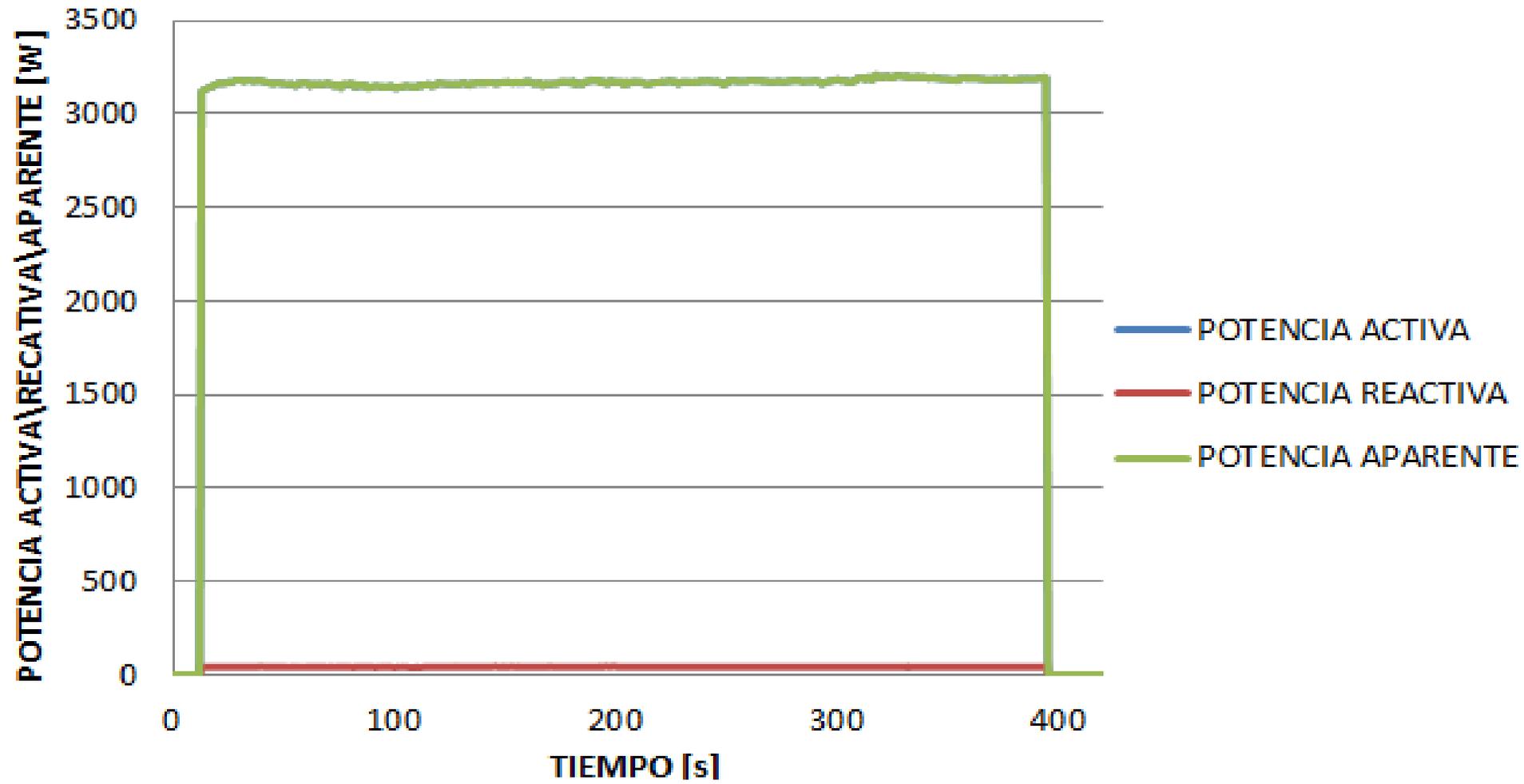
# ANÁLISIS DE RESULTADOS



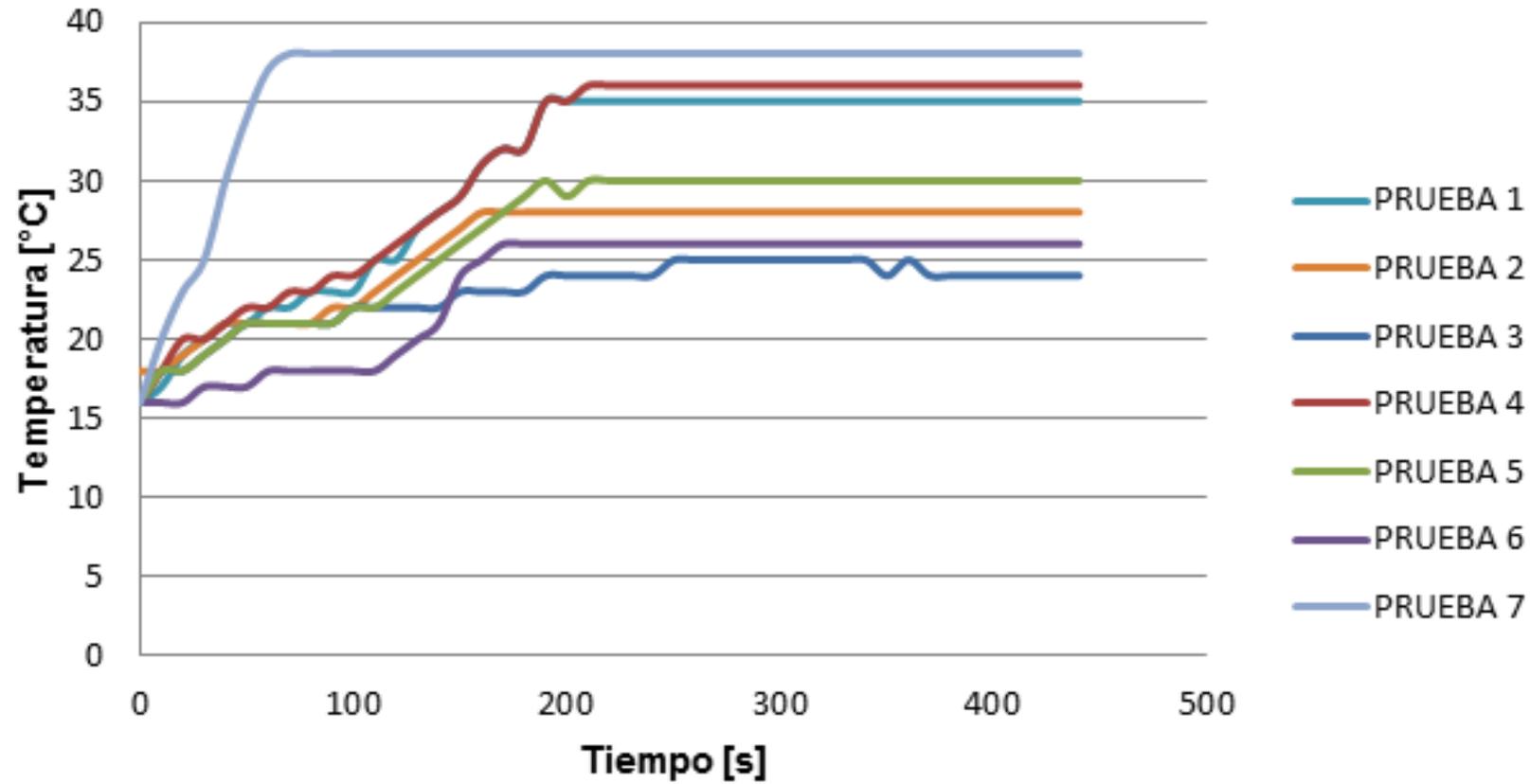
# RESULTADOS DE LAS PRUEBAS

- PRUEBA 1
- PRUEBA 2
- PRUEBA 3
- PRUEBA 4
- PRUEBA 5
- PRUEBA 6
- PRUEBA 7

## POTENCIA ACTIVA\REACTIVA\APARENTE VS TIEMPO



# GRADIENTES DE TEMPERATURAS



# CÁLCULOS DE ENERGÍAS

Cantidad de energía almacenada en el agua

$$Q = m * k * \Delta T C^{\circ}$$

- $Q$  = Cantidad de energía almacenada
- $m$  = Masa (cantidad de agua expresada en litros)
- $k$  = Coeficiente de transferencia de calor  $4.184 \frac{J}{g^{\circ}C}$
- $\Delta T$  = Diferencia de temperatura en  $^{\circ}C$

	TEMPERATURA INCICAL [ $^{\circ}C$ ]	TEMPERATURA FINAL [ $^{\circ}C$ ]
PRUEBA 1	17	33
PRUEBA 2	17	28
PRUEBA 3	17	23
PRUEBA 4	17	36
PRUEBA 5	17	29
PRUEBA 6	17	25
PRUEBA 7	17	38



# CÁLCULOS DE ENERGÍAS

Cantidad de energía consumida en el agua:

$$E = P_{con} * t$$

- $P_{con}$  = Potencia consumida
- $t$  = Tiempo de duración de la prueba

	POTENCIA ACTIVA [kW]	TIEMPO [s]
PRUEBA 1	2,5	368
PRUEBA 2	1,85	384
PRUEBA 3	1,47	390
PRUEBA 4	2,5	385
PRUEBA 5	1,85	387
PRUEBA 6	1,4	370
PRUEBA 7	3,18	390



# CÁLCULOS DE EFICIENCIAS

Eficiencias energéticas de cada prueba

$$\eta = \frac{Q_s}{E_e} * 100 \%$$

- $Q_s$  = Cantidad de energía almacenada en el agua.
- $E_e$  = Energía consumida.

