



Arquitectura de supervisión de consumo energético basada en IoT para edificios.



Estudiantes:

- Jonathan Eduardo Espinosa Mieles
- Jessica Estefania Pinta Cofre

Tutor:

Ing. Jorge Geovanny Raura Ruiz





CONTENIDO

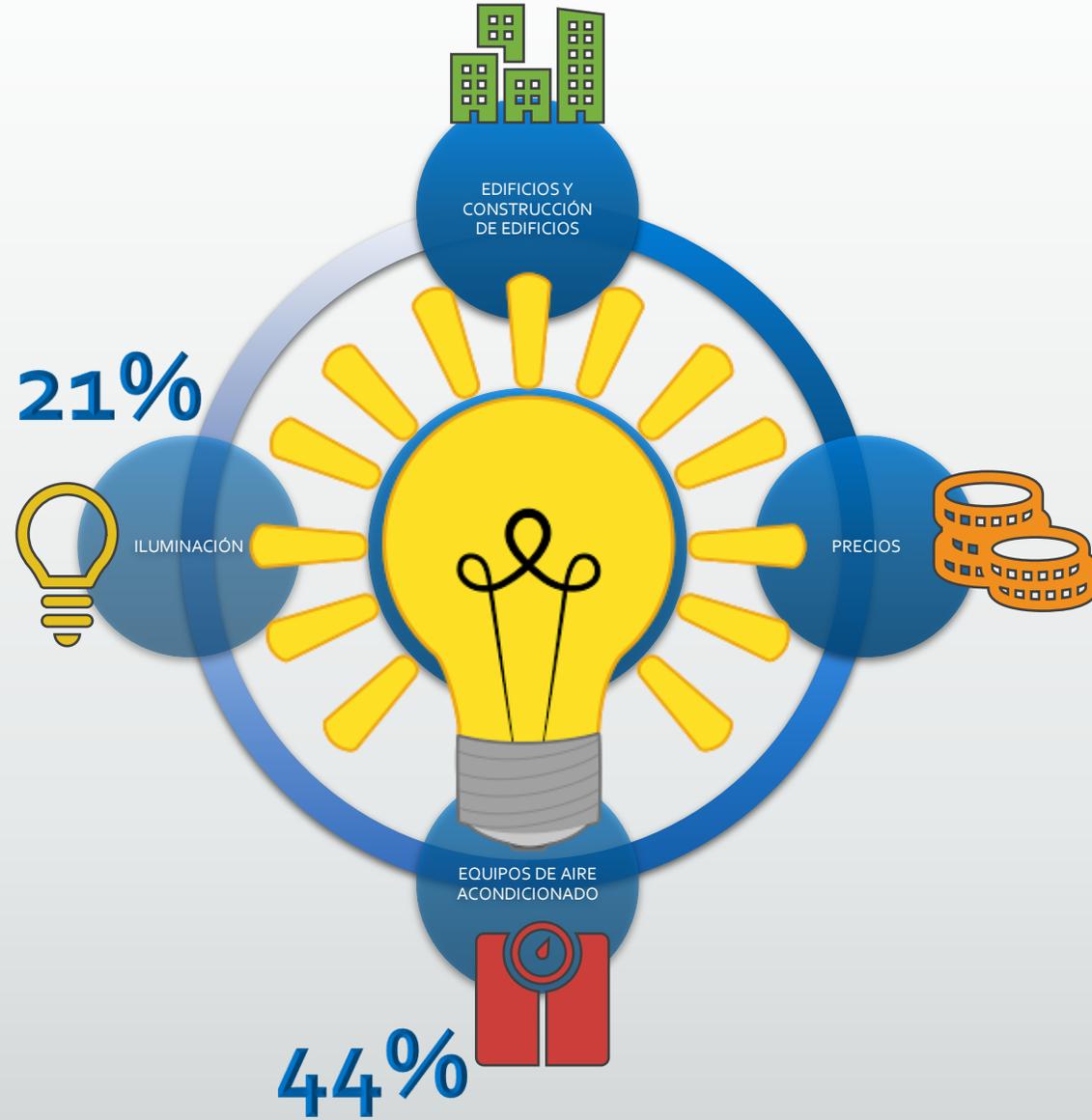
- ANTECEDENTES
- PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA
- ESTADO DEL ARTE
- OBJETIVOS
- ALCANCE
- METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN
- SOLUCIÓN PROPUESTA
- VALIDACIÓN DE LA SOLUCIÓN
- CONCLUSIONES
- RECOMENDACIONES





- **Antecedentes**
- **Planteamiento**
- **EOA**
- **Objetivos**
- **Alcance**
- **Metodología**
- **Solución**
- **Validación**
- **Conclusiones**
- **Recomendaciones**

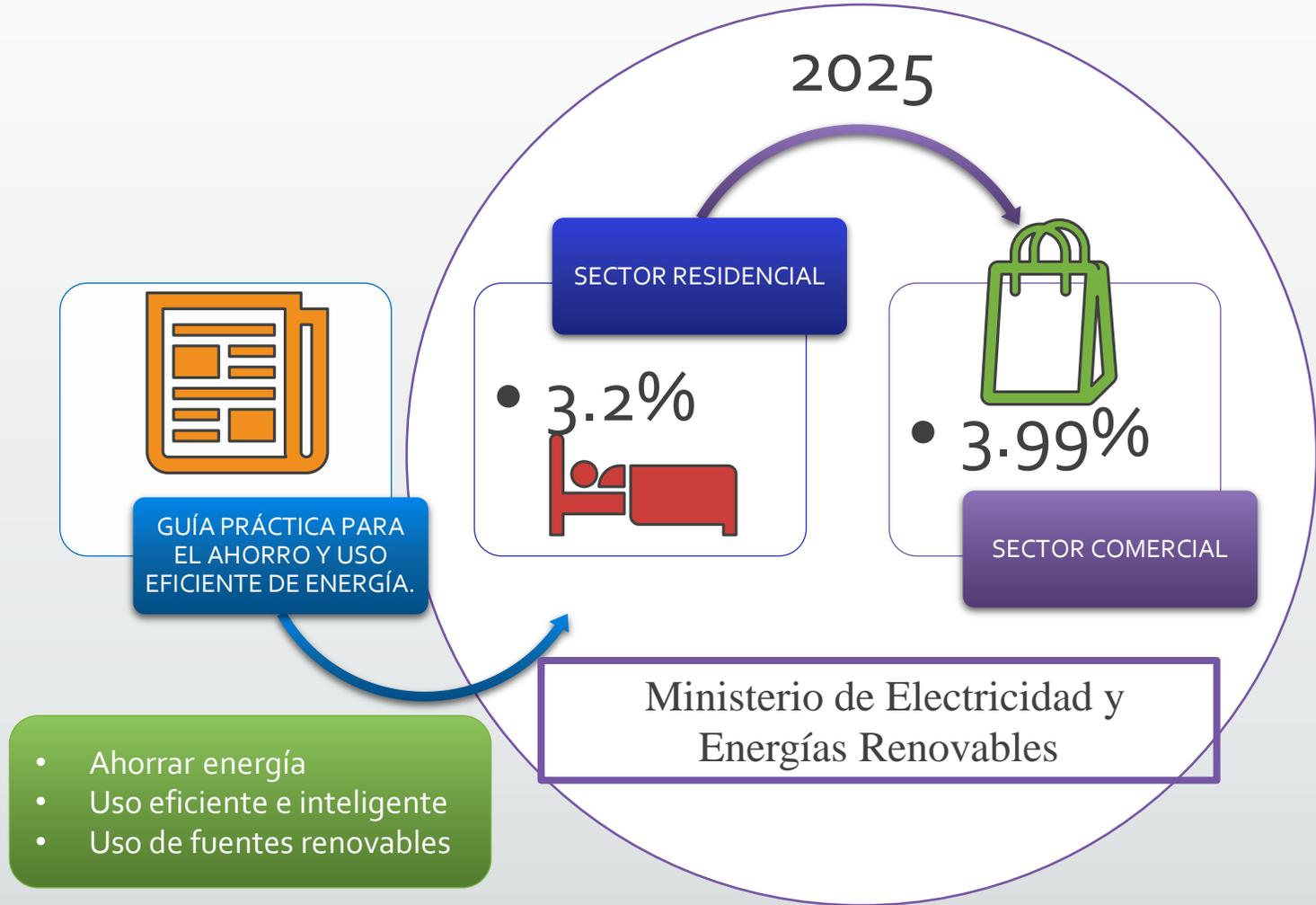
ANTECEDENTES





PROBLEMA

- **Antecedentes**
- **Planteamiento**
- **EOA**
- **Objetivos**
- **Alcance**
- **Metodología**
- **Solución**
- **Validación**
- **Conclusiones**
- **Recomendaciones**

