



COPENHAGEN CENTRE
ON ENERGY EFFICIENCY
SEforALL EE HUB



RED ARGENTINA DE
MUNICIPIOS FRENTE AL
CAMBIO CLIMÁTICO

Módulo 3. Parte 2 - Evaluación rápida de eficiencia energética para luminaria pública y sistemas de distribución de agua

Jorge Izquierdo Pérez & Santiago Martínez Santaclara

Copenhagen Centre on Energy Efficiency, C2E2

10 Septiembre 2020 | Copenhagen

Bloque #1

Introducción

Sobre los ponentes de esta sesión

Jorge Izquierdo Pérez

Programme associate en C2E2 (UNEP DTU Partnership)

Perfil técnico:

- BSc. Ingeniería Industrial por Universidad Politécnica de Valencia (UPV), España
- MSc. Energía Sostenible en la Universidad Técnica de Dinamarca (DTU)



Santiago Martínez Santaclara

Programme associate en C2E2 (UNEP DTU Partnership)

Perfil técnico:

- BSc. Ingeniería de la Energía por Universidad Politécnica de Madrid (UPM), España
- MSc. Energía Sostenible por la Universidad Técnica de Dinamarca (DTU)

Agenda

Objetivo: aumentar las capacidades técnicas de las partes interesadas involucradas en la gestión, planificación y realización de proyectos en lo que respecta a la mejora energética de los sistemas de iluminación y suministro de agua

#	Minutos	Bloque	Título/descripción
1	10 min	Introducción	Resultados de aprendizaje, rol de la evaluación rápida de eficiencia energética (EE) para iluminación y suministro de agua.
2	20 min	Teoría de Iluminación vial + Herramienta del C2E2	<ul style="list-style-type: none"> • Conceptos y herramientas fundamentales en la evaluación rápida de sistemas de iluminación pública • Descripción de la información requerida, lógica de la herramienta, y tipos de resultados ofrecidos
3	20 min	Teoría de Suministro de Agua + Herramienta del C2E2	<ul style="list-style-type: none"> • Conceptos y herramientas fundamentales en la evaluación rápida de sistemas de suministro de agua • Descripción de la información requerida, lógica de la herramienta, y tipos de resultados ofrecidos
4	10 min	Auto-evaluación y reflexión	Test multi-criterio + pregunta de reflexión
5	30 min	Q&A	Sesión abierta de preguntas sobre la sesión

Resultados del aprendizaje

- ✓ Entender en qué consiste el sistema de **alumbrado público** y cuáles son las oportunidades de mejora
- ✓ Entender en qué consiste el sistema de **suministro de agua** y cuáles son las oportunidades de mejora
- ✓ Tomar consciencia del orden de magnitud del **ahorro energético, económico y de emisiones** de CO₂ en ambos sectores
- ✓ Obtener nociones para realizar un primer **análisis rápido** de las instalaciones de un municipio y el potencial de mejora

Bloque #1

Evaluación Rápida

La evaluación rápida: ¿qué es?

- El informe de evaluación rápida incluye evaluaciones técnicas y financieras de alto nivel de proyectos futuros o existentes en las ciudades e identifica barreras para su implementación.
- Supone un paso fundamental en la evaluación de datos energéticos de los proyectos municipales

