

Anexos

	Pag.
Anexo 1.....	4
Anexo 2.....	6
Anexo 3.....	7
Anexo 4.....	8
Anexo 5.....	9
Anexo 6.....	10
Anexo 7.....	11
Anexo 8.....	12
Anexo 9.....	13
Anexo 10.....	14
Anexo 11.....	15
Anexo 12.....	16
Anexo 13.....	17
Anexo 14.....	18
Anexo 15.....	19
Anexo 16.....	20
Anexo 17.....	21
Anexo 18.....	23
Anexo 19.....	24
Anexo 20.....	25
Anexo 21.....	26

Anexo 22.....	27
Anexo 23.....	28
Anexo 24.....	29
Anexo 25.....	30
Anexo 26.....	31
Anexo 27.....	32
Anexo 28.....	33
Anexo 29.....	34
Anexo 30.....	35
Anexo 31.....	36
Anexo 32.....	37
Anexo 33.....	38
Anexo 34.....	39
Anexo 35.....	40
Anexo 36.....	41
Anexo 37.....	42
Anexo 38.....	43
Anexo 39.....	44
Anexo 40.....	45
Anexo 41.....	46
Anexo 42.....	47
Anexo 43.....	48
Anexo 44.....	49

Anexo 45.....	50
Anexo 46.....	51
Anexo 47.....	52
Anexo 48.....	53
Anexo 49.....	54
Anexo 50.....	55
Anexo 51.....	57

Anexo 1

Diagrama FAST.

Función principal	Funciones secundarias	Detalles específicos
proveer iluminación regulable	generar energía autónoma	utilizar paneles solares para captar y almacenar energía
	regular intensidad de luz	integrar un sistema manual para ajustar la intensidad según las necesidades específicas
	almacenar energía	incluir una batería de bajo mantenimiento para almacenar energía
facilitar el mantenimiento	sistema modular	diseñar el sistema para que los usuarios puedan realizar ajustes o reparaciones básicas sin asistencia
	diseño accesible para ajustes básicos	garantizar que los componentes sean reemplazables con herramientas locales
minimizar impacto ambiental	uso de materiales sostenibles y reutilizables	reducir desperdicios y dependencia de materiales contaminantes
	reducción de desperdicios	considerar reciclaje y re uso de materiales en la construcción del sistema
garantizar sostenibilidad	eficiencia energética	asegurar que el sistema maximice el uso de recursos energéticos generados automáticamente
	durabilidad	usar materiales que resistan el clima local y garanticen una larga vida útil del sistema
Función principal	Funciones secundarias	Detalles específicos
proveer iluminación regulable	generar energía autónoma	utilizar paneles solares para captar y almacenar energía
	regular intensidad de luz	integrar un sistema manual para ajustar la intensidad según las necesidades específicas
	almacenar energía	incluir una batería de bajo mantenimiento para almacenar energía
facilitar el mantenimiento	sistema modular	diseñar el sistema para que los usuarios puedan realizar ajustes o reparaciones básicas sin asistencia

	diseño accesible para ajustes básicos	garantizar que los componentes sean reemplazables con herramientas locales
minimizar impacto ambiental	uso de materiales sostenibles y reutilizables	reducir desperdicios y dependencia de materiales contaminantes
	reducción de desperdicios	considerar reciclaje y reusó de materiales en la construcción del sistema
garantizar sostenibilidad	eficiencia energética	asegurar que el sistema maximice el uso de recursos energéticos generados automáticamente
	durabilidad	usar materiales que resistan el clima local y garanticen una larga vida útil del sistema

Nota: análisis realizado por el autor (2025) con base en la metodología FAST.

Anexo 2**MATRIZ FMEA**

Modo de fallo	Efecto del fallo	Causa del fallo	Severidad (S)	Ocurrencia (O)	Detectabilidad (D)	RPN (S × O × D)	Estrategia de mitigación
Falta de aluminio reciclado	El sistema no puede generar energía, dejando la lámpara inutilizable.	Baja recolección de aluminio o agotamiento de fuentes locales.	8	6	4	192	Promover campañas de recolección local; establecer contactos con recicladores.
Corrosión excesiva en el ánodo	Disminución significativa de la vida útil de la batería.	Uso de aluminio con impurezas o electrolitos mal formulados.	7	4	5	140	Garantizar el uso de aluminio reciclado de alta pureza; controlar la composición del electrolito.
Deterioro del cátodo de carbono	Pérdida de eficiencia energética y fallos en la generación de energía.	Desgaste natural del carbono o exposición a condiciones ambientales hostiles.	6	3	3	54	Diseño modular para facilitar reemplazo; uso de recubrimientos protectores en ambientes húmedos.
Fallo en el LED	La lámpara no proporciona iluminación adecuada.	Selección incorrecta del LED o sobrecarga de corriente.	9	2	5	90	Usar LEDs compatibles con la capacidad de la batería; instalar un limitador de corriente.
Fugas en el recipiente de la batería	Daño al entorno y pérdida de electrolito, inutilizando el sistema.	Materiales de baja calidad o ensamblaje incorrecto.	8	3	4	96	Usar materiales resistentes a la corrosión y realizar pruebas de estanqueidad en el prototipo.

Nota: análisis de riesgos realizado por el autor (2025).

Anexo 3

Costos por función.

