



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

# UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS - ESPE

Trabajo de titulación, previo a la obtención del título de Ingeniería en  
Tecnologías de la Información

**“IoT para ahorro energético de los hogares de Santo Domingo  
de los Tsáchilas”**

Autores: Ramírez Bósquez Ronald Emerson

Director: Ing. Diego Ricardo Salazar Armijos, Ph.D



# ÍNDICE DE CONTENIDO

- ❖ Introducción
- ❖ Justificación
- ❖ Alcance
- ❖ Objetivos
- ❖ Marco Teórico
- ❖ Diseño e implementación de la propuesta
- ❖ Análisis e interpretación de resultados
- ❖ Conclusiones
- ❖ Recomendaciones



# INTRODUCCIÓN

¿Por qué?

¿Para qué?

Planteamiento del problema



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

# JUSTIFICACIÓN

- Automatización de IoT disminuye los malos hábitos
- Programación adecuada en remplazo de factor humano
- Aporta a la mitigación de la actual crisis energética en nuestro país.



# ALCANCE

Generación de una propuesta de IoT para ahorrar energía en una residencia urbana de clase media en la Provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas.

- Es un diseño cuasi experimental.
- Diagnóstico de necesidades dentro del hogar modelo.
- Diseño de propuesta.
- Adquisición de los materiales.
- Instalación e implementación de los dispositivos IoT.
- Automatización y programación de IoT.
- Análisis del consumo energético previas y posteriores a la Implementación de la propuesta IoT.
- Duración cinco meses.



# OBJETIVOS

## Objetivo General

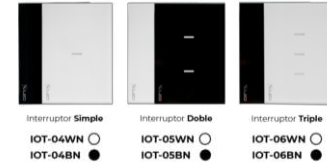
Generar una propuesta de IoT para ahorrar energía en una vivienda urbana en la Provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas, Ecuador.

## Objetivos Específicos

- Diagnosticar las necesidades de automatización de un hogar de clase media para reducir el consumo energético.
- Diseñar la propuesta de automatización con IoT, con el fin de reducir el consumo de energía eléctrica en un hogar modelo en la Provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas.
- Establecer un análisis comparativo del consumo energético antes y después de la solución, a fin de inferir si efectivamente la automatización con IoT, puede ayudar a reducir el consumo de energía.