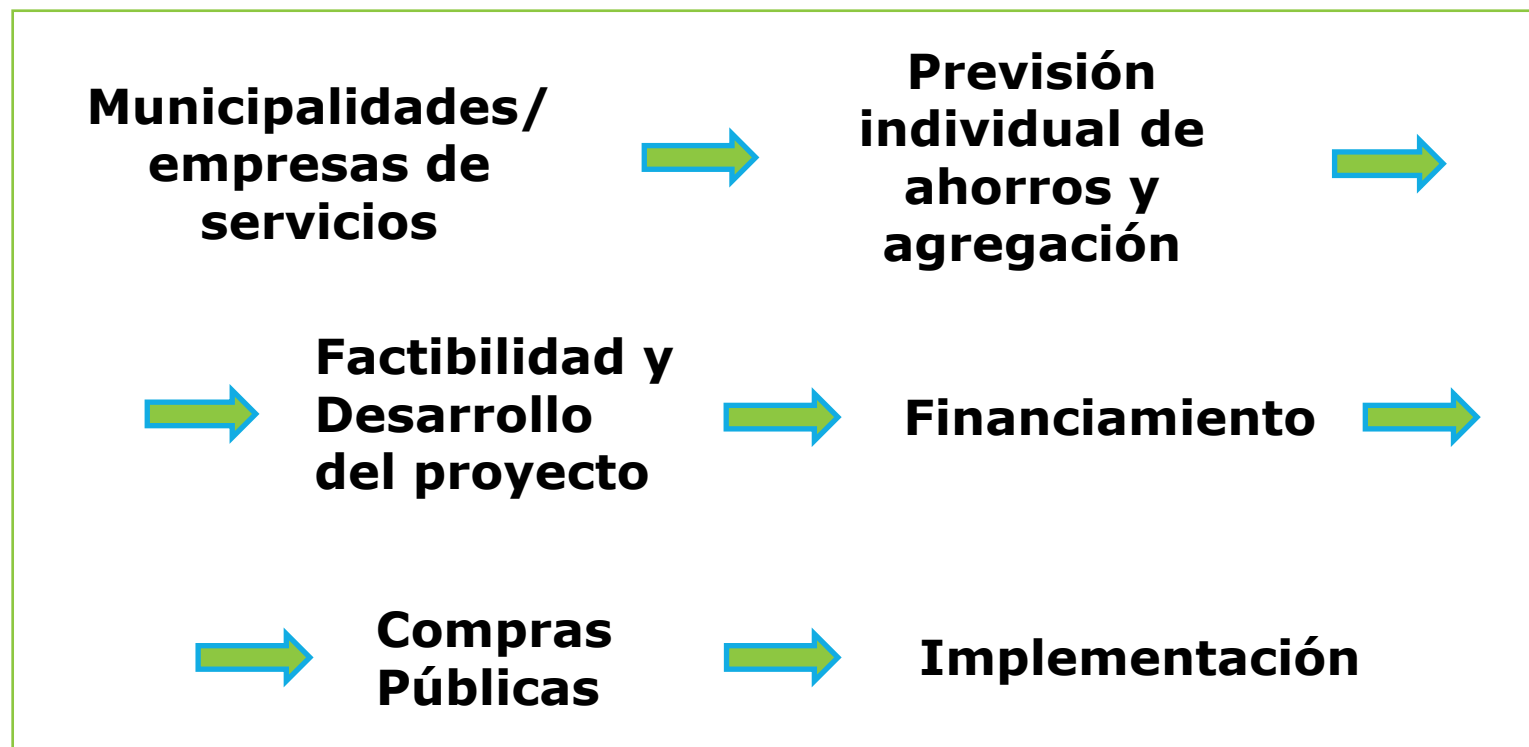
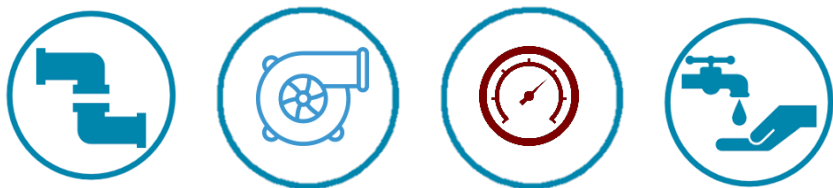


Fuente: EnergyStar

Agregación de proyectos

Agregación de actores:

1. Municipalidad A o Empresa de Servicios A
2. Municipalidad B o Empresa de Servicios B
3. Municipalidad C o Empresa de Servicios C
4. Municipalidad D o Empresa de Servicios D



Bloque #2

Conceptos y herramientas fundamentales en la evaluación rápida de eficiencia energética para **sistemas públicos de iluminación**