Función	Componentes incluidos	Cantidad (ejemplo)	Precio unitario (COP)	Subtotal (COP)
Iluminar	LED usado	1 LED (escenario A)	250	250
		3 LED (escenario B)	250 × 3 = 750	750
Regular intensidad	Regulador (panel cartón paja)	1	0	0
Almacenar energía	Tarro reciclado (contenedor)	1	0	0
Transformar/gestionar energía	Alambre dulce	1	500	500
	Electrolito (sal)	2 cucharadas	100 (estimado)	100
Conexiones	Cableado	---	800	800
Estructura y soporte	Carcasa / cartón paja	---	3 000	3 000
TOT. (escenario A — 1 LED)				4 650 COP
TOT. (escenario B — 3 LED)				5 150 COP

Nota: costos teóricos por prototipo planteado por el autor (2025).

Anexo 4

Tabla datos individuales del test de usabilidad.

Participante	Ajuste de intensidad (tiempo, min)	Satisfacción (1–5)	Requiere ayuda	Reemplazo de batería (tiempo, min)	Satisfacción (1–5)	Requiere ayuda	Montaje/desmontaje (tiempo, min)	Satisfacción (1–5)
U1	1	5	No	4	4	No	8	4
U2	1,5	4	No	5	3	Sí	9	4
U3	1,2	5	No	4,5	4	No	8,5	4
U4	1	5	No	3,8	5	No	7,5	5
U5	1,8	4	Sí	4,8	4	Sí	9,5	3
U6	1,3	5	No	4	4	No	8,2	4
U7	1,5	5	No	4,2	5	No	8,8	4
U8	1,2	4	No	3,9	5	No	9	3

Nota: datos obtenidos en los test de usabilidad realizados por el autor (2025) a distintos usuarios.

Anexo 5

Registro de iluminancia.

Ensayo	Punto A (lux)	Punto B (lux)	Punto C (lux)	Punto D (lux)	Promedio (lux)	Observaciones
1						
2						
3						

Nota: tabla base para toma de datos en la prueba de iluminancia realizada por el autor (2025).

Anexo 6

Registro de autonomía.

Ensayo	Hora de inicio	Hora de fin (<50 lux)	Autonomía (h:min)	Observaciones
1				
2				
3				

Nota: tabla base para toma de datos en la prueba de autonomía realizada por el autor (2025).

Anexo 7

Registro de tiempos de montaje.

Participante	Carcasa (min)	Batería + circuito (min)	Integración (min)	Observaciones
1				
2				
3				
4				
5				

Nota: tabla base para toma de datos en la prueba de tiempos de montaje realizada por el autor (2025).

Anexo 8

Resultado de iluminancia.

Ensayo	Punto A (lux)	Punto B (lux)	Punto C (lux)	Punto D (lux)	Promedio (lux)	Observaciones
1	142	148	150	160	150	La iluminación fue estable y sin variaciones notorias; distribución uniforme en la mayoría de los puntos.
2	140	145	155	165	151,3	Se observó una ligera concentración de luz en el Punto D, posiblemente por el ángulo del difusor.
3	145	150	152	158	151,3	Se percibió la iluminación como adecuada para lectura; no se presentaron dificultades durante la medición.
Media general	—	—	—	—	150,9	Los valores cumplen con el rango esperado para actividades de lectura y escritura en un área de 0,5 m².

Nota: Toma de datos en la prueba de iluminancia realizada por el autor (2025) al prototipo.

Anexo 9

Resultados de autonomía.

Ensayo	Condición inicial	Hora inicio	Hora fin (<50 lux)	Autonomía (h:min)	Observaciones
1	Celda 1 (carga completa)	20:00	0:10	4:10	Se presentó una leve caída de intensidad después de la tercera hora, aunque el sistema se mantuvo funcional hasta el final de la prueba.
2	Celda 2 (carga completa)	20:10	2:25	6:15	El rendimiento fue estable y superó el promedio; no se observaron fluctuaciones notorias.
3	Celda 3 (carga completa)	19:55	3:10	7:15	La autonomía fue la mayor registrada; se notó un oscurecimiento gradual y progresivo en la última hora.
Media general	—	—	—	5:53	En promedio, el sistema mantuvo un funcionamiento continuo cercano a seis horas, dentro del rango esperado.

Nota: Toma de datos en la prueba de autonomía realizada por el autor (2025) al prototipo.

Anexo 10

Resultados validación tiempo de montaje.

Participante	Carcasa (min)	Batería + circuito (min)	Integración (min)	Total (min)	Cumple objetivos	Observaciones
P1	14	18	9	41	✓	Montaje fluido; no presentó dificultades en los pasos de conexión.
P2	16	21	12	49	✗	Requirió apoyo para identificar la polaridad correcta en el circuito.
P3	13	22	10	45	✗	Tuvo problemas menores al fijar la batería, lo que alargó el tiempo de ensamble.
P4	15	19	8	42	✓	Ensamblaje rápido; comprendió bien las instrucciones y trabajó con confianza.
P5	17	20	11	48	✗	Se observó inseguridad en el manejo del cableado; necesitó orientación adicional.
Promedio	15	20	10	45	—	El tiempo promedio fue de 45 minutos, dentro de lo estimado, aunque no todos lograron completar el montaje sin apoyo.

Nota: Toma de datos en la prueba sobre tiempos de montaje realizada por el autor (2025) a los usuarios.

Anexo 11

Resumen resultados del cuestionario de retroalimentación.