# MARCO TEÓRICO - Tecnologías Utilizadas



Interruptores inteligentes



Capacitor



Tomacorriente inteligente



Sensor PIR 110° Antimascotas Wi-Fi



Sensor PIR 360° Wi-Fi



Foco LED RGB inteligente



Controlador RGB inteligente



Breaker 220V inteligente



Wi-Fi Smart switch On/Off



# DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE LA PROPUESTA – Diseño

## Automatización de Iluminación del Hogar

Planta	Habitación	Dispositivo de iluminación	Dispositivo IoT controlador	Automatización	Hora activa	Tiempo activo
Planta Baja	Sala	Lampara colgante	Interruptor triple Smart	Sensor: Estado PIR y "Nadie pasó"Duración	17h30 a 20h00	3 horas
	Comedor	Lampara colgante				
	Cocina	Panel				
	Pasillo Refrigerador	Panel	Interruptor Simple Smart		21h00 a 23h00	2 horas
	Baño social	Foco	Interruptor Simple Smart	Interruptor: Delay Close	Todo el día	10 min
	Dormitorio Huéspedes	Panel	Interruptor Simple Smart	Interruptor: Delay Close	Todo el día	60 min
	Dormitorio Joshua	Panel	Interruptor Simple Smart	Interruptor: Delay Close	Todo el día	60 min
		Lampara	Foco LED Wi-Fi RGB Tuya Smart	Interruptor: Schedule	19h00 a 22h00	3 horas
	Baño Joshua	Panel	Interruptor Simple Smart	Interruptor: Delay Close	Todo el día	20 min
	Pasillo parte Trasera	Appliques	Interruptor Doble Smart	Sensor: Estado PIR y nadie pasó	19h00 a 23h00	4 horas
		Foco				
Garaje	Panel	Interruptor Simple Smart	Sensor: Estado PIR y nadie pasó	18h00 a 23h00	5 horas	
Puerta Garaje	Panel	Interruptor Simple Smart	Interruptor: Schedule	19h00 a 22h00	3 horas	
Plata Alta	Escaleras A	Panel	Interruptor Simple Smart y Conmutador RF	Sensor: Estado PIR y nadie pasó	17h30 a 07h30 día siguiente	14 horas
	Pasillo Sala	Panel	Interruptor Triple Smart	Sensor: Estado PIR y nadie pasó	18h00 a 06h00 día siguiente	10 horas
	Sala	Panel				
	Baño Sala	Panel	Interruptor Doble Smart	Sensor: Estado PIR y nadie pasó	18h00 a 06h00 día siguiente	10 horas
		Foco				
	Dormitorio Abner	Panel	Interruptor Doble Smart	Interruptor: Delay Close	Todo el día	60 min
		Lampara RGB	Foco LED Wi-Fi RGB Tuya Smart	Interruptor: Delay Close	18h00 a 22h00	4 horas
	Dormitorio Ronald	Panel	Interruptor Doble Smart	Interruptor: Delay Close	Todo el día	60 min
		Lampara RGB	Foco LED Wi-Fi RGB Tuya Smart	Interruptor: Schedule	17h35 a 23h00	5 horas 35 min
	Dormitorio Máster	Panel	Interruptor Doble Smart	Interruptor: Delay Close	Todo el día	60 min
	Pasillo Dormitorio Máster	Panel	Interruptor Doble Smart	Sensor: Estado PIR y nadie pasó	17h30 a 00h00	7 horas
Baño Dormitorio Máster	Panel	Interruptor Triple Smart	Interruptor: Delay Close	Todo el día	10 min	
	Foco					
Fachada	Appliques	Interruptor Inteligente Smart Switch On Y Off Básico Wi-Fi	Interruptor: Schedule	18h30 a 22h00	3 horas 30 min	
Terraza	Escaleras B	Lampara colgante	Interruptor Simple Smart	Sensor: Estado PIR y nadie pasó	17h30 a 00h00	6 horas 30 min





# DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE LA PROPUESTA – Diseño

## Automatización de los Sensores

Nombre del Sensor	Tipo de sensor	Nombre De Automatización	Nombre Del Switch	Horario
Sensor Panta Baja	PIR 360°	Encendido Planta Baja	Foco 1 Cocina	17h30 - 20h00
			Lampara Comedor	
			Lampara Sala	
		Encendido Pasillo Planta Baja	Foco 1 Refrigerador	21h00 - 23h00
		Apagado Planta Baja	Foco 1 Cocina	Las 24 horas
			Lampara Comedor	
Lampara Sala				
Sensor Parte Trasera	PIR 360°	Encendido Parte Trasera	Apliques Traseros	19h00 - 23h00
			Foco 1 Trasero	
		Apagado Parte Trasera	Apliques Traseros	Las 24 horas
Foco 1 Trasero				
Sensor Garaje	PIR Antimascotas	Encendido Garaje	Foco Garaje	18h00 - 23h00
		Apagado Garaje		Las 24 horas
Sensor Planta Alta	PIR 360°	Encendido Pasillo Sala Planta Alta	Foco 1 Pasillo Sala	18h00 -06h00
			Foco 2 Pasillo Sala	
		Apagado Pasillo Sala Planta Alta	Foco 1 Pasillo Sala	Las 24 horas
			Foco 2 Pasillo Sala	
Sensor Escaleras A	PIR 360°	Encendido Madrugada Planta Alta	Foco 2 Baño	22h30 – 05h00
		Encendido Escaleras A	Foco Escaleras A	17h30 - 07h30
				Apagado Escaleras A
Sensor Escaleras B	PIR 360°	Encendido Escaleras B	Foco Escaleras B	17h30 -00h00
		Apagado Escaleras B		Las 24 horas
Sensor Pasillo Dormitorio Máster	PIR 360°	Encendido Pasillo Dormitorio Máster	Foco 1 Pasillo	17h30 a 00h00
			Foco 2 Pasillo	
		Apagado Pasillo Dormitorio Máster	Foco 1 Pasillo	Las 24 horas
			Foco 2 Pasillo	
Sensor Dormitorio Joshua	PIR 360°	Encendido Dormitorio Joshua	Foco 1 Joshua	19h30 -07h30
		Apagado Dormitorio Joshua		Las 24 horas



# DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE LA PROPUESTA – Diseño

## Automatización De Tomacorrientes Del Hogar

Planta	Habitación	Dispositivo Electrónico	Dispositivo IoT controlador	Automatización	Tiempo activas	Días				
Planta Baja	Cocina	Cocina de inducción	Breaker Inteligente 2p Wi-Fi Tuya Smart 220v	Schedule	17h30 - 20h00	Lunes a viernes				
					05h00 - 07h00					
					18h30 - 20h00	Fines de semana				
					07h00 - 09h00					
	Dormitorio Huéspedes	Lampara	Toma Corriente Wi-Fi Tuya Smart	Inching	60 min encendido	Diario				
	Dormitorio Joshua	Televisor Joshua	Toma Corriente Wi-Fi Tuya Smart	Schedule	21h00 - 23h00	Lunes a viernes				
					16h00 - 23h00	Fines de semana				
					17h30 - 23h00	Lunes a viernes				
07h00 - 00h00					Fines de semana					
Dormitorio Joshua	Computador	Toma Corriente Wi-Fi Tuya Smart	Schedule	17h30 - 23h00	Lunes a viernes					
				07h00 - 00h00	Fines de semana					
				17h30 - 23h00	Lunes a viernes					
				18h00 - 23h00	Fines de semana					
Planta Alta	Sala	Televisor Sala	Toma Corriente Wi-Fi Tuya Smart	Schedule	12h35 -14h00	Lunes a viernes				
					18h00 - 22h00					
					Dormitorio Abner	Computador	Toma Corriente Wi-Fi Tuya Smart	Schedule	14h00 - 23h00	Lunes a viernes
									10h00 - 23h00	Fines de semana
	Dormitorio Ronald	Cargador	Toma Corriente Wi-Fi Tuya Smart	Inching	60 min por encendido	Diario				
					Computador	Toma Corriente Wi-Fi Tuya Smart	Schedule	08h00 - 23h00	Fines de semana	
								10h00 - 23h00	Lunes a viernes	
					Cargador	Toma Corriente Wi-Fi Tuya Smart	Inching	60 min por encendido	Fines de semana	



# DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE LA PROPUESTA – Diseño

## Escenarios Ejecutables

Nombre del Escenario	Nombre de Dispositivos o Escena	Tarea
Modo Cine	Regulador V Tv Mini Enchufe[Sala Planta Alta]	Switch: ON
	Encendido Escaleras B	Automatización: Desactivar
	Apagado Escaleras B	Automatización: Desactivar
	Encendido Pasillo Planta Alta	Automatización: Desactivar
	Apagado Pasillo Planta Alta	Automatización: Desactivar
	Tv Sala Smart LED[Sala Planta Alta]	ON/OFF: ON
	Tv mueble Smart LED[Sala Planta Alta]	ON/OFF: ON
	Sala Planta Alta Interruptor Smart[Sala Planta Alta]	Foco 1 Sala: OFF Foco 2 Sala: OFF Foco 2 Sala: OFF
Desactivar Modo Cine	Encendido Escaleras B	Automatización: Activar
	Apagado Escaleras B	Automatización: Activar
	Encendido Pasillo Planta Alta	Automatización: Activar
	Apagado Pasillo Planta Alta	Automatización: Activar
	Tv Sala Smart LED[Sala Planta Alta]	ON/OFF: OFF
	Tv mueble Smart LED[Sala Planta Alta]	ON/OFF: OFF
Modo Visitas	Encendido Escaleras B	Automatización: Desactivar
	Apagado Escaleras B	Automatización: Desactivar
	Encendido Escaleras A	Automatización: Desactivar
	Apagado Escaleras A	Automatización: Desactivar
	Encendido Pasillo Planta Alta	Automatización: Desactivar
	Apagado Pasillo Planta Alta	Automatización: Desactivar
	Foco Escaleras A Interruptor Smart Simple[Escaleras A]	Focos Escaleras A: ON
	Foco Escaleras B Interruptor Smart Simple[Escaleras B]	Focos Escaleras B: ON
Desactivar Modo Visitas	Encendido Escaleras B	Automatización: Activar
	Apagado Escaleras B	Automatización: Activar
	Encendido Escaleras A	Automatización: Activar
	Apagado Escaleras A	Automatización: Activar
	Encendido Pasillo Planta Alta	Automatización: Activar
	Apagado Pasillo Planta Alta	Automatización: Activar
	Foco Escaleras A Interruptor Smart Simple[Escaleras A]	Focos Escaleras A: OFF
	Foco Escaleras B Interruptor Smart Simple[Escaleras B]	Focos Escaleras B: OFF
Encender todas las luces	Todos los interruptores y focos RGB	Focos: ON
Apagar todas las luces	Todos los interruptores y focos RGB	Focos: OFF
Encender todos los tomacorrientes	Todos los tomacorrientes (Mini enchufes)	Switches: ON
Apagar todos los tomacorrientes	Todos los tomacorrientes (Mini enchufes)	Switches: OFF



# DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE LA PROPUESTA – Implementación

## Instrumentos y materiales

### Dispositivos IoT

Dispositivos	Cantidad	Potencia energética conectada a los dispositivos (W)
Interruptores inteligentes	19	299.00
Switch on y off simple Wi-Fi	1	10.00
Sensores de movimiento inteligentes Wi-Fi	8	1.60
Tomacorrientes inteligentes	9	966.00
Breaker 220V inteligente	1	1,833.00
Focos LED RGB inteligentes	4	36.00
Controlador Wi-Fi RGB	2	10.00
Total:	44	3,155.60

### Dispositivos de red

Dispositivos	Cantidad
Router TL-WR850N	2
Total:	2



# DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE LA PROPUESTA – Implementación

## Hogar Modelo



Planta Alta

Planta Baja



Planta Baja

## Esquemas

### Dispositivos IoT

- Interruptor Smart Simple
- Interruptor Smart Doble
- Interruptor Smart Tripe
- Tomacorriente Inteligente
- Sensor PIR 360°
- Sensor PIR Antismoscotas
- Foco LED Wi-Fi RGB
- Breaker inteligente 220V

### Dispositivos de Red

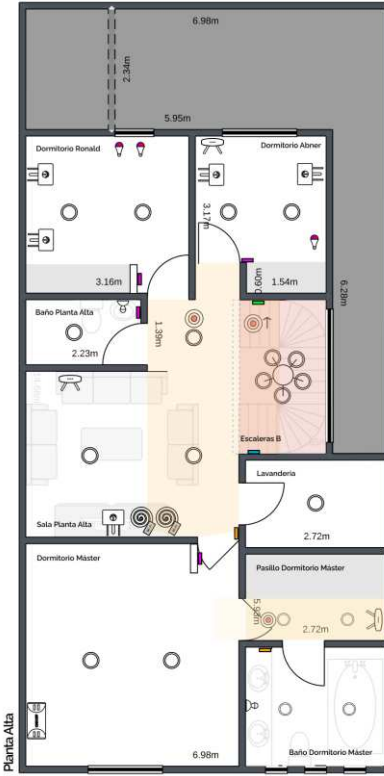
- Router TP-Link TL-WR850N

### Dispositivos de Iluminación

- Apliques Fachada
- Apliques Traseros
- Foco LED
- Lámpara colgante LED
- Panel LED grande
- Panel LED mediano
- Panel LED pequeño