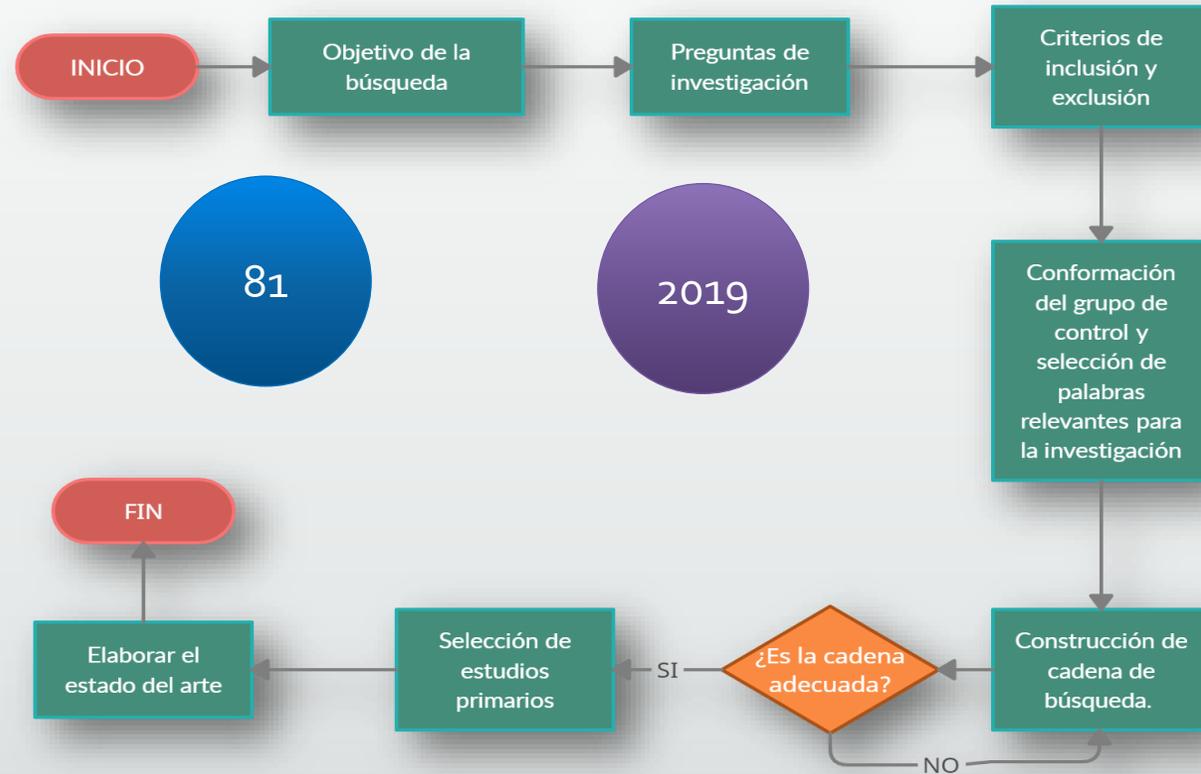




ESTADO DEL ARTE



- **Antecedentes**
- **Planteamiento**
- **EOA**
- **Objetivos**
- **Alcance**
- **Metodología**
- **Solución**
- **Validación**
- **Conclusiones**
- **Recomendaciones**





ESTADO DEL ARTE



ESTUDIOS PRIMARIOS

- **Antecedentes**
- **Planteamiento**
- **EOA**
- **Objetivos**
- **Alcance**
- **Metodología**
- **Solución**
- **Validación**
- **Conclusiones**
- **Recomendaciones**

Código	Título	Cita
EP1	Development of an IoT-Driven Building Environment for Prediction of Electric Energy Consumption	(Bedi, 2020)
EP2	Smart Energy Management and Demand Reduction by Consumers and Utilities in an IoT-Fog-Based Power Distribution System	(Tom, 2019)
EP3	Autonomous Energy-Efficient Wireless Sensor Network Platform for Home/Office Automation	(Abella, 2019)
EP4	IoT-Enabled Light Intensity-Controlled Seamless Highway Lighting System	(Rahman et al., 2020)
EP5	Connected Street Lighting Infrastructure for Smart City Applications	(Pandharipande & Thijssen, 2019)
EP6	Development of a Novel IoT-Enabled Power-Monitoring Architecture With Real-Time Data Visualization for Use in Domestic and Industrial Scenarios	(Jadhav et al., 2020)



- **Antecedentes**
- **Planteamiento**
- **EOA**
- **Objetivos**
- **Alcance**
- **Metodología**
- **Solución**
- **Validación**
- **Metodología**
- **Conclusiones**
- **Recomendaciones**

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Definir una arquitectura que permita el control del consumo energético en edificios, utilizando dispositivos IoT de bajo costo.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Realizar un estudio bibliográfico sobre soluciones basadas en IoT para mejorar la eficiencia energética en edificios.

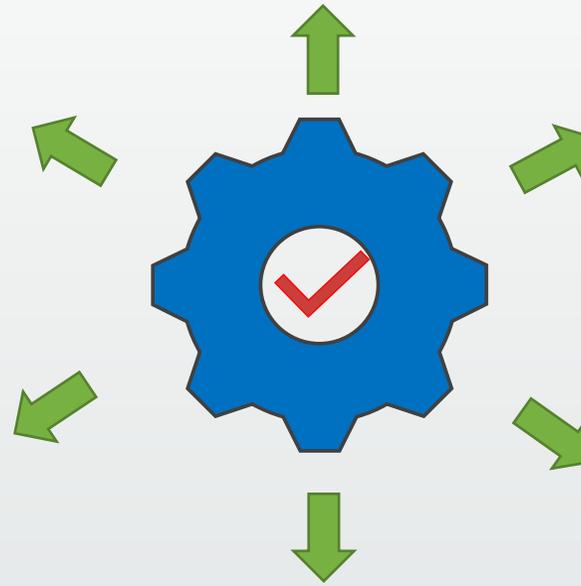
Diseñar una arquitectura de control y monitoreo de luces utilizando dispositivos IoT.

Validar la arquitectura de control y monitoreo mediante la implementación de un prototipo para determinar su efectividad en la gestión de consumo energético en edificios



ALCANCE

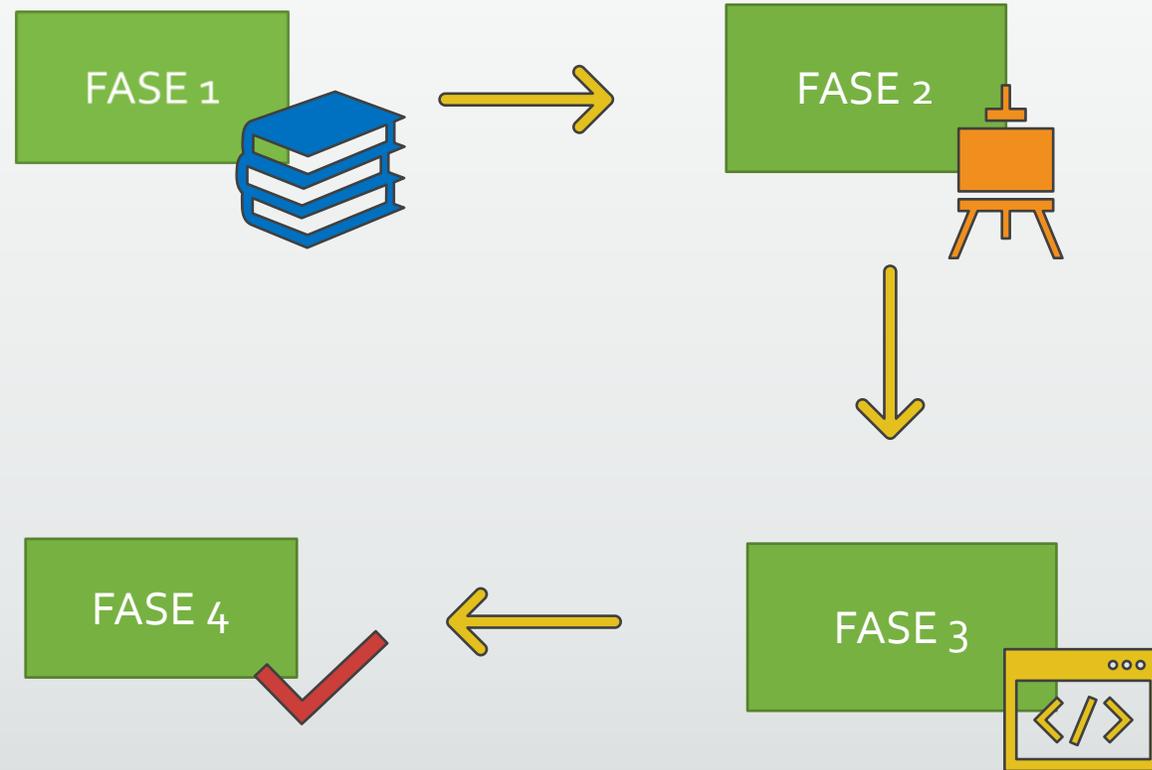
- *Antecedentes*
- *Planteamiento*
- *EOA*
- *Objetivos*
- *Alcance*
- *Metodología*
- *Solución*
- *Validación*
- *Conclusiones*
- *Recomendaciones*





METODOLOGÍA AD-HOC

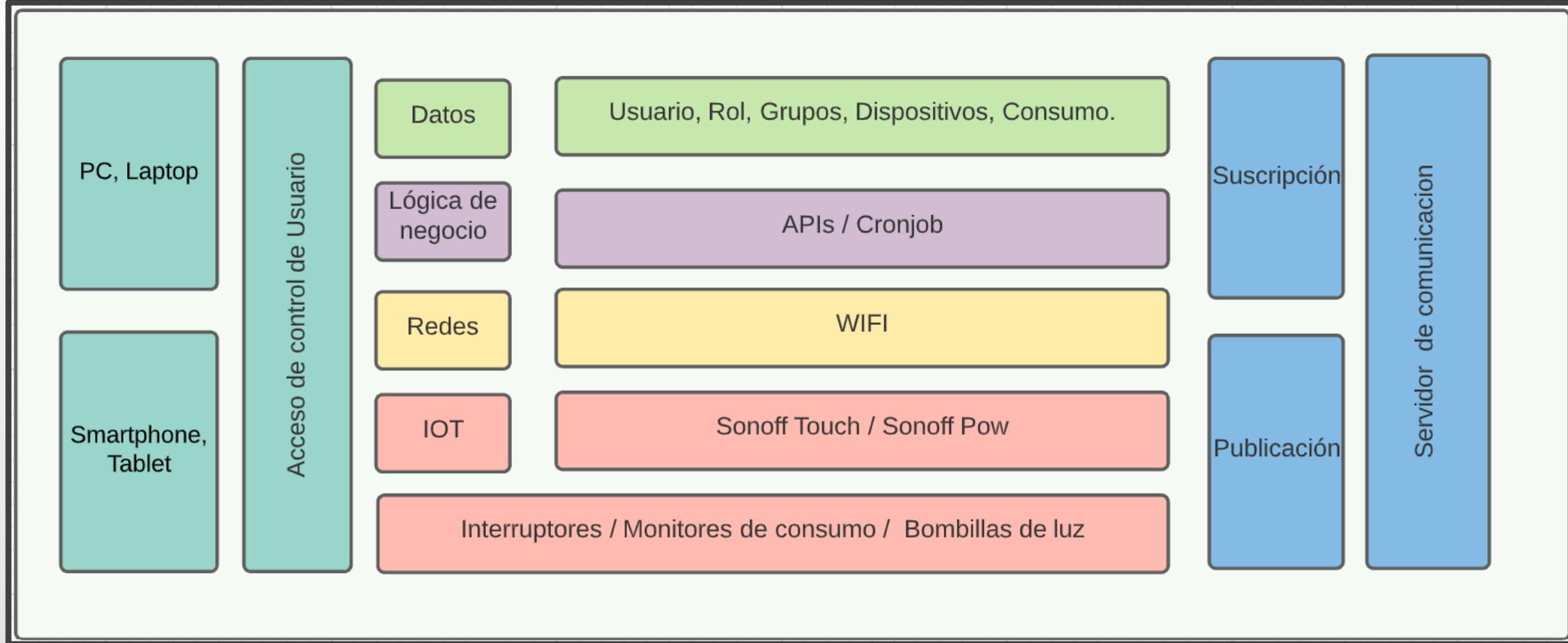
- *Antecedentes*
- *Planteamiento*
- *EOA*
- *Objetivos*
- *Alcance*
- *Metodología*
- *Solución*
- *Validación*
- *Conclusiones*
- *Recomendaciones*