Participante	Facilidad de comprender instrucciones	Dificultades (¿en qué paso?)	Paso más sencillo	Paso más complicado	¿Útil en la vida diaria?	Situaciones de uso	Seguridad percibida	Comodidad (manipulación)
P1	Fácil	No	Colocar la carcasa	—	Muy útil	Lectura nocturna, estudio	Seguro	Cómodo
P2	Neutro	Sí (batería + circuito)	Armar la carcasa	Conexión de batería	Útil	Trabajo doméstico en la noche	Aceptable	Incómodo
P3	Difícil	Sí (batería mal fijada)	Integrar carcasa	Asegurar batería	Poco útil	Emergencias puntuales	Poco seguro	Incómodo
P4	Fácil	No	Conectar batería y circuito	—	Muy útil	Lectura, actividades escolares	Seguro	Muy cómodo
P5	Neutro	Sí (cableado)	Colocar carcasa	Cableado de conexiones	Útil	Iluminar cocina y patio	Aceptable	Neutro

Nota: Datos obtenidos en la prueba de retroalimentación hecha por el autor (2025) a los usuarios.

Anexo 12

Registro de intensidad lumínica y uniformidad.

Prototipo	Día	Punto A (lux)	Punto B (lux)	Punto C (lux)	Punto D (lux)	Promedio (lux)	Diferencia máxima (%)	Cumple (S/N)
1								
2								
3								
4								
5								

Nota: tabla base para toma de datos en la prueba de intensidad lumínica y uniformidad realizada por el autor (2025).

Anexo 13

Registro de regulación de intensidad.

Prototipo	Sesión	Nivel 1 (lux)	Nivel 2 (lux)	Nivel 3 (lux)	Niveles distinguibles (S/N)	Observaciones
1						
2						
3						
4						
5						

Nota:

tabla base para toma de datos del mecanismo de regulación realizado por el autor (2025) al prototipo.

Anexo 14

Registro de durabilidad mecánica del regulador.

Prototipo	Ciclos realizados	Fallos observados (S/N)	Tipo de fallo	Foto/evidencia	Cumple (S/N)
1					
2					
3					
4					
5					

Nota: tabla base para toma de datos en la prueba de durabilidad mecánica realizado por el autor

(2025) al prototipo.

Anexo 15

Registro de facilidad de mantenimiento.

Participante	Tiempo de recambio (min)	Cumple ≤ 5 min (S/N)	Observaciones
1			
2			
3			
4			
5			

Nota: registro de datos obtenidos en la prueba de mantenimiento realizado por el autor (2025) a los usuarios.

Anexo 16

Resumen de vida útil hasta fallo

Prototipo	Días totales de funcionamiento (4 h/día)	Modo de fallo	Cumple criterio (≥ 7 días) (S/N)
1			
2			
3			
4			
5			

Nota: registro de datos obtenidos en la prueba de vida util realizado por el autor (2025) al prototipo.

Anexo 17

Resultados

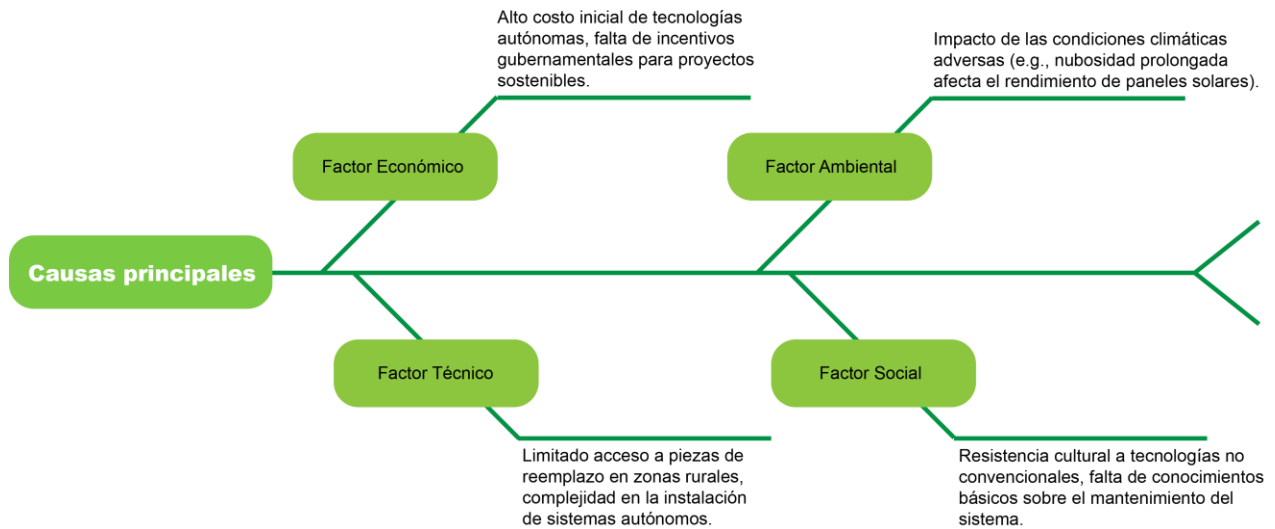
Pregunta	P1	P2	P3	P4	P5
Calidad de la iluminación	Buena: la luz fue suficiente para leer y trabajar en mesa.	Aceptable: iluminó bien, pero noté zonas menos claras.	Muy buena: la iluminación fue uniforme y cómoda a la vista.	Buena: correcta para leer, pero un poco tenue a los lados.	Aceptable: adecuada para uso básico, aunque no muy potente.
Uniformidad	No: la iluminación se veía pareja.	Sí: en un costado había menos luz.	No: sin diferencias notorias.	Sí: un punto más iluminado que el resto.	No: iluminación homogénea en general.
Facilidad del regulador	Fácil: se entendía rápido cómo moverlo.	Neutro: costó un poco encontrar la posición exacta.	Fácil: muy intuitivo.	Difícil: se atoraba al girar.	Fácil: sencillo y sin problemas.
Utilidad del regulador	Útil: pude ajustar para leer sin esfuerzo.	Poco útil: el cambio no se notaba mucho.	Muy útil: los niveles eran claros y prácticos.	Aceptable: se notaban, pero no tanto como esperaba.	Útil: suficiente para adaptarse a diferentes actividades.
Problemas con el regulador	No se presentaron.	Sí: el giro era un poco rígido.	No hubo inconvenientes.	Sí: se sentía flojo después de varios intentos.	No hubo problemas.
Durabilidad percibida (firmeza)	Firme y estable, no parecía frágil.	Aceptable: algunos cables se movieron.	Muy firme, dio confianza al manipularlo.	Poco firme: la estructura se sentía débil.	Firme: aguantó el montaje sin problemas.
Problemas materiales	No.	Sí: los cables se soltaron en una ocasión.	No.	Sí: una unión de cartón se dobló.	No.