Bloque #2.1

Fundamentos

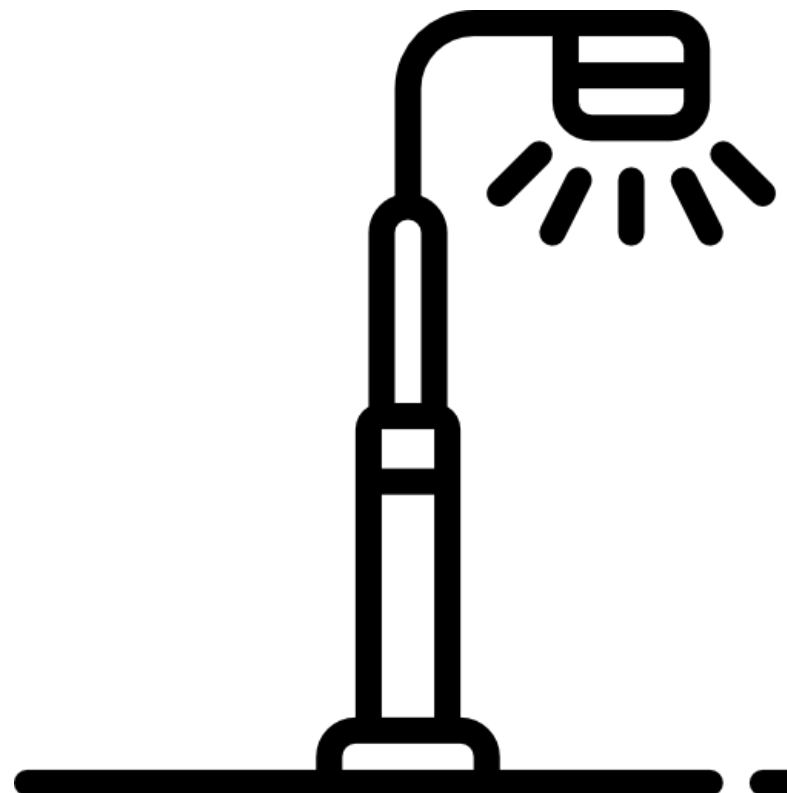
¿Qué comprende la iluminación vial?



- Alumbrado público de las vías municipales tanto para vehículos como para personas, incluyendo la señalización luminosa del tráfico.
- **Objetivo:** asegurar la seguridad de vehículos, ciclistas y peatones en la calle.
- **Componentes:**
 - Farolas / Luminarias y Semáforos
 - Bombillas (Fuente de Luz)
 - Balasto Eléctrico
 - Sistemas Inteligentes de regulación
 - Sensores Fotovoltáicos
 - Sensores de Locomoción
 - Regulador de intensidad

Consumo energético en la actualidad

- **Iluminación**
 - 15% del consumo eléctrico mundial
 - 5% de las emisiones de GEI
- **Iluminación vial**
 - 4-40% de la energía pública de las ciudades
- **Países en desarrollo**
 - Demanda más baja
 - Falta de electrificación
 - Estándares de vida menos exigentes
 - Gastos superiores
 - Equipo antiguo e ineficiente

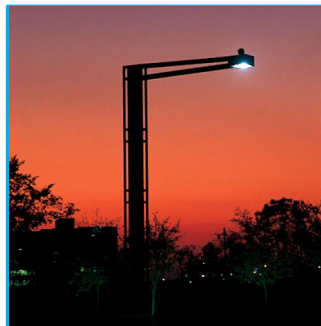


Tecnología y estado del arte

Sistemas antiguos



Vapor de Mercurio y
Vapor de Sodio



Haluro metálico



Incandescente



Lámpara Fluorescente
Compacta (CFL)

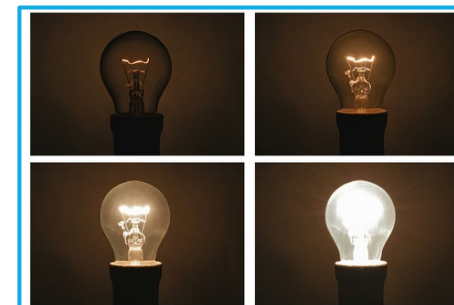


Tubo Fluorescente

Sistemas modernos



Luces LED



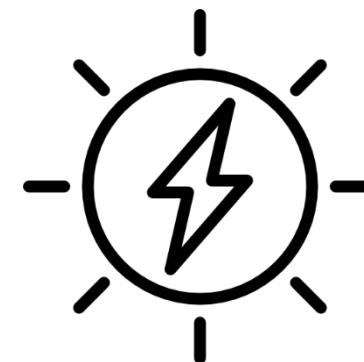
Regulación de intensidad/
atenuación

Bloque #2.2

Evaluación Rápida

Diagnóstico y Motivación

- A menudo nos encontramos con sistemas antiguos con:
 - Eficiencias de conversión de energía muy bajas
 - Sistemas de atenuación inexistentes
 - Ineficaz distribución espacial de las luminarias
- Ahorro **energético**, **financiero** y de **emisiones**
 - Recuperación de la inversión gracias al ahorro de consumo energético
 - Existen numerosos modelos de financiación
 - Cortos plazos de retorno con agregación de proyectos (1 o 2 años)
- Beneficioso para **municipio**, **inversor** y **ciudadano**



Soluciones propuestas

- **Sustitución de luminarias antiguas por luces LED**

- Eficiencias de hasta el 95%
- Ahorro de potencia de hasta el 90% en algunas lámparas
- Tiempo de vida de 50,000 horas