	CANTIDAD DE ENERGÍA EN EL AGUA (J)	ENERGÍA ELÉCTRICA CONSUMIDA (J)	EFICIENCIA (%)
PRUEBA 1	669 440	920 000	72,77
PRUEBA 2	460 240	710 400	64,79
PRUEBA 3	251 040	573 300	43,79
PRUEBA 4	794 960	962 500	82,59
PRUEBA 5	502 080	715 950	70,13
PRUEBA 6	334 720	518 000	64,62
PRUEBA 7	878 640	1 240 200	70,85





# ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA



## PROPUESTA DEL PROYECTO



# PROPUESTA

## Tema

- Diseño para la instalación de un calefón a inducción electromagnética para proveer de agua caliente en viviendas unifamiliares.

## Objetivo general

- Diseñar la instalación de un calefón a inducción electromagnética para proveer de agua caliente a una vivienda unifamiliar para mejorar eficiencia energética.

## Objetivos específicos

- Elegir el calefón a inducción apropiado para ser instalado en una vivienda unifamiliar.
- Diseñar la instalación de una calefón a inducción en una vivienda unifamiliar.
- Evaluar el costo beneficio del calefón a inducción frente a otros dispositivos.



# DESARROLLO DE LA PROPUESTA

- Calefón a inducción electromagnética para instalación.
  - Especificaciones técnicas

CAPACIDAD [lit/min]	NUMERO DE PERSONAS	POTENCIAS [kW]
8	4 a 5	9

PARÁMETRO	UNIDAD
Alimentación	220 V
Capacidad	8 lt/min
Potencia	9 kW
Espacio (celosía)	1.40 metros cuadrados



# DESARROLLO DE LA PROPUESTA

- Calefón a inducción electromagnética para instalación.

➤ Costo

PARÁMETRO	\$ USD
Calefón a inducción	250
Instalación	50
Cañería	50
Cables de conexión	50

CAPACIDAD [lit/min]	POTENCIA [W]	TIEMPO ÚTIL DIARIO [h]	TIEMPO ÚTIL MENSUAL [h]	ENERGÍA ELÉCTRICA CONSUMIDA [J]	VALOR EN \$USD
8	9 000	1	30	210 000	21



# DESARROLLO DE LA PROPUESTA

- Calefón a inducción electromagnética para instalación.

➤ TIR / VNA

	POTENCIA [W]	CAPACIDAD [lit/min]	TIEMPO ÚTIL DIARIO [h]	TIEMPO ÚTIL MENSUAL [h]	EFICIENCIA [%]	COSTO MENSUAL \$ USD
GAS	14300	10 - 12	1 - 1,2	30 -36	74	24
ELÉCTRICO	10000	8	1 - 1,2	30 -36	75	30

	COSTO DE INSTALACIÓN \$ USD	INVERSIÓN \$ USD	AHORRO \$ USD	TIR SIERRA	VNA SIERRA
GAS	350	100	3	2%	\$ 51,65
ELÉCTRICO	400	50	3	6%	\$ 101,65





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

# CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES



# CONCLUSIONES

- En la investigación se determina que las bobinas de inducción deben ser de tipo oblea para que el campo magnético sea aprovechado de mejor manera por la bobina secundaria, reduciendo pérdidas ya que el campo se concentra solo en la segunda bobina.
- Se utiliza AISI 430 para diseñar el sistema de calentamiento por inducción ya que su coeficiente de conductividad térmica  $21 \text{ Kcal/m}^\circ\text{C}$  siendo el índice de conductividad más alto que se tiene en los aceros inoxidable, de esta manera se puede transmitir el calor en el menor tiempo posible y por sus características ferromagnéticas lo hace el idóneo para ser utilizado en este proyecto.
- La eficiencia del sistema de calentamiento por inducción mejora notablemente al ser recubierto por lana de vidrio, lo cual evita la disipación de calor al medio ambiente permitiendo que exista una mayor transferencia de calor al agua que circula por el sistema.



# CONCLUSIONES

- La potencia nominal del sistema de inducción es de 2.5kW y durante la prueba que demora entre 6 min y 7 min se consume una energía de 920 000 J lo cual es aprovechado en un 72,77% por el calefón prototipo, pero al memorar las perdidas por transferencia de calor se tiene un rendimiento del 82.59%, lo que da a conocer que es más eficiente utilizar un calefón a inducción.
- Se puede mejorar el sistema de calentamiento por inducción al construirlo con otro material ferroso que supere las características del AISI 430 para aprovechar de mejor manera la transferencia de calor al agua.
- Al sistema de calentamiento por inducción se lo puede recubrir con otro tipo de aislante térmico mejor que la lana de vidrio para que reduzca ms las pérdidas generadas por el mismo sistema.



# RECOMENDACIONES

- Las instalaciones eléctricas deben estar bajo protecciones de seguridad, con cables apropiados para 220V, como el AWG de la gama baja que soporte una corriente  $>30$  A.
- Asegurarse que el aislamiento del calefón a inducción sea de muy alta calidad y dure de acuerdo con la vida útil del artefacto para que de esta manera pueda trabajar bajo la misma eficiencia durante su tiempo de vida.
- El agua es un recurso natural, la misma que se debe cuidar y evitar su gasto innecesario.





# ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