### Alcance de los sensores

- Sensor PIR 360° Interior/Exterior
- Sensor PIR 360° Escaleras A
- Sensor PIR Antismoscotas



Planta Alta

### Dispositivos IoT

- Interruptor Smart Simple
- Interruptor Smart Doble
- Interruptor Smart Tripe
- Interruptor RF (Radio Frecuencia)
- Tomacorriente Inteligente
- Sensor PIR 360°
- Foco LED Wi-Fi RGB
- Controlador LED Wi-Fi
- Switch on y off simple Wi-Fi

### Dispositivos de Red

- Router TP-Link TL-WR850N

### Dispositivos de Iluminación

- Foco LED
- Lámpara colgante LED
- Panel LED grande
- Panel LED mediano
- Panel LED pequeño

### Alcance de los sensores

- Sensor PIR 360° Interior
- Sensor PIR 360° Escaleras B



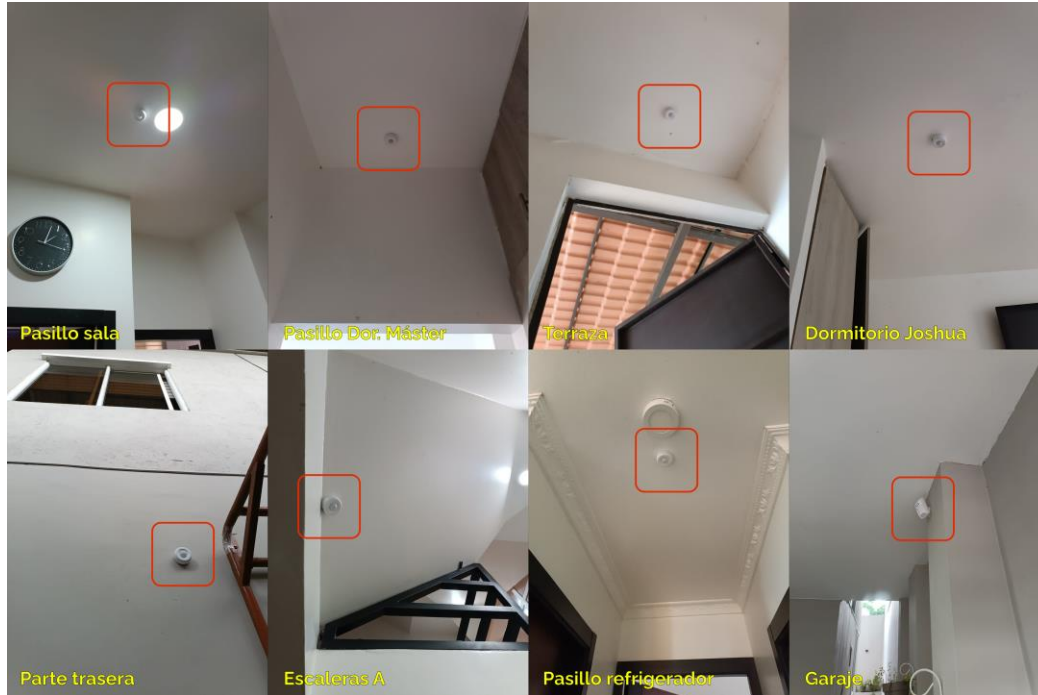
# DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE LA PROPUESTA – Implementación