Principal fuente de ahorro energético

- **Instalación de luminarias inteligentes**

- Sensores fotovoltaicos
- Sensores de locomoción
- Regulación de intensidad

Maximizando el potencial de ahorro

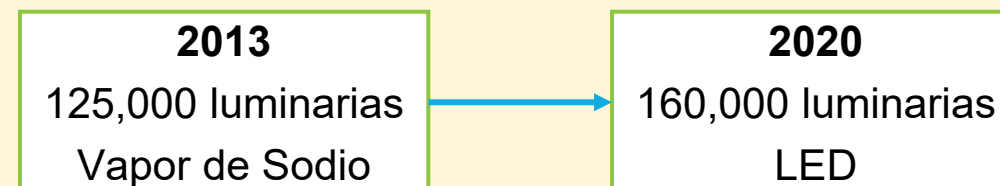
Potencial de mejora

- **Ahorro energético por sustitución de luminarias por LED**
 - **70-90%** respecto a luminarias Incandescentes, de Vapor de Mercurio o CFL
 - Hasta el **40-50%** respecto a Haluros Metálicos, Vapor de Sodio o Halógenos
- **Control y atenuación**
 - Hasta 30% de ahorro energético
- **Total**
 - **40-60%** de la demanda anual de energía

Ejemplo: Buenos Aires

Primera ciudad latinoamericana con 100% de luces LED

- **Año de inicio del proyecto:** 2013
- **Proyecto:** reemplazo de luminarias ineficientes



- **Resultados:**
 - Ahorro energético: 50% (85,000 kWh/año)
 - Equivalente al consumo de 25,000 viviendas
 - Reducción de 44,000 toneladas de CO₂/año



Bloque #2.3

Herramienta del C2E2 para la autoevaluación de la iluminación vial

Datos de entrada

- **Datos generales del municipio**
 - Horas de luz anuales
 - Precio de la electricidad
 - País
 - Intensidad de emisiones
- **Lámparas actuales en el municipio**
 - Tipos
 - Potencia (W)
 - Cantidad (stock)
 - Precio (\$/lámpara)

- **Prácticas de regulación de intensidad**
- **Costo de mantenimiento**
 - Precio de mano de obra
 - Lámparas reemplazadas al año



STREET LIGHTING

Energy efficiency calculator

Lógica y Consideraciones

- Para cada tecnología introducida, se tiene en cuenta:
 - **Eficacia de la Fuente de Luz**
 - **Eficacia de la luminaria**
 - **Pérdidas en el balasto**
 - **Tiempo de vida**
- Manteniendo el nivel de luminosidad de cada luminaria (lumens)
 - ¿Cuánto disminuye la potencia al utilizar luces LED?
- Teniendo en cuenta la vida restante media de las luminarias
 - ¿Qué ahorro energético total se consigue al cambiar por luces LED?

Informe de resultados

- Resultados **con y sin control** de la intensidad de iluminación
- Ahorro** respecto al sistema actual:
 - Del consumo eléctrico
 - Económico
 - De emisiones de CO₂
- Indicadores financieros**
 - Inversión necesaria
 - Tiempo de retorno de la inversión



Argentina

Ciudad: Ejemplo



Evaluación de Eficiencia Energética en Alumbrado Público

A continuación se presenta un resumen de los principales beneficios obtenidos tras las mejoras en eficiencia energética del Alumbrado Público por la conversión a tecnología LED y Controladores. Para más información, favor de visitar la página del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (UNEP) y el Centro de Eficiencia Energética de Copenhague (C2E2):

→ www.united4efficiency.org

→ www.c2e2.unepdtu.org

Ahorros anuales por la total conversión del Alumbrado Público a Tecnología LED

	Sin Controladores	Con Controladores
Ahorro eléctrico	108 MWh/año 37% ↓	164 MWh/año 56% ↓
Ahorros financieros (Gs. de operación + Mantenimiento)	45 mil \$/año 39% ↓	65 mil \$/año 57% ↓
Ahorros en CO ₂	57.8 toneladas/año	87.3 toneladas/año

Información adicional en Alumbrado Público y Ahorros

Tecnologías actualmente utilizadas en Iluminación Pública



- Vapor de Mercurio
- Sodio de alta presión
- Haluro Metálico
- Fluorescentes
- CFL
- Incandescentes
- LED (existentes)