ESTRUCTURA CONCEPTUAL DE CAPAS DE LA ARQUITECTURA

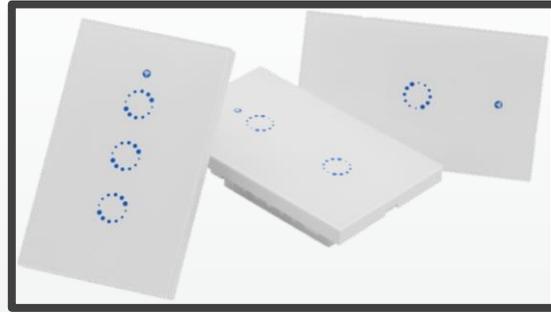
- **Antecedentes**
- **Planteamiento**
- **EOA**
- **Objetivos**
- **Alcance**
- **Metodología**
- **Solución**
- **Validación**
- **Conclusiones**
- **Recomendaciones**



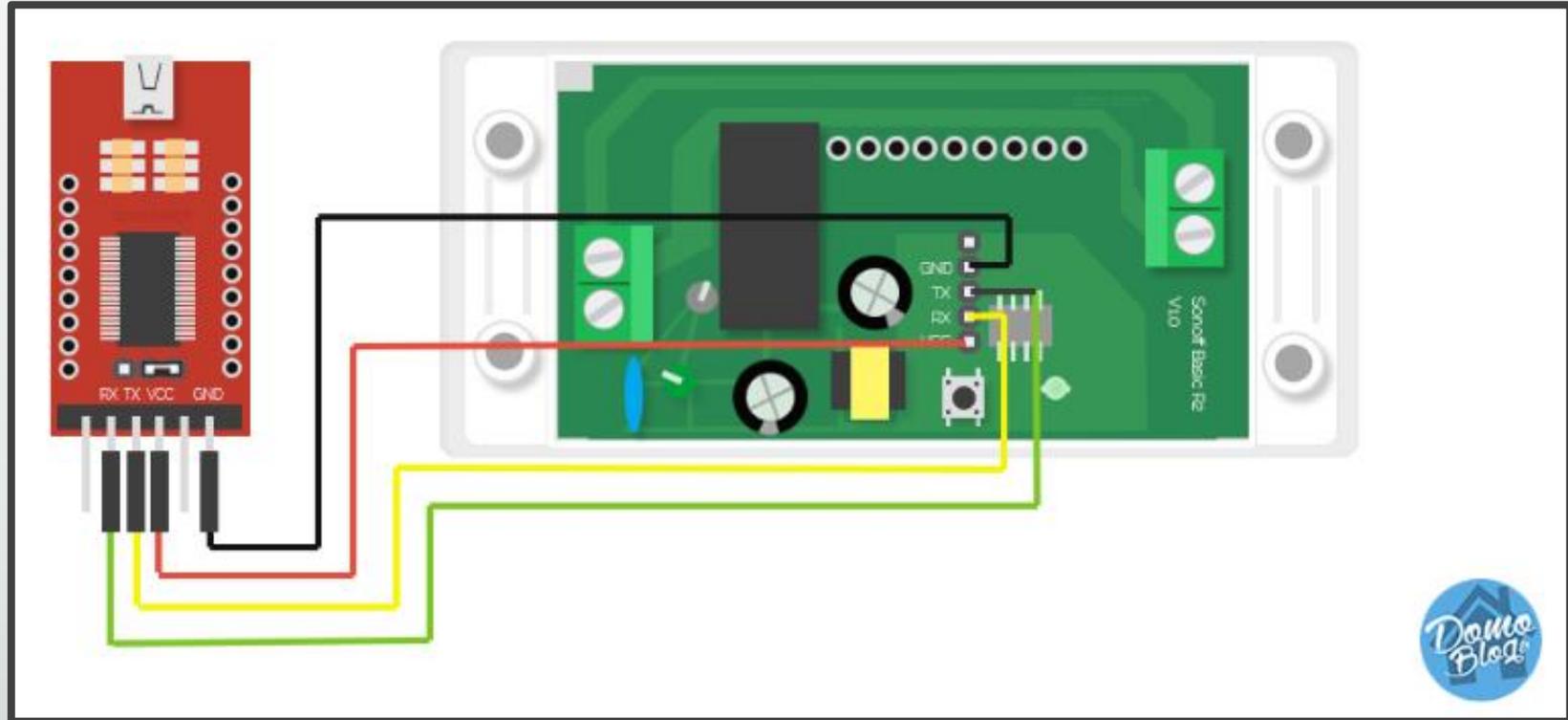


CAPA IOT

- *Antecedentes*
- *Planteamiento*
- *EOA*
- *Objetivos*
- *Alcance*
- *Metodología*
- *Solución*
- *Validación*
- *Conclusiones*
- *Recomendaciones*



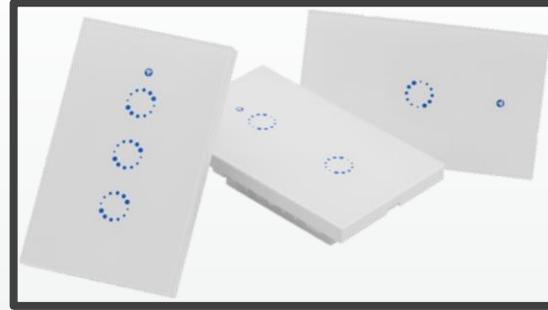
ESP8266





CAPA IOT

- *Antecedentes*
- *Planteamiento*
- *EOA*
- *Objetivos*
- *Alcance*
- *Metodología*
- *Solución*
- *Validación*
- *Conclusiones*
- *Recomendaciones*