Facilidad de mantenimiento	Fácil: entendí rápido cómo cambiar la batería.	Neutro: tuve dudas sobre la polaridad.	Fácil: no requirió ayuda.	Difícil: el acceso a la batería fue incómodo.	Fácil: rápido y sin dificultad.
Más sencillo en mantenimiento	Reemplazar la batería.	Colocar el aluminio.	Abrir y cerrar la tapa.	Identificar los materiales.	Cambiar el aluminio.
Más complicado en mantenimiento	Ninguno.	Conectar los cables correctamente	Ninguno.	Extraer la batería.	Nada complicado.
Tiempo estimado de mantenimiento	Menos de 5 min.	10–20 min.	Menos de 5 min.	10–20 min.	5–10 min.
Cambios tras uso prolongado (4 h/día)	No se notaron cambios relevantes.	Sí: la luz bajó un poco en la última hora.	No: se mantuvo estable.	Sí: el cartón se debilitó un poco.	No: funcionamiento constante.
Confiabilidad (1–5)	4: confiable y útil.	3: podría mejorar conexiones.	5: muy confiable.	2: no resistiría uso prolongado.	4: confiable para uso básico.
Comentarios adicionales	“Es un prototipo fácil de usar, me gustó que se puede regular la intensidad.”	“Me parece una buena idea, pero los cables deberían estar más seguros.”	“El sistema se sintió confiable y práctico, me gustaría que se produzca a mayor escala.”	“El diseño es débil, necesita materiales más resistentes.”	“Sería muy útil en casa, sobre todo en la cocina o para tareas de los niños.”

Nota: recopilación de datos y comentarios proporcionados por los usuarios en el cuestionario realizado por el autor (2025).

Anexo 18

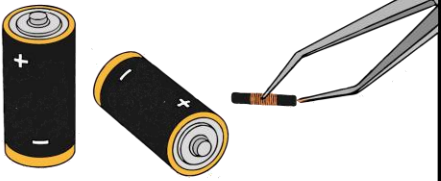

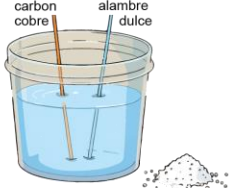
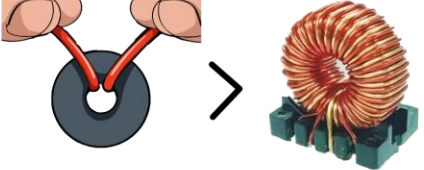
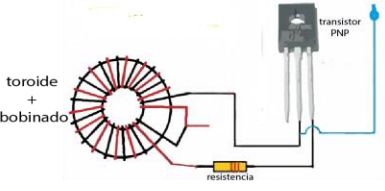
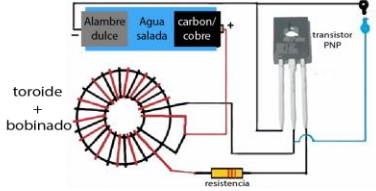
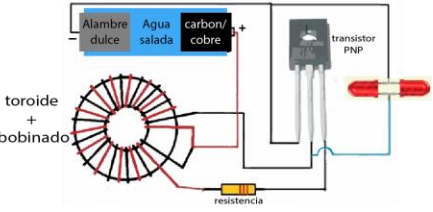
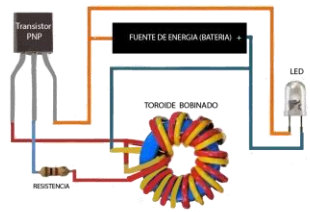
Diagrama de Ishikawa



Nota: análisis realizado por el autor (2025) con base al diagrama causa y efecto.