Inversión
13788.6 \$



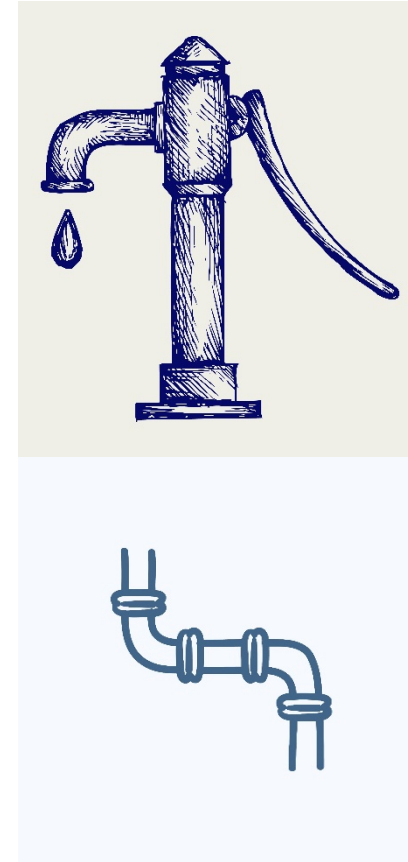
Tiempo de Retorno
0.2 años

Bloque #3

Conceptos y herramientas fundamentales en la evaluación rápida de eficiencia energética para **sistemas de distribución de agua**

Sistemas de suministro de agua: Estado actual

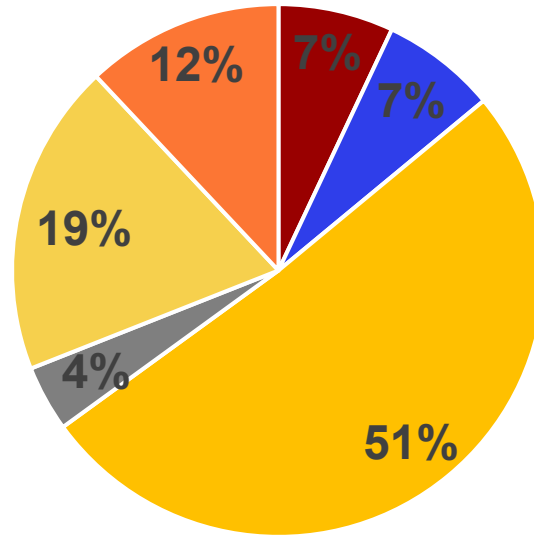
- **Producción:** 3-4% de la electricidad consumida mundialmente. El 80-90% de este porcentaje se usa para bombear
- **Consumo:** En 2040 se espera un incremento del consumo de agua de un 40%. Necesidad de tomar conciencia del valor del agua
- **Legislación:** Una correcta planificación puede traer ahorros sustanciales tanto en recursos (agua, energía, financieros) como en emisiones equivalentes (CO2)



Sistemas de suministro de agua: Estado actual

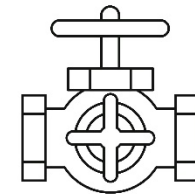
Utilización de energía consumida en el ciclo de agua (fuente superficial)

- Captación y conducción de agua cruda
- Potabilización
- Bombeo para transporte y distribución de agua potable
- Recolección de aguas residuales
- Tratamiento de aguas residuales



Aspectos clave:

- El suministro de agua potable puede representar hasta un 65% de la energía consumida en todo el ciclo
- Las pérdidas de agua suelen representar entre un 25-50% del agua producida
- Grandes diferencias entre sistemas