CAPA IOT

SONOFF TOUCH 

FIRMWARE



TASMOTA

SONOFF POW 

FIRMWARE

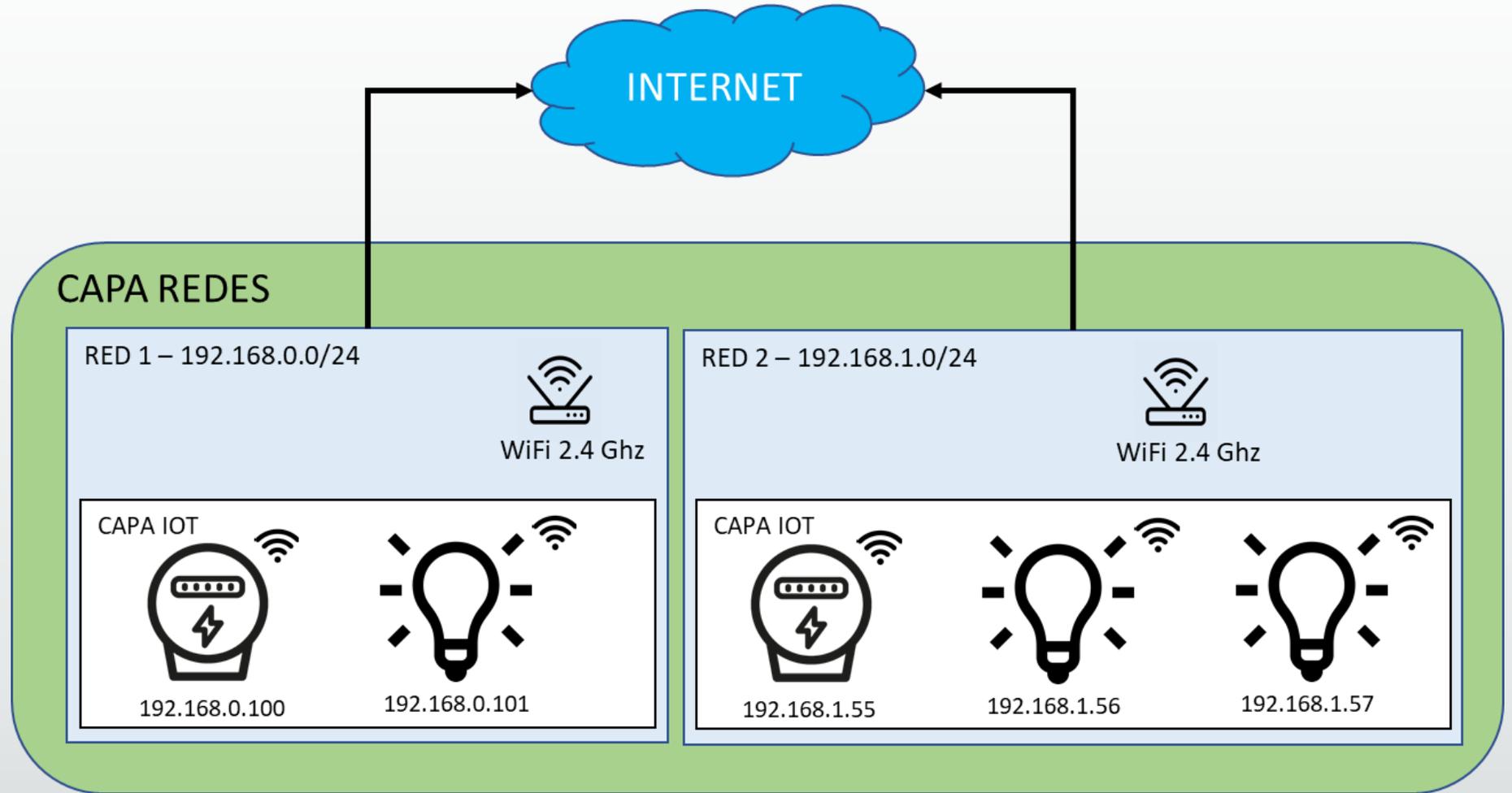


TASMOTA



CAPA DE REDES

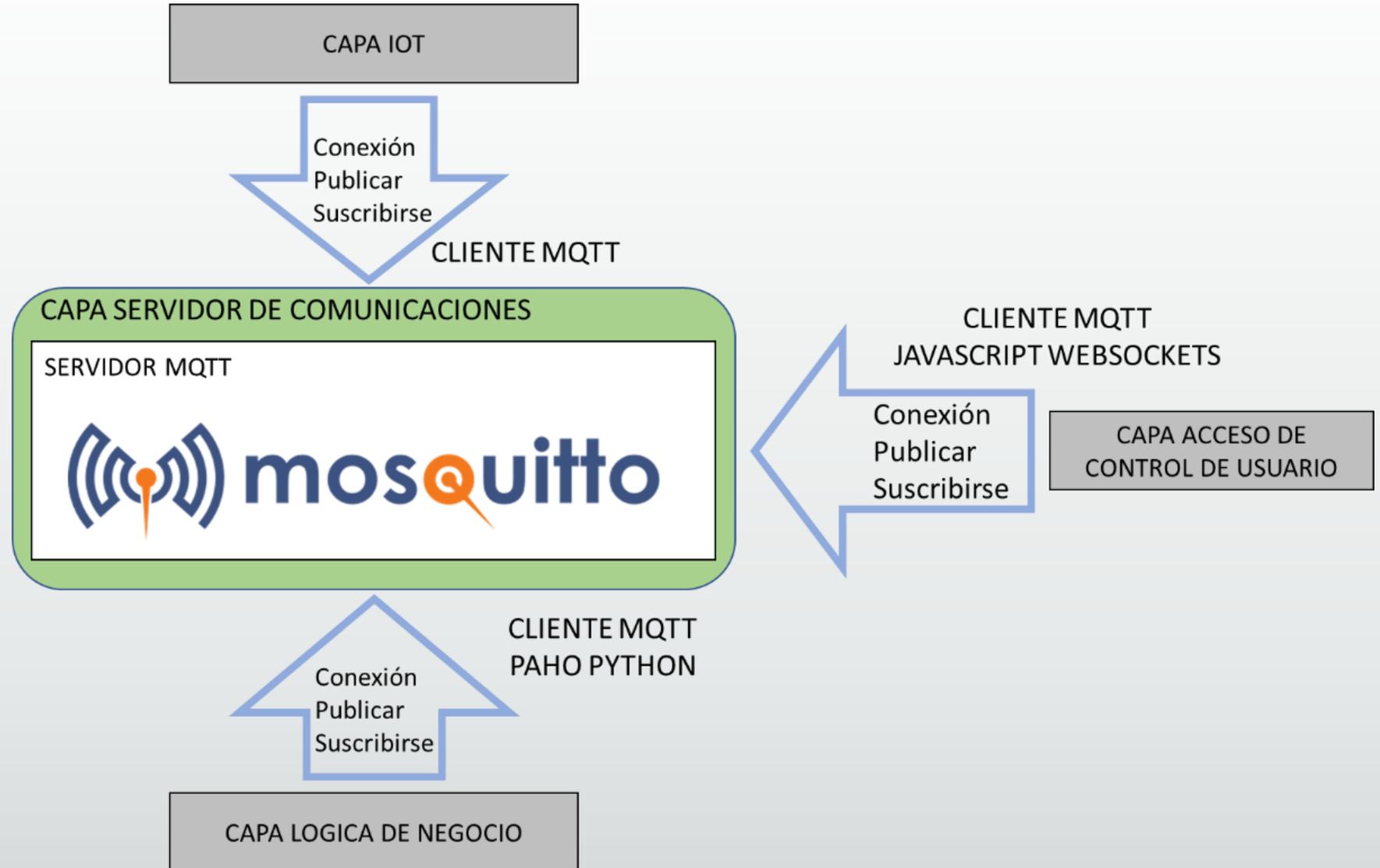
- **Antecedentes**
- **Planteamiento**
- **EOA**
- **Objetivos**
- **Alcance**
- **Metodología**
- **Solución**
- **Validación**
- **Conclusiones**
- **Recomendaciones**





CAPA SERVIDOR DE COMUNICACIÓN

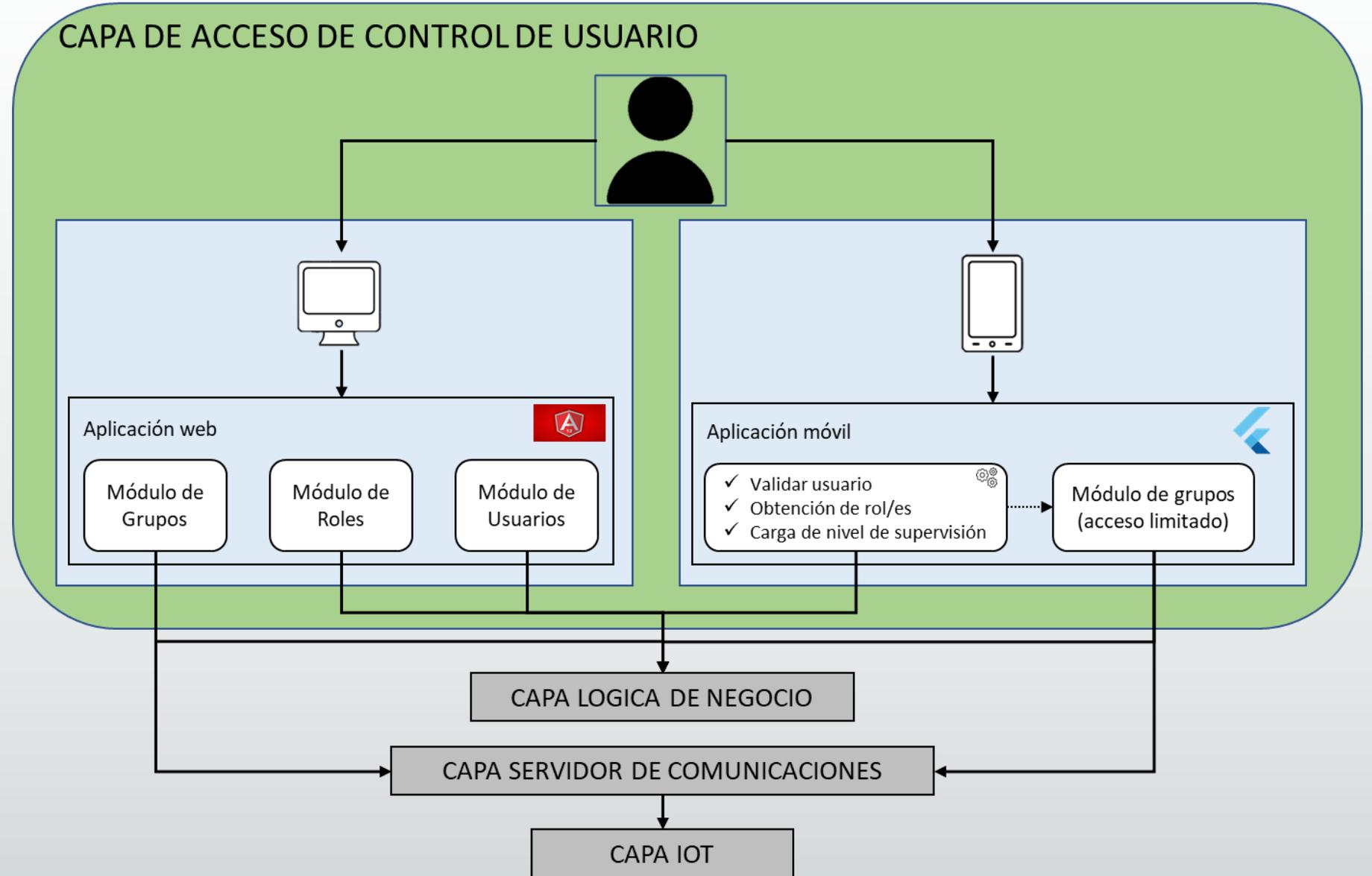
- **Antecedentes**
- **Planteamiento**
- **EOA**
- **Objetivos**
- **Alcance**
- **Metodología**
- **Solución**
- **Validación**
- **Conclusiones**
- **Recomendaciones**