Anexo 19

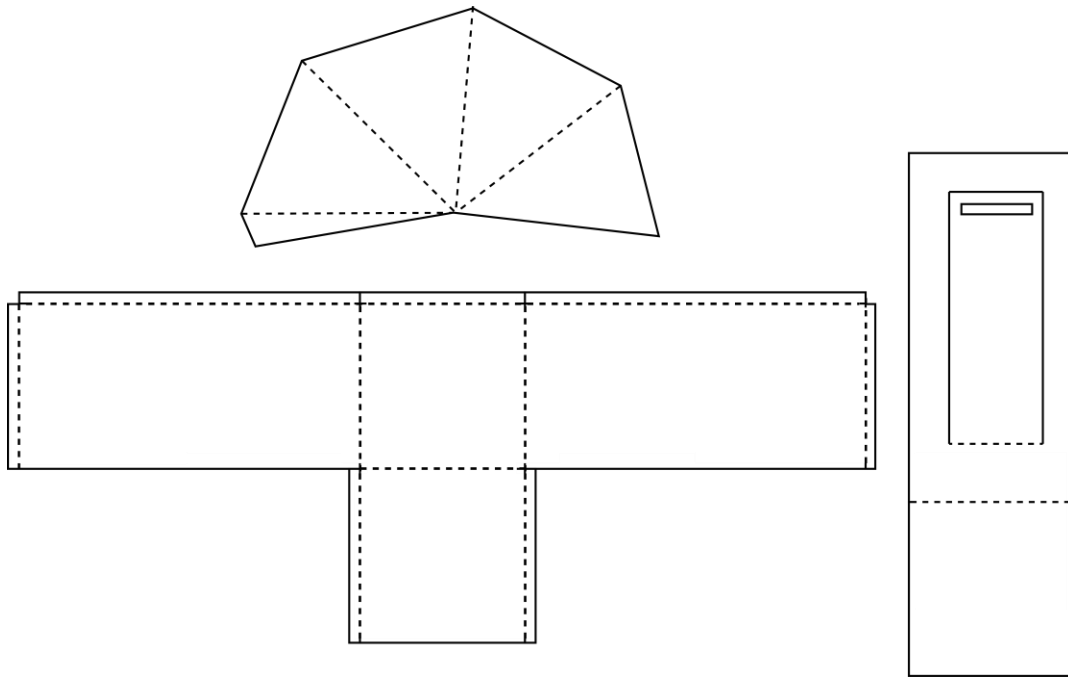
Guía ilustrada mecanismo de iluminación

<p>1</p>  <p>Con cuidado, abre una pila que ya no funcione (tipo AA o similar) y extrae el cilindro de carbón que está en el centro. Este material actuará como uno de los electrodos en tu sistema. Es importante usar guantes y hacerlo en un lugar ventilado, ya que el contenido interno de la pila puede ser sucio o irritante.</p>	<p>2</p>  <p>En un pequeño envase de plástico con tapa (puede ser un frasco reciclado o una compota), agrega agua con sal común de cocina. Disuelve bien una buena cantidad de sal para que la solución sea lo más conductiva posible. Esta mezcla será el medio para la reacción química que generará electricidad.</p>
<p>3</p>  <p>Introduce en el recipiente el cilindro de carbón (que será el electrodo positivo) y un trozo de alambre dulce (como el de atar plantas o de amarre, que hará de electrodo negativo). Asegúrate de que no se toquen entre sí. Cierra el envase dejando los alambres fuera para hacer las conexiones después. Esta será tu celda galvánica.</p>	<p>4</p>  <p>Introduce en el recipiente el cilindro de carbón (que será el electrodo positivo) y un trozo de alambre dulce (como el de atar plantas o de amarre, que hará de electrodo negativo). Asegúrate de que no se toquen entre sí. Cierra el envase dejando los alambres fuera para hacer las conexiones después. Esta será tu celda galvánica.</p>
<p>5</p>  <p>Conecta el toroide al transistor, la resistencia y el resto de los componentes siguiendo el esquema típico del ladrón de Joules. Asegúrate de raspar bien las puntas del alambre esmaltado para que hagan buen contacto eléctrico. Este circuito es el encargado de tomar el bajo voltaje generado por la celda y elevarlo lo suficiente para encender los LEDs.</p>	<p>6</p>  <p>Usa cable reciclado para unir la salida de tu celda galvánica (los extremos del carbón y del alambre dulce) a la entrada del circuito del ladrón de Joules. Asegúrate de respetar la polaridad: el carbón suele actuar como polo positivo y el alambre dulce como negativo.</p>
<p>7</p>  <p>Conecta tres LEDs al circuito de salida del ladrón de Joules. Si quieres, puedes conectarlos en paralelo para que todos reciban el mismo voltaje. Verifica que la orientación de los LEDs sea correcta: el terminal más largo es el positivo.</p>	<p>8</p>  <p>Una vez todo esté conectado correctamente, revisa las uniones y cúbrelos con cinta negra para evitar cortocircuitos y proteger los contactos. Acomoda todo de manera que el sistema quede firme, limpio y seguro.</p>

Nota: instructivo paso a paso proporcionado a los usuarios hecho por el autor (2025).