## Instalación de Dispositivos IoT



# DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE LA PROPUESTA – Implementación

## Sensores instalados

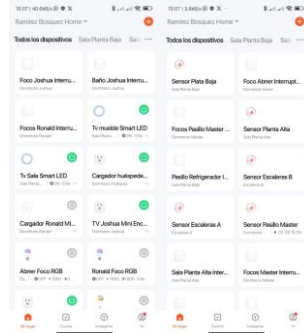


## Routers instalados

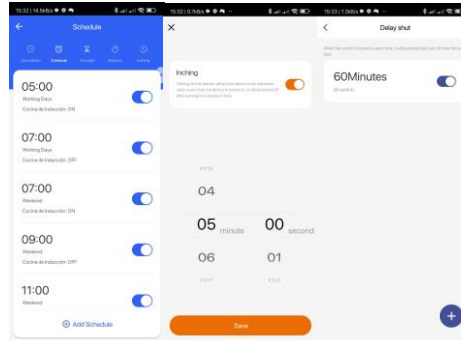


# DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE LA PROPUESTA – Implementación

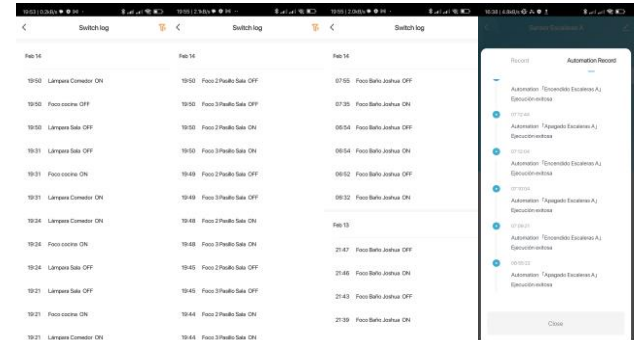
## Dispositivos IoT en la aplicación



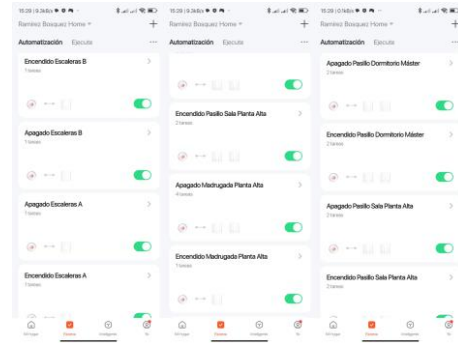
## Ejemplos de programaciones



## Logs de ejecución de los dispositivos IoT



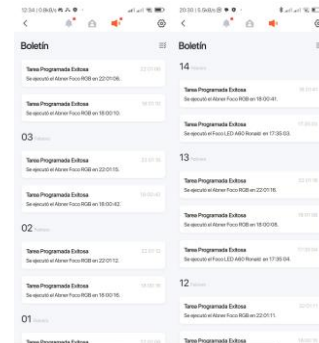
## Automatizaciones



## Escenarios Ejecutables



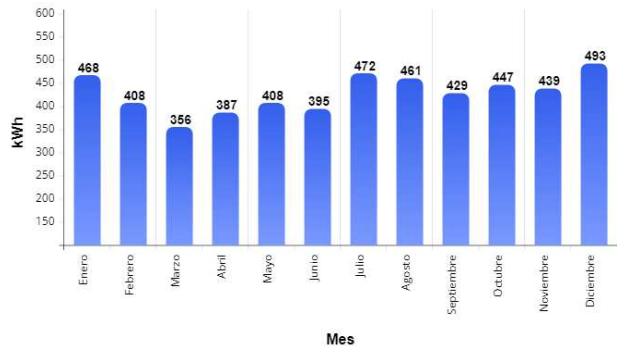
## Boletín de notificaciones de ejecución





# ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

Consumo energético del hogar en el año 2023

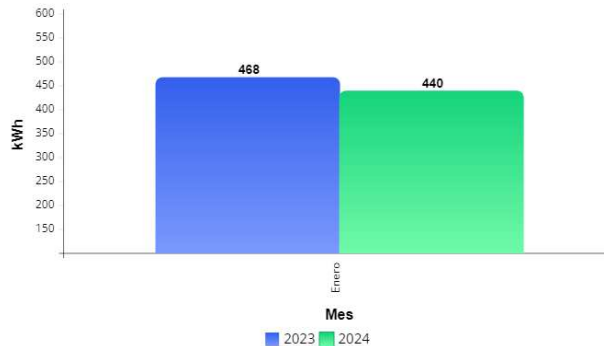


Línea base de comparación: Enero 2023

Enero 2023: 468 kWh

Promedio consumo energético Mensual: 430.25 kWh

Comparación del consumo energético Antes y Después



Diferencia de kWh: 28 kWh

Porcentaje de ahorro: 6%



**EMPRESA ELÉCTRICA PÚBLICA ESTRATÉGICA**  
**CORPORACIÓN NACIONAL DE ELECTRICIDAD CNEL EP**  
 De Manda: GUAYAZUL, VÍA A LA COSTA KM 6 1/2 EDIFICIO  
 GRUPO CERCOS PISO 3  
 Dr. Bucanell AV. TIACHALA EDY Y CLEMENCIA DE MORA  
 Contribuyente Especial No: 005  
 OBLIGADO A LLEVAR CONTABILIDAD: SI

R.U.C.: 0968599020001  
**FACTURA** No. 043 - 029 - 017529026  
 NÚMERO DE AUTORIZACIÓN  
 2021-02-01-1066599020001-124-32361175290261151115611  
 FECHA Y HORA DE AUTORIZACIÓN 2024-01-30T13:24:18-05:00  
 AMBIENTE: PRODUCCIÓN EMISIÓN: NORMAL

CLAVE DE ACCESO



Fecha Emisión: 29-Ene-2024 Fecha Máxima de Pago: 15-Feb-2024

INFORMACIÓN DEL CONSUMIDOR

Nombre:	CELISER	Código único eléctrico nacional:	170031139
Dirección:	BARRIO CORONEL VENENITO ESPERANZA	CE:	001
Calle:	CAJAL 6 # 4 CALA 4		
Provincia:	Cajal	Barrio:	BARRIO DOMINIO TACAH
Tipo de Tarifa:	RESIDENCIAL #1 PFC	Municipio:	BARAHONA CALAZANZA

1. FACTURACIÓN SERVICIO ELÉCTRICO Y ALUMBRADO PÚBLICO

Medida: 000101017  
 Mes de Consumo: Enero-2024  
 Fecha Emisión: 29-01-24  
 Fecha Facturación: 23-01-24  
 Día Facturación: 23

Descripción	Actual	Anterior	Cambio	Unidades
Energía Usada	980278	980228	999506	kWh
Energía Costo Eléctrico y Cobramiento de Agua	-----	-----	999998	99%
Reservación	-----	-----	-----	-----
Energía Transferida	-----	-----	999999	99%

HISTORIAL DE CONSUMOS



Descripción	Valor
Tarifa Básica	41.33
Costo Eléctrico	7.28
Tarifa Especial	0.00
<b>Total</b>	<b>48.77</b>