CAPA DE ACCESO DE CONTROL DE USUARIO

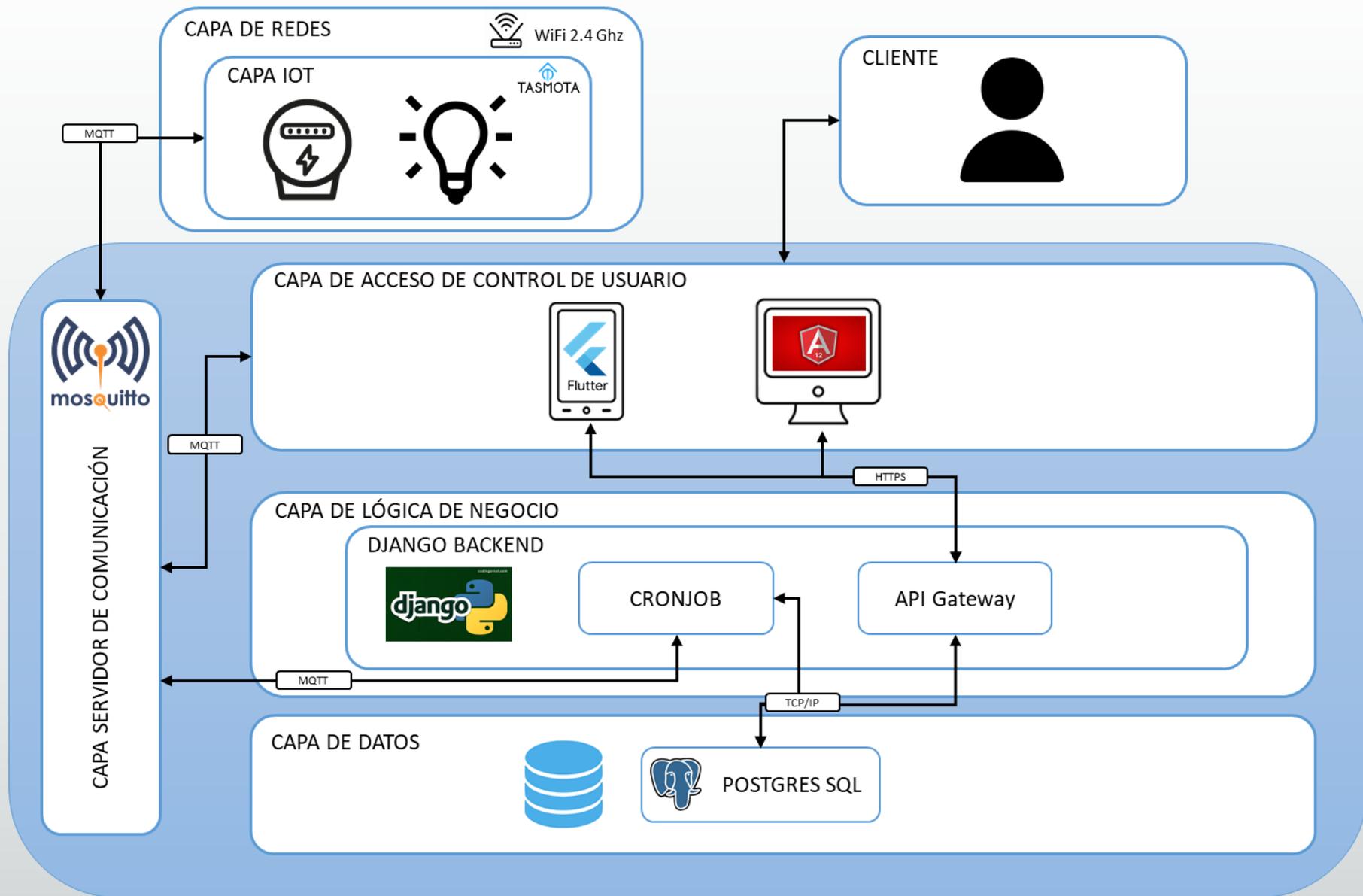
- *Antecedentes*
- *Planteamiento*
- *EOA*
- *Objetivos*
- *Alcance*
- *Metodología*
- *Solución*
- *Validación*
- *Conclusiones*
- *Recomendaciones*





DISEÑO DE LA ARQUITECTURA.

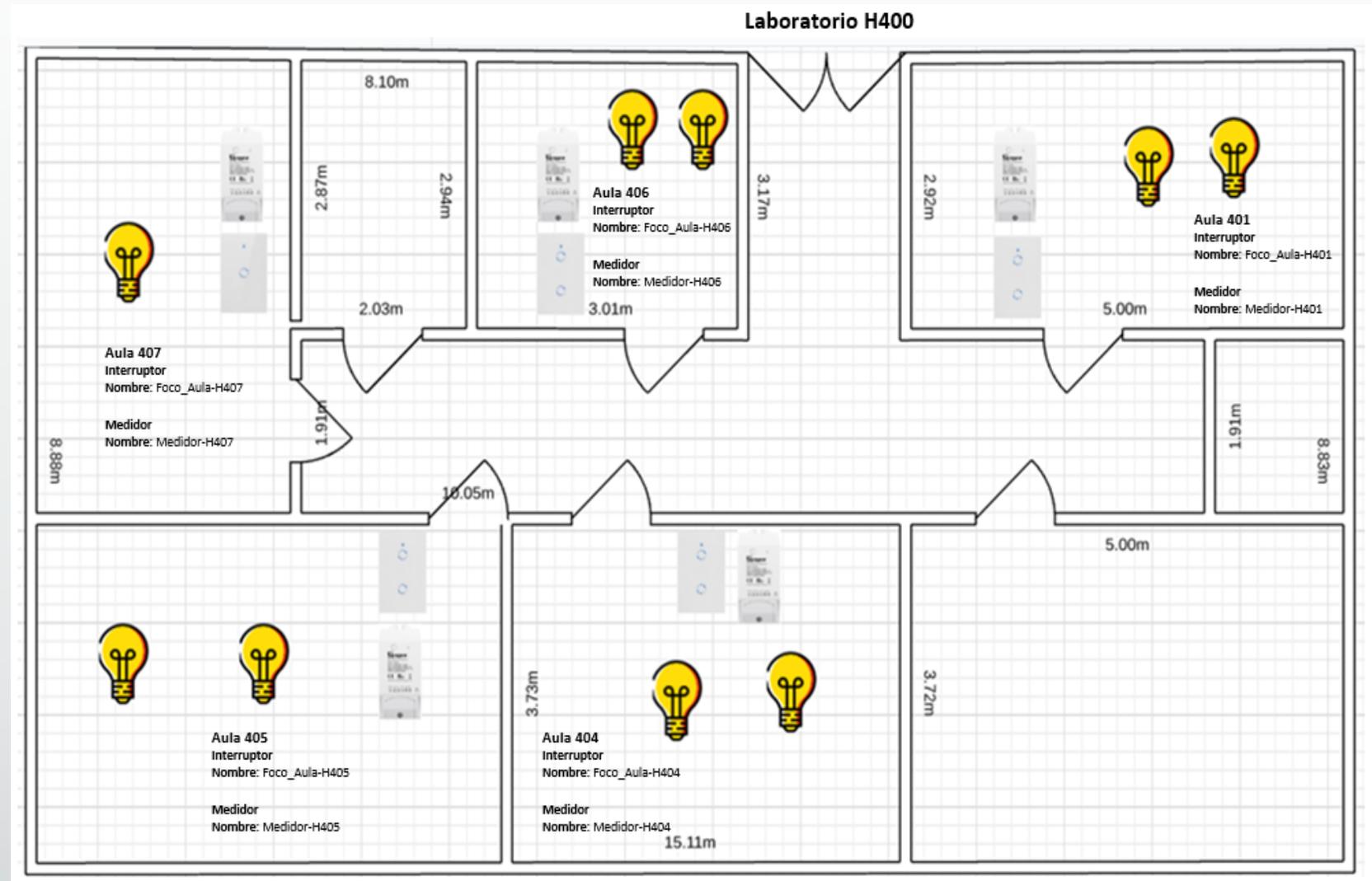
- **Antecedentes**
- **Planteamiento**
- **EOA**
- **Objetivos**
- **Alcance**
- **Metodología**
- **Solución**
- **Validación**
- **Conclusiones**
- **Recomendaciones**



ENTORNO DE PRUEBAS



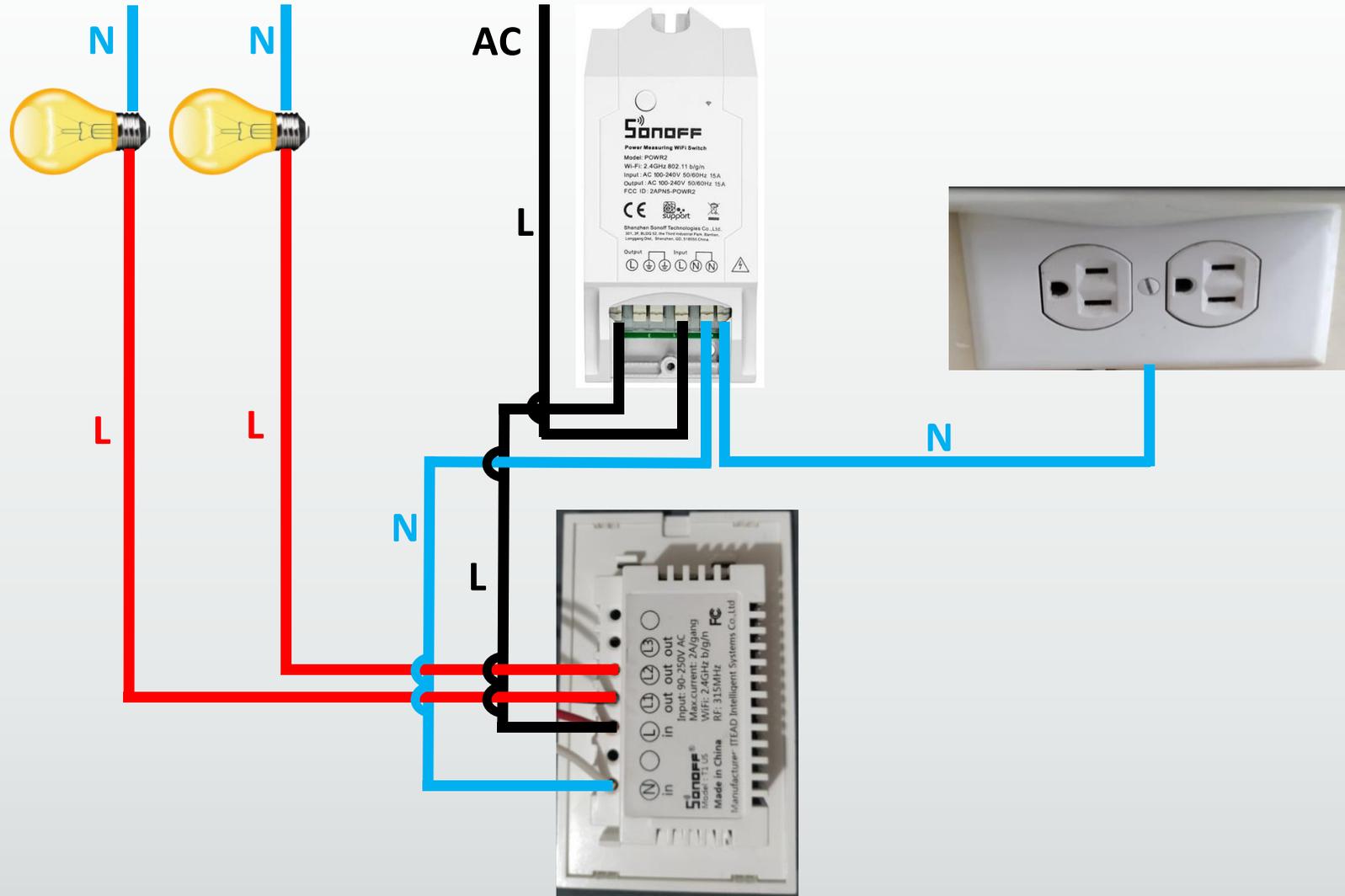
- **Antecedentes**
- **Planteamiento**
- **EOA**
- **Objetivos**
- **Alcance**
- **Metodología**
- **Solución**
- **Validación**
- **Conclusiones**
- **Recomendaciones**



GRAFICA DE CONEXIONES FISICAS.