Anexo 20

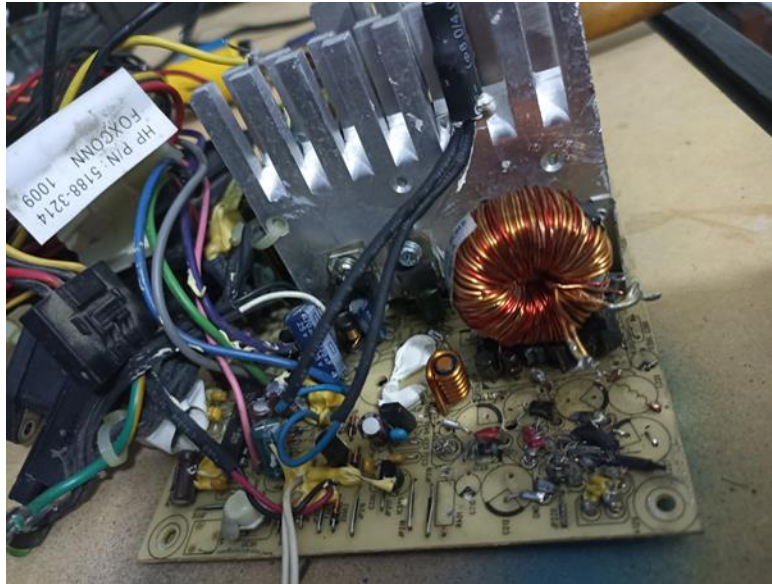
Guías del prototipo final.



Nota: desarrollo de la estructura realizado por el autor (2025).

Anexo 21

Fuente de energía de COMPAQ.



Nota: fotografía de la fuente de poder estropeada donde se tomaron los elementos, tomada por el autor (2025).

Anexo 22

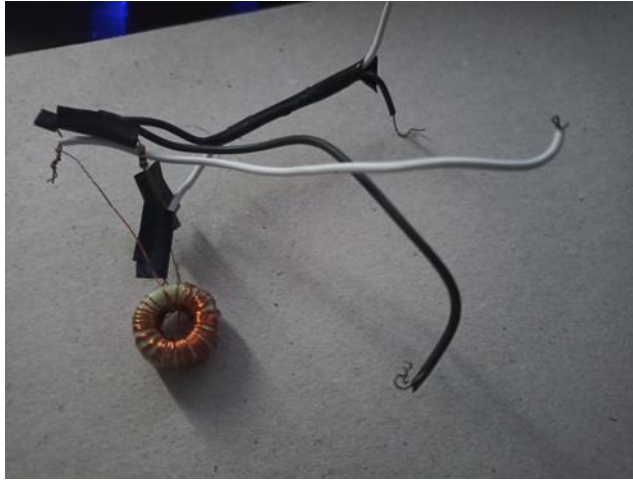
Primer prototipo usado en validaciones.



Nota: fotografía del primer prototipo, tomada por el autor (2025).

Anexo 23

Circuito



Nota: fotografía del circuito usado en el primer prototipo, tomada por el autor (2025).

Anexo 24

Difusor improvisado.



Nota: fotografía del difusor implementado en el primer prototipo, tomada por el autor (2025).

Anexo 25

Montaje del sistema.



Nota: fotografía del proceso de montaje del primer prototipo, tomada por el autor (2025).

Anexo 26

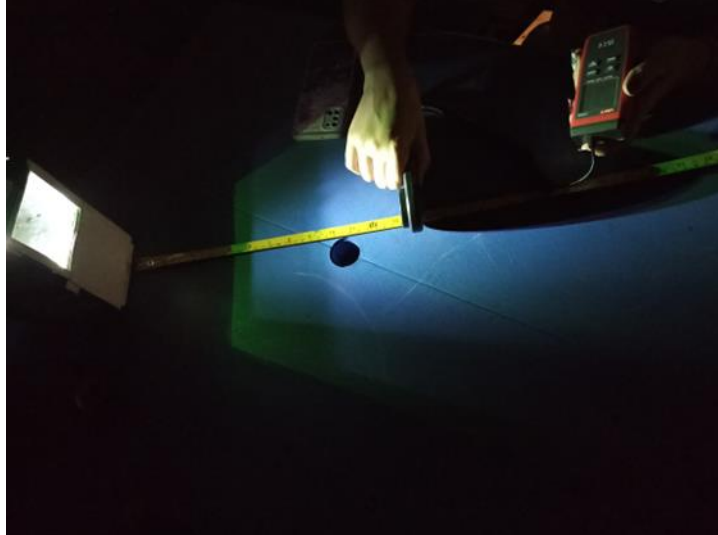
Preparación del escenario



Nota: fotografía del escenario donde se realizaron las primeras pruebas técnicas del prototipo, tomada por el autor (2025).

Anexo 27

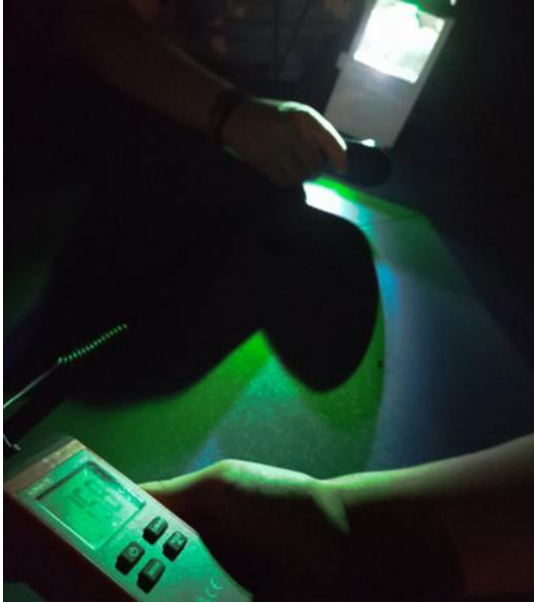
Medición de lux



Nota: fotografía de la prueba de iluminancia, tomada por el autor (2025).