Subsidio Total de 12 Facturaciones de Consumo

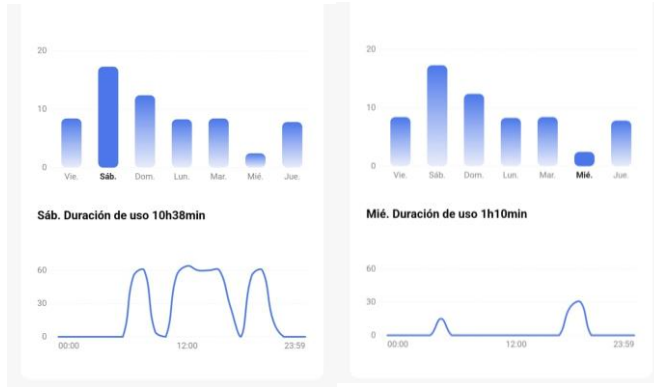
SERVICIO ELÉCTRICO Y ALUMBRADO PÚBLICO

DESCRIPCIÓN	VALOR
ENERGÍA	24.00
Subsidio Cruzado	3.34
Comercialización	1.41
Subsidio Servicio Eléctrico (SSE)	48.00
ALUMBRADO PÚBLICO	6.00
Impuesto del 10%	6.00
Impuesto del 4%	2.40
IVA del 12%	8.00
<b>TOTAL SE Y AP (1)</b>	<b>66.81</b>

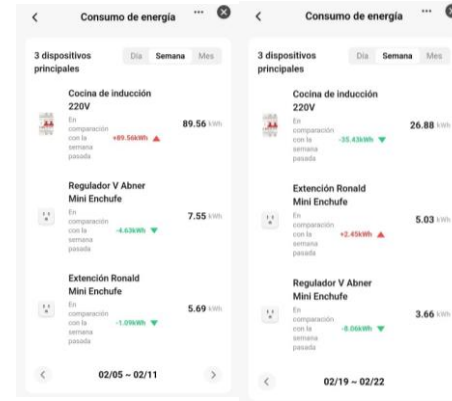
TOTAL A PAGAR	
Servicio Eléctrico y Alumbrado Público (1)	66.81
<b>TOTAL (1)</b>	<b>66.81</b>

# ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

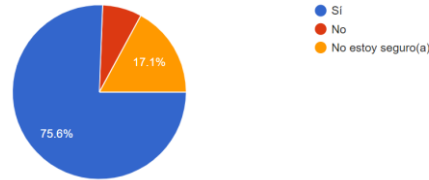
## Días con mayor y menor horas de consumo



## Dispositivos IoT con mayor consumo energético



## Interés de encuestados en sistemas de automatización con IoT



# CONCLUSIONES

- La implementación de la propuesta IoT ha sido efectiva en la reducción del consumo eléctrico en el hogar, por cuanto, se ha demostrado en este trabajo que la implementación de esta iniciativa evita el factor humano en el uso de los aparatos eléctricos y electrónicos, y por ende el ahorro ya no depende de los malos hábitos de consumo. Por lo tanto, si se aplicara a escala nacional podría contribuir de manera significativa al ahorro energético en el país, considerando que el consumo residencial es el de mayor demanda en Ecuador.
- Este trabajo abre el camino a los interesados en la domótica de una residencia en la provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas y en el país, ya que en este diseño de propuesta IoT se encuentran datos prácticos que pueden evitar obstáculos y acortar el camino para una óptima aplicación de la automatización con IoT.
- Se evidenció que los dispositivos IoT consumen muy poca energía, por lo que se pudo ahorrar a pesar de que estuvieran conectados los aparatos eléctricos mediante estos; se obtendría esta economía siempre y cuando se haga una programación adecuada a dichos instrumentos, pues de lo contrario se tendría un sistema automático a distancia que no evitaría los malos hábitos de consumo.

# RECOMENDACIONES

- Se recomienda empezar a utilizar IoT no solo en los hogares, sino también en la industria con el fin de alcanzar mayor ahorro energético a nivel provincial y nacional.
- Para futuras implementaciones de sistemas de domótica en hogares, se recomienda tomar en cuenta las estadísticas de consumo energético y la programación de los dispositivos de una forma adecuada, que optimicen el consumo de energía, pudiendo ser una futura propuesta la programación de dispositivos a través de Machine Learning.
- Las autoridades deben promover cada vez más el ahorro energético a través del estímulo y apoyo económico a los proyectos de domotización en residencias e industrias de la provincia y el país, ya que, al ser aplicados a gran escala, se conseguiría a bajos costos en la adquisición de dispositivos IoT y por otro lado el ahorro energético se multiplicaría.