- **Antecedentes**
- **Planteamiento**
- **EOA**
- **Objetivos**
- **Alcance**
- **Metodología**
- **Solución**
- **Validación**
- **Conclusiones**
- **Recomendaciones**

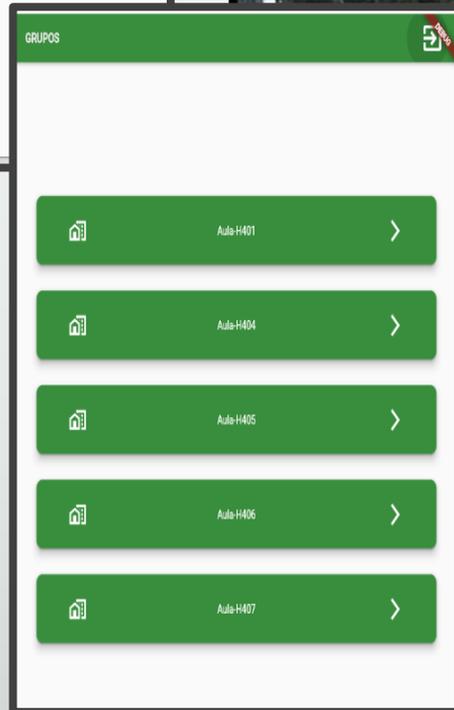
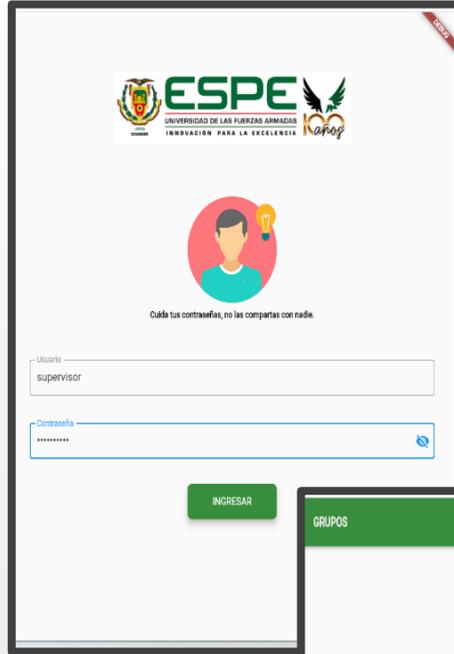




PROTOTIPO

Video de como funciona, mostrar usuarios y roles y no crear nada

- *Antecedentes*
- *Planteamiento*
- *EOA*
- *Objetivos*
- *Alcance*
- *Metodología*
- *Solución*
- *Validación*
- *Conclusiones*
- *Recomendaciones*





- *Antecedentes*
- *Planteamiento*
- *EOA*
- *Objetivos*
- *Alcance*
- *Metodología*
- *Solución*
- *Validación*
- *Conclusiones*
- *Recomendaciones*

PRUEBAS Y RESULTADOS



ANÁLISIS DE APROXIMACIÓN DE CONSUMO MÁXIMO.

Medidor-H405

STATUS8 = {"StatusSNS":{"Time":"2022-03-26T00:01:26","ENERGY":{"TotalStartTime":"2021-10-28T04:07:29","Total":140.812,"Yesterday":12.958,"To

Medidor-H406

STATUS8 = {"StatusSNS":{"Time":"2022-03-26T00:01:29","ENERGY":{"TotalStartTime":"2021-12-02T00:51:53","Total":13.437,"Yesterday":9.677,"To

Medidor-H407

STATUS8 = {"StatusSNS":{"Time":"2022-03-26T00:01:34","ENERGY":{"TotalStartTime":"2021-12-02T04:04:25","Total":5.338,"Yesterday":1.604,"To

- **Antecedentes**
- **Planteamiento**
- **EOA**
- **Objetivos**
- **Alcance**
- **Metodología**
- **Solución**
- **Validación**
- **Conclusiones**
- **Recomendaciones**

$$\text{maximo consumo foco fluorescente aula H405} = \frac{12.958 \text{ kWh}}{18} = 0.719 \text{ kWh}$$

$$\text{maximo consumo foco fluorescente aula H406} = \frac{9.677 \text{ kWh}}{14} = 0.691 \text{ kWh}$$

$$\text{maximo consumo foco fluorescente aula H407} = \frac{1.604 \text{ kWh}}{2} = 0.802 \text{ kWh}$$

aproximación de consumo maximo de 1 foco

$$= \frac{0.719 \text{ kWh} + 0.691 \text{ kWh} + 0.802 \text{ kWh}}{3} = 0.737 \text{ kWh}$$



ANÁLISIS DE APROXIMACIÓN DE CONSUMO MÁXIMO.

- **Antecedentes**
- **Planteamiento**
- **EOA**
- **Objetivos**
- **Alcance**
- **Metodología**
- **Solución**
- **Validación**
- **Conclusiones**
- **Recomendaciones**

Consumo maximo de aula H401 en 1 dia = $0.737 \text{ kWh} \times 18 \times 1 = 13.266 \text{ kWh}$

Consumo maximo de aula H404 en 1 dia = $0.737 \text{ kWh} \times 18 \times 1 = 13.266 \text{ kWh}$

Consumo maximo de aula H405 en 1 dia = $0.737 \text{ kWh} \times 18 \times 1 = 13.266 \text{ kWh}$

Consumo maximo de aula H406 en 1 dia = $0.737 \text{ kWh} \times 14 \times 1 = 10.318 \text{ kWh}$

Consumo maximo de aula H407 en 1 dia = $0.737 \text{ kWh} \times 2 \times 1 = 1.474 \text{ kWh}$

Consumo maximo entorno en 1 dia

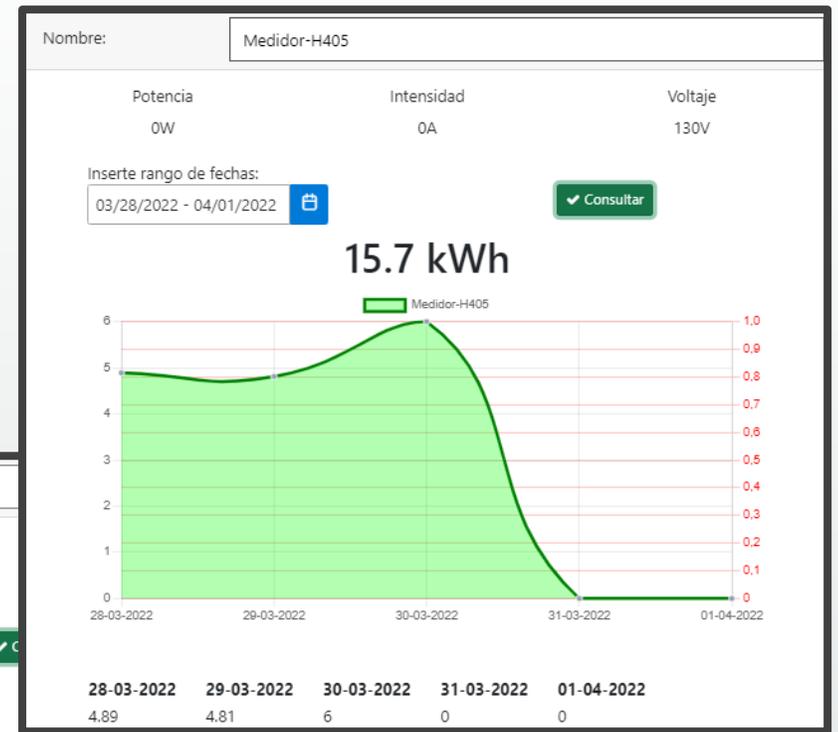
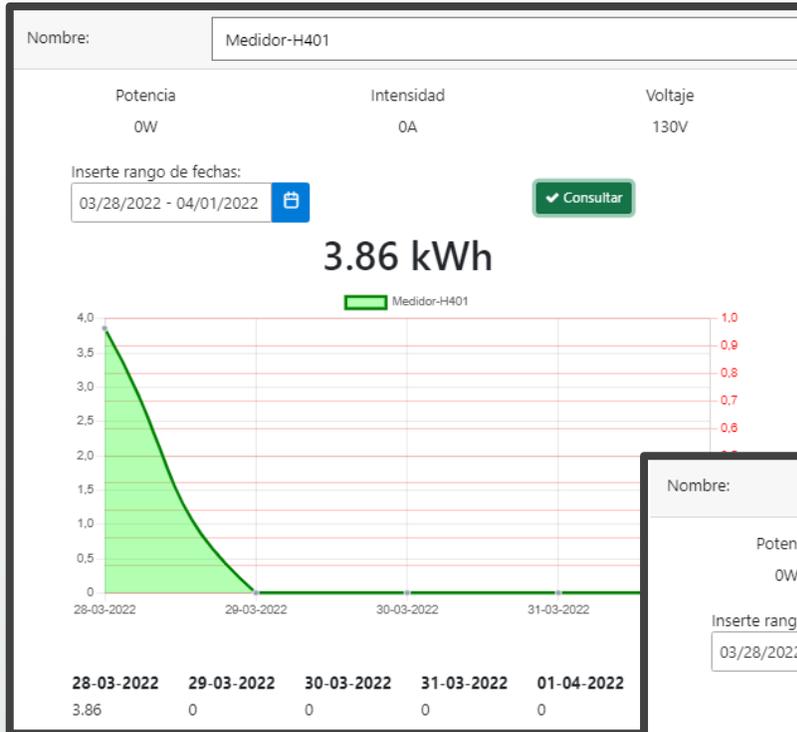
$$= (13.266 + 13.266 + 13.266 + 10.318 + 1.474) \text{ kWh} \times 1$$

$$= 51.59 \text{ kWh}$$



ANÁLISIS DE PORCENTAJE DE CONSUMO DE ENTORNO DE PRUEBA EN UNA SEMANA (5 DIAS LABORALES).