Anexo 28

Toma de datos



Nota: fotografía de la prueba de iluminancia, tomada por el autor (2025).

Anexo 29

Estabilidad del sistema.



Nota: fotografía de la prueba de estabilidad del sistema, tomada por el autor (2025).

Anexo 30

Desmontaje de batería.



Nota: fotografía del desmontaje de una batería de carbono zinc, tomada por el autor (2025).

Anexo 31

Extracción del carbón



Nota: fotografía de la extracción del carbón de una batería de carbono zinc, tomada por el autor (2025).

Anexo 32

Alambre dulce



Nota: fotografía de la preparación del alambre dulce para la celda de energía, tomada por el autor (2025).

Anexo 33

Alambre dulce II



Nota: fotografía del alambre dulce listo para implementar en la celda de energia, tomada por el autor (2025).

Anexo 34

Bobinado.



Nota: fotografía del proceso de bobinado en el toroide de ferrita, tomada por el autor (2025).

Anexo 35

Preparación de la batería.



Nota: fotografía de la preparación del contenedor de la solución salina, tomada por el autor (2025).

Anexo 36

Montaje de la batería.



Nota: fotografía del montaje de la celda de energía, tomada por el autor (2025).

Anexo 37

Fijación de los componentes.



Nota: fotografía de la fijación de los elementos en el contenedor de la solución salina, tomada por el autor (2025).

Anexo 38

Difusor



Nota: fotografía del difusor del prototipo, tomada por el autor (2025).

Anexo 39

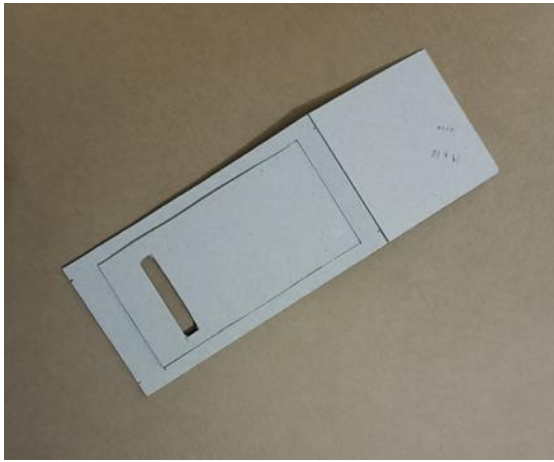
Doble batería



Nota: fotografía del proceso de montaje del prototipo, tomada por el autor (2025).

Anexo 40

Tapa trasera



Nota: fotografía del proceso de montaje del prototipo, tomada por el autor (2025).

Anexo 41

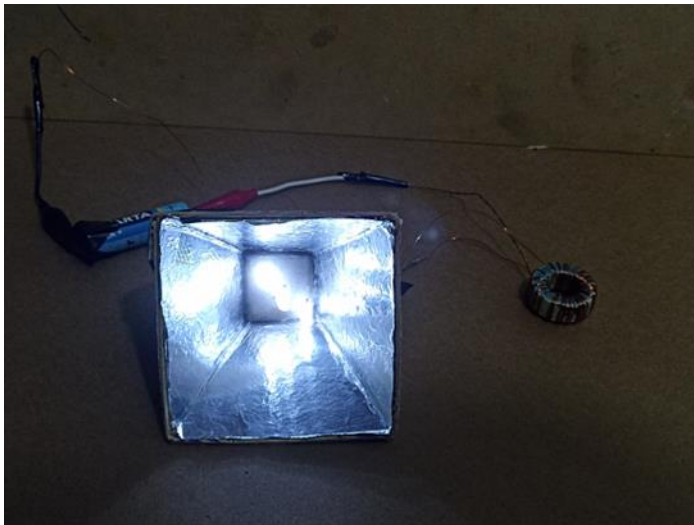
Base



Nota: fotografía del proceso de montaje del prototipo, tomada por el autor (2025).

Anexo 42

Prueba del difusor



Nota: fotografía de las pruebas del difusor ensamblado, tomada por el autor (2025).

Anexo 43

Ensamblaje



Nota: fotografía del proceso de ensamblaje del prototipo, tomada por el autor (2025).

Anexo 44

Fijador de batería



Nota: fotografía del fijador de las celdas en el prototipo, tomada por el autor (2025).

Anexo 45

Montaje



Nota: fotografía del prototipo ensamblado con el circuito en funcionamiento, tomada por el autor (2025).

Anexo 46

Regulación de iluminación 50%



Nota: fotografía del sistema de regulación abierto al 50%, tomada por el autor (2025).