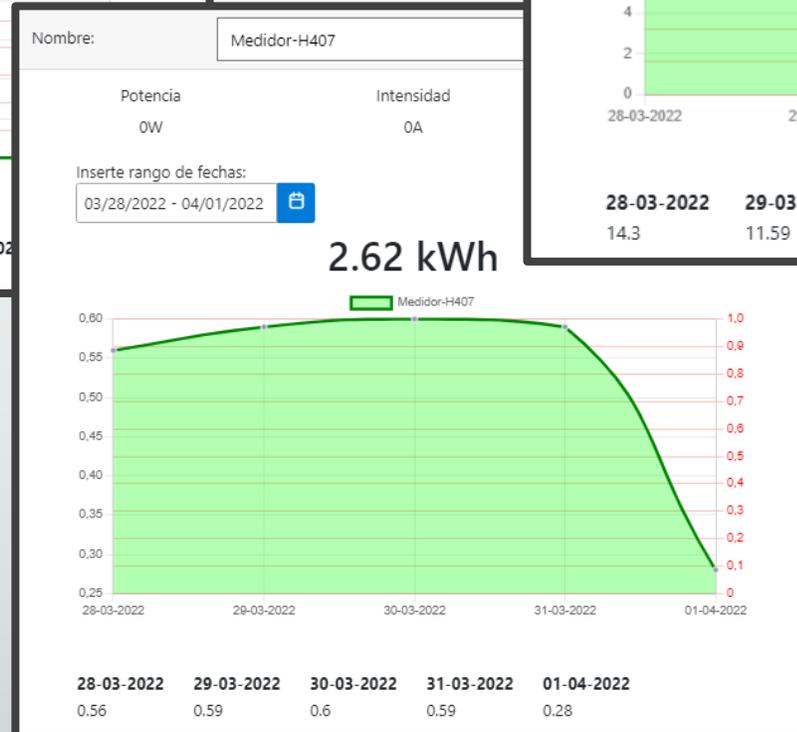
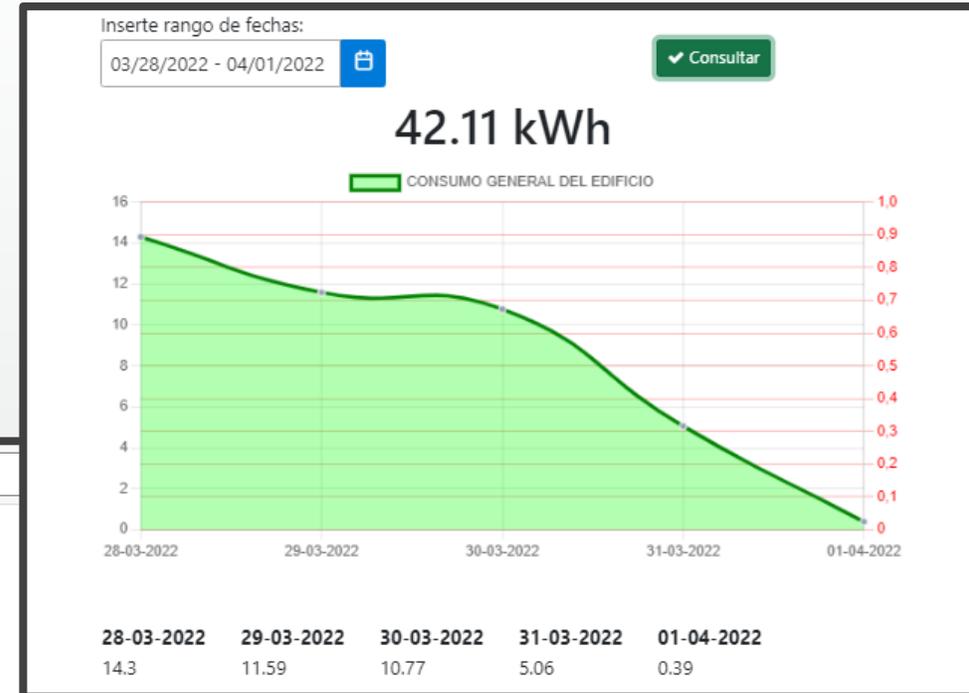
- **Antecedentes**
- **Planteamiento**
- **EOA**
- **Objetivos**
- **Alcance**
- **Metodología**
- **Solución**
- **Validación**
- **Conclusiones**
- **Recomendaciones**





ANÁLISIS DE PORCENTAJE DE CONSUMO DE ENTORNO DE PRUEBA EN UNA SEMANA (5 DIAS LABORALES).

- **Antecedentes**
- **Planteamiento**
- **EOA**
- **Objetivos**
- **Alcance**
- **Metodología**
- **Solución**
- **Validación**
- **Conclusiones**
- **Recomendaciones**





ANÁLISIS DE PORCENTAJE DE CONSUMO DE ENTORNO DE PRUEBA EN UNA SEMANA (5 DIAS LABORALES).

Consumo maximo de aula en n dias

$$= \text{aprox. cons. max. foco} \times \text{cant. focos} \times n \text{ días}$$

$$\% \text{ consumo area} = \frac{100\% \times \text{cons. registrado en sistema}}{\text{cons. max. area}}$$

<i>Consumo maximo de aula H401 en 5 dia</i> $= 0.737 \text{ kWh} \times 18 \times 5 = 66,33 \text{ kWh}$	<i>% consumo aula H401</i> = $\frac{100\% \times 3.86 \text{ kWh}}{66.33 \text{ kWh}}$ $= 0.64\%$
<i>Consumo maximo de aula H404 en 5 dia</i> $= 0.737 \text{ kWh} \times 18 \times 5 = 66,33 \text{ kWh}$	<i>% consumo aula H404</i> = $\frac{100\% \times 19.25 \text{ kWh}}{66.33 \text{ kWh}}$ $= 29.02\%$
<i>Consumo maximo de aula H405 en 5 dia</i> $= 0.737 \text{ kWh} \times 18 \times 5 = 66,33 \text{ kWh}$	<i>% consumo aula H405</i> = $\frac{100\% \times 15.7 \text{ kWh}}{66.33 \text{ kWh}}$ $= 23.67\%$
<i>Consumo maximo de aula H406 en 5 dia</i> $= 0.737 \text{ kWh} \times 14 \times 5 = 51.59 \text{ kWh}$	<i>% consumo aula H406</i> = $\frac{100\% \times 0.67 \text{ kWh}}{51.59 \text{ kWh}}$ $= 1.30\%$
<i>Consumo maximo de aula H407 en 5 dia</i> $= 0.737 \text{ kWh} \times 2 \times 5 = 7.37 \text{ kWh}$	<i>% consumo aula H407</i> = $\frac{100\% \times 2.62 \text{ kWh}}{7.37 \text{ kWh}}$ $= 35.55\%$
<i>Consumo maximo de entorno en 5 dia</i> $= 257.95 \text{ kWh}$	<i>% consumo entorno</i> = $\frac{100\% \times 42.11 \text{ kWh}}{257.95 \text{ kWh}}$ $= 16.32\%$

- **Antecedentes**
- **Planteamiento**
- **EOA**
- **Objetivos**
- **Alcance**
- **Metodología**
- **Solución**
- **Validación**
- **Conclusiones**
- **Recomendaciones**



COMPARACIÓN DE CONSUMO ENERGÉTICO ANTES Y DESPUÉS DE NORMATIVAS DEFINIDAS POR COVID-19.

- *Antecedentes*
- *Planteamiento*
- *EOA*
- *Objetivos*
- *Alcance*
- *Metodología*
- *Solución*
- *Validación*
- *Conclusiones*
- *Recomendaciones*

Modalidad teletrabajo

16/01/2022 – 01/03/2022

Modalidad presencial

02/03/2022 – 15/04/2022

Modalidad presencial

141.89 kWh

231.69
kWh

89.80
kWh

45 días

Modalidad teletrabajo

Ahorro con teletrabajo

Valor por kWh
= \$ 0,1044

Ahorro en 45 días
≈ \$ 14,81

Ahorro por mes
≈ \$ 9,87

Ahorro por año
≈ \$ 118,50

$$\text{porcentaje de ahorro} = \frac{141.89 \text{ kWh} \times 100\%}{231.69 \text{ kWh}} = 61.241\%$$



ANÁLISIS DE CONSUMO DE LUMINARIAS FLUORESCENTES Y COMPARACIÓN CON LUMINARIAS LED SEGÚN ESTUDIOS EXTERNOS.

- *Antecedentes*
- *Planteamiento*
- *EOA*
- *Objetivos*
- *Alcance*
- *Metodología*
- *Solución*
- *Validación*
- *Conclusiones*
- *Recomendaciones*





ANÁLISIS DE CONSUMO DE LUMINARIAS FLUORESCENTES Y COMPARACIÓN CON LUMINARIAS LED SEGÚN ESTUDIOS EXTERNOS.