Anexo 47

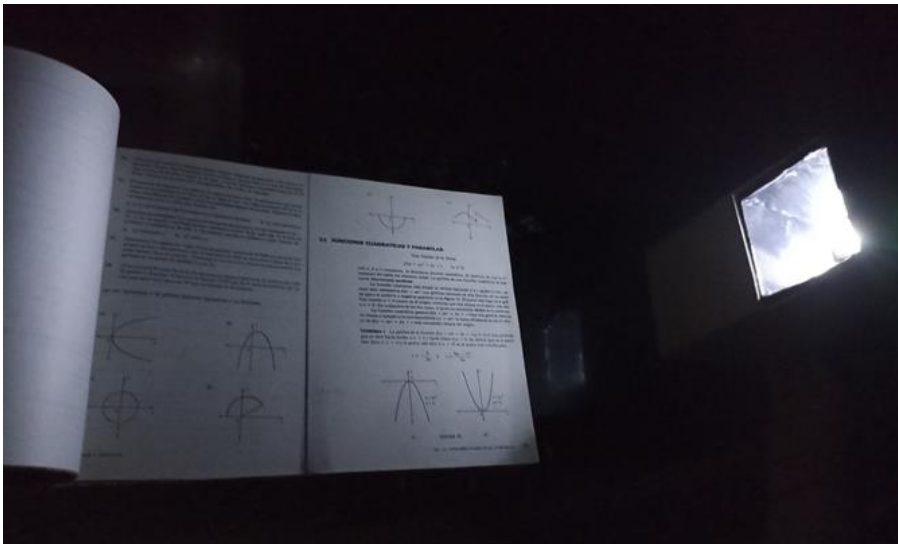
Regulación de iluminación 100%



Nota: fotografía del sistema de regulación abierto con la máxima exposición, tomada por el autor (2025).

Anexo 48

Prueba de iluminación I



Nota: fotografía del prototipo en funcionamiento para la realización de actividades, tomada por el autor (2025).

Anexo 49

Prueba de iluminación II



Nota: fotografía del prototipo en funcionamiento para la realización de actividades, tomada por el autor (2025).

Anexo 50

Cuestionario de retroalimentación (validación)

Código/Iniciales: _____

Edad: _____

Ocupación/actividad principal: _____

1. Facilidad de uso y montaje

¿Qué tan fácil le resultó comprender las instrucciones del montaje?

Muy difícil / Difícil / Neutro / Fácil / Muy fácil

¿Tuvo dificultades en alguno de los pasos (carcasa, batería + circuito, integración)?

Sí / No → En caso afirmativo, ¿en cuál? _____

¿Qué paso del montaje le pareció más sencillo? _____

¿Qué paso del montaje le resultó más complicado? _____

2. Utilidad y aceptación

¿Cree que este sistema de iluminación sería útil en su vida diaria o en su comunidad?

Nada útil / Poco útil / Útil / Muy útil

¿En qué situaciones lo usaría? _____

¿Considera que el diseño es seguro para el usuario?

Nada seguro / Poco seguro / Aceptable / Seguro / Muy seguro

¿Qué tan cómodo le resultó manipular el prototipo (cambiar batería, encender/apagar, regular luz)

Muy incómodo / Incómodo / Neutro / Cómodo / Muy cómodo

3. Mejoras y sugerencias

¿Qué le gustaría mejorar o cambiar del prototipo? _____

4. Valoración general

En una escala de 1 a 5, ¿qué calificación general le daría al prototipo?

1 = Muy malo / 5 = Excelente

Nota: Cuestionario de retroalimentación realizado para la validación del hecho por el autor (2025).

Anexo 51

Cuestionario de verificación del prototipo

Código/Iniciales del participante: _____

Edad: _____

Ocupación/actividad principal: _____

1. Medición de intensidad lumínica y uniformidad

¿Cómo percibió la calidad general de la iluminación?

Muy deficiente / Deficiente / Aceptable / Buena / Muy buena

¿Notó diferencias de iluminación en distintas zonas (concentraciones o áreas más oscuras)?

Sí / No → Describa brevemente: _____

2. Evaluación del mecanismo de regulación

¿Qué tan fácil le resultó manipular el mecanismo de regulación de la intensidad?

Muy difícil / Difícil / Neutro / Fácil / Muy fácil

¿Los cambios de intensidad fueron perceptibles y útiles para las actividades?

Nada útiles / Poco útiles / Aceptables / Útiles / Muy útiles

¿Hubo algún inconveniente al usar el regulador?

Sí / No → Explique: _____

3. Ensayo de durabilidad mecánica

¿El prototipo se sintió firme y estable durante su manipulación?

Nada firme / Poco firme / Aceptable / Firme / Muy firme

¿Detectó algún problema en las uniones o materiales tras el uso?

Sí / No → Especifique: _____

4. Prueba de mantenimiento

¿Le pareció sencillo reemplazar los componentes principales (ejemplo: ¿batería, aluminio)?

Muy difícil / Difícil / Neutro / Fácil / Muy fácil

¿Qué aspecto del mantenimiento le resultó más sencillo?

¿Qué aspecto le resultó más complicado?

¿Cuánto tiempo cree que tardaría en realizar este mantenimiento por su cuenta?

Menos de 5 min / 5–10 min / 10–20 min / Más de 20 min

5. Resumen de vida útil hasta fallo (uso prolongado: 4 h/día)

Después de varias horas de uso, ¿notó algún cambio en la iluminación o en la estructura del prototipo?

Sí / No → Describa: _____

En una escala de 1 a 5, ¿qué tan confiable considera el prototipo para un uso diario de varias horas?

1 = Nada confiable / 5 = Muy confiable _____

6. Comentarios adicionales

Escriba cualquier opinión o sugerencia sobre el prototipo, especialmente en relación con su seguridad, comodidad o confianza en el uso:

Nota: Cuestionario de retroalimentación realizado para la verificación del hecho por el autor (2025).