- **Antecedentes**
- **Planteamiento**
- **EOA**
- **Objetivos**
- **Alcance**
- **Metodología**
- **Solución**
- **Validación**
- **Conclusiones**
- **Recomendaciones**

Consumo de energía de una lámpara LED.

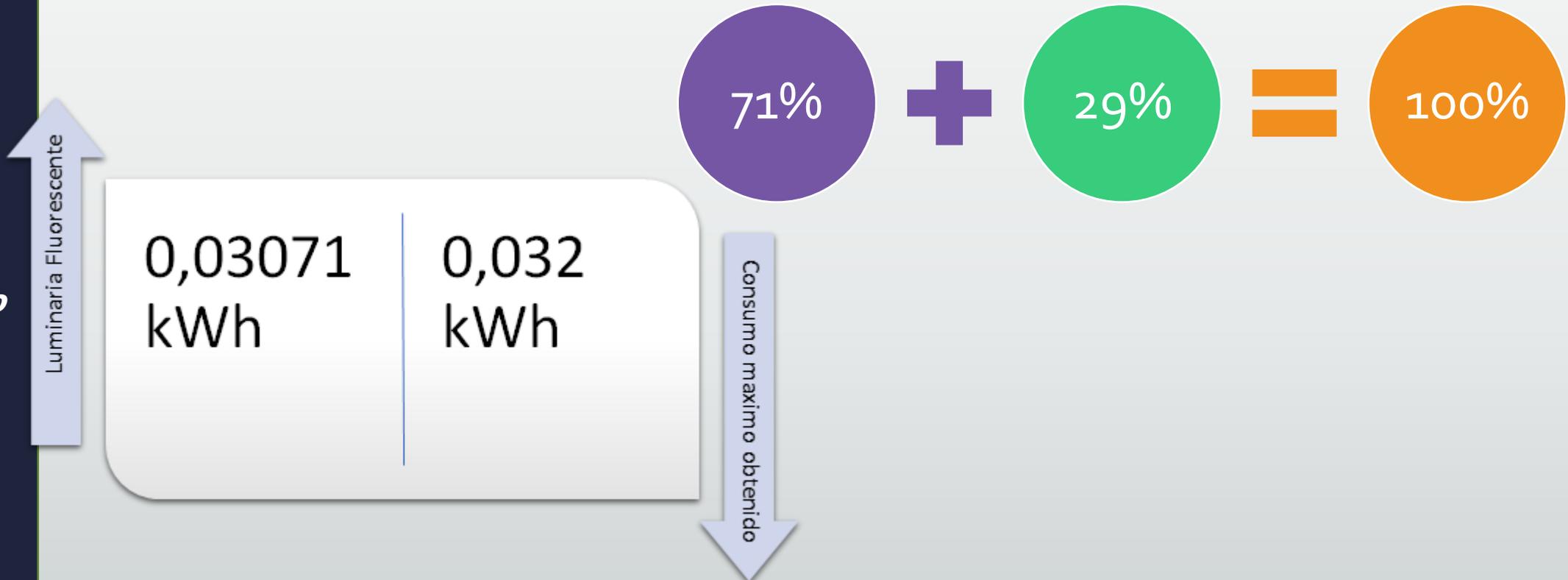
0.009kWh

Consumo de energía de una lámpara fluorescente.

0.032kWh

Consumo máximo obtenido por la arquitectura de supervisión de consumo energético

0.03071kWh



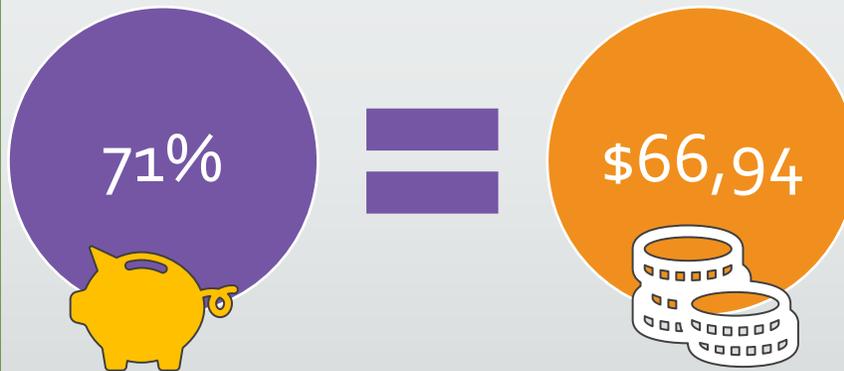
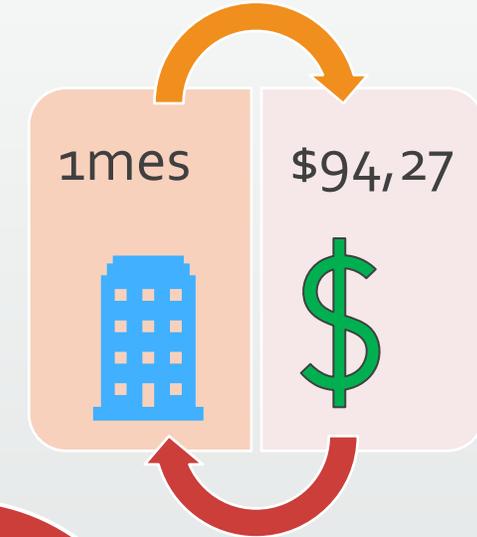


Análisis de reemplazo de luminarias fluorescente por luminarias LED, en cuantos meses se recuperaría la inversión, tomando en cuenta el porcentaje de ahorro.

- *Antecedentes*
- *Planteamiento*
- *EOA*
- *Objetivos*
- *Alcance*
- *Metodología*
- *Solución*
- *Validación*
- *Conclusiones*
- *Recomendaciones*

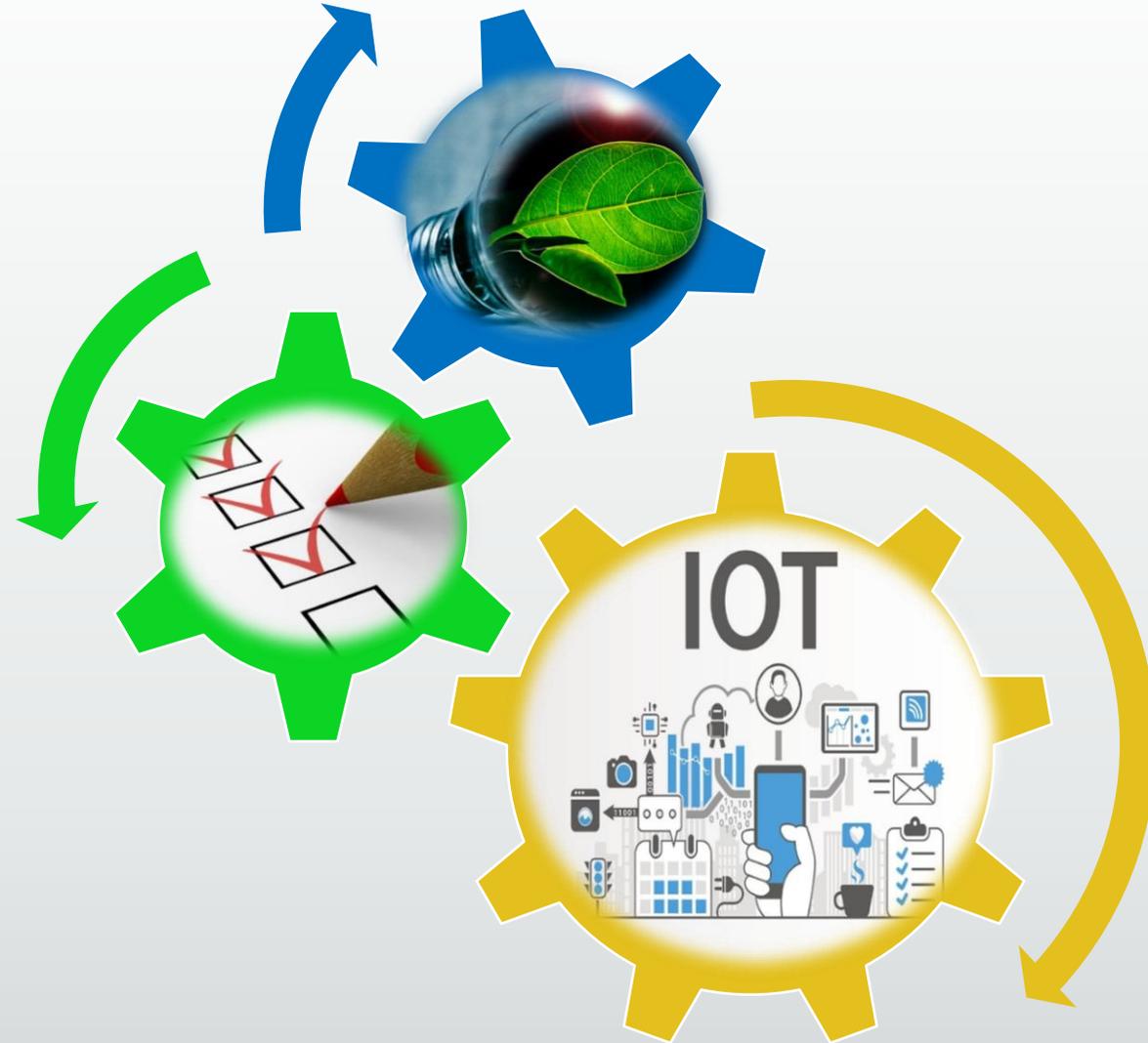


Costo mensual del consumo de energía del entorno de prueba





CONCLUSIONES



- *Antecedentes*
- *Planteamiento*
- *EOA*
- *Objetivos*
- *Alcance*
- *Metodología*
- *Solución*
- *Validación*
- *Alcance*
- *Metodología*
- *Conclusiones*
- *Recomendaciones*



RECOMENDACIONES



- **Antecedentes**
- **Planteamiento**
- **EOA**
- **Objetivos**
- **Alcance**
- **Metodología**
- **Solución**
- **Validación**
- **Alcance**
- **Metodología**
- **Conclusiones**
- **Recomendaciones**

¡Gracias!