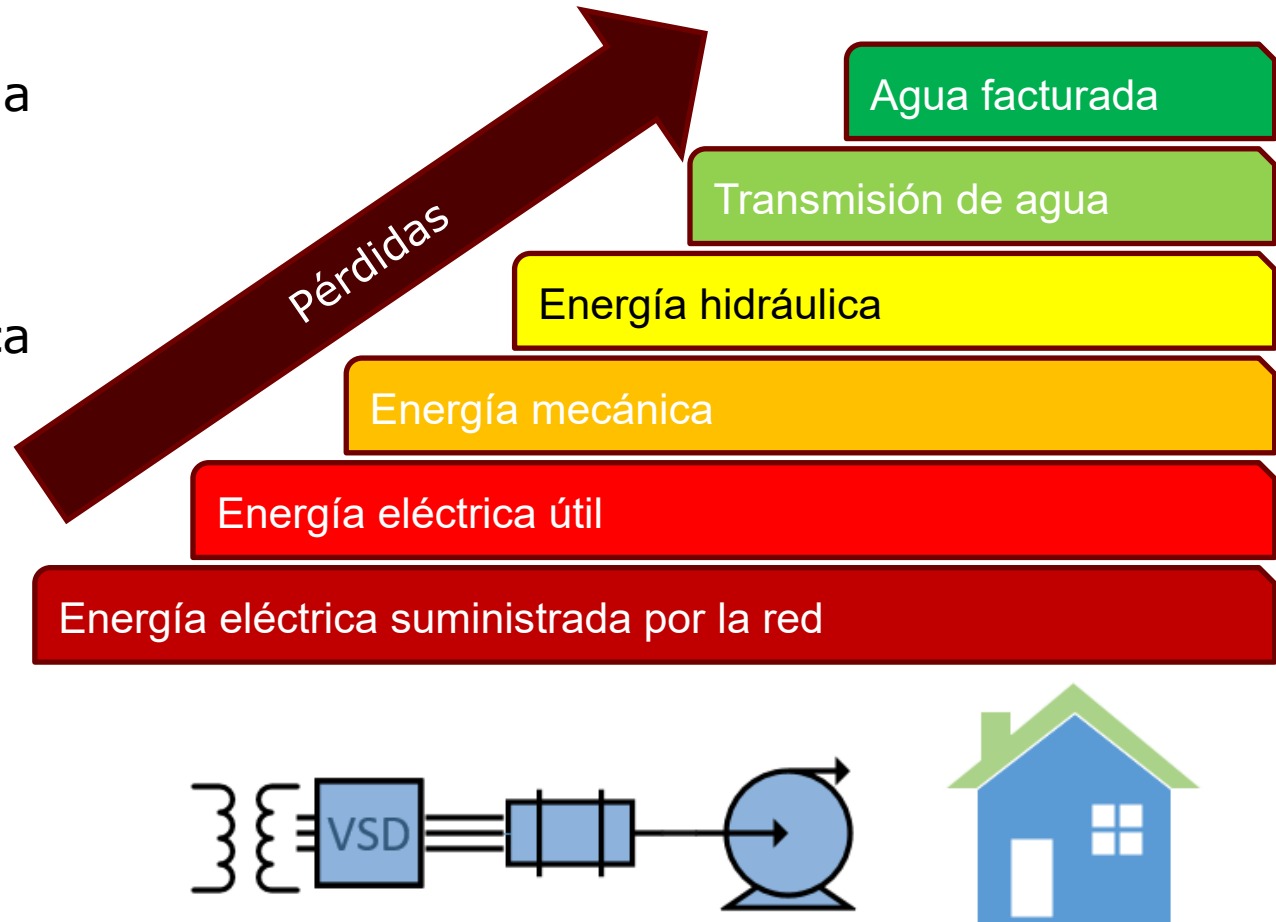


Bloque #3.1

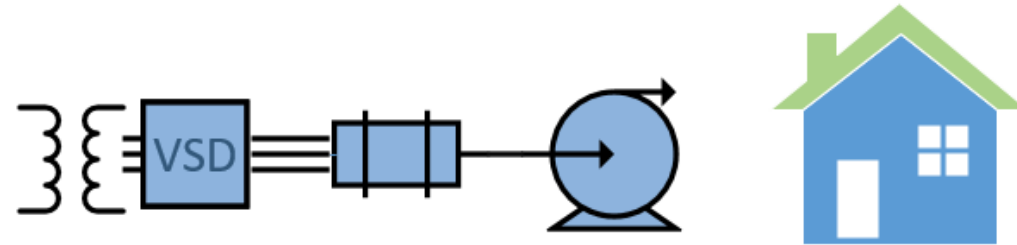
Oportunidades de ahorro energético en sistemas de suministro de agua

Sistemas de distribución: Pérdidas y oportunidades de mejora

- La **intensidad energética** por unidad de agua vendida relaciona la producción de agua con la energía consumida
- Acciones individuales destinadas a la mejora de la eficiencia energética tienen un impacto de **10-40%**
- Una aproximación en cascada ayuda a priorizar acciones para la reducción tanto de inversión inicial como de operación y mantenimiento.
- Períodos de retorno menores a 5 años



Sistemas de distribución: Eficiencia energética



Tecnología	Sistema convencional	Sistema eficiente
Transformador	85%	96%
Sistema eléctrico	0.8	0.9
Control variable	-	95%
Motor eléctrico	90%	95%
Bomba	70%	88%
Eficiencia total	43%	72%

Caso práctico: Eficiencia energética en Guyana



- I. El 6% de la demanda nacional de electricidad y 60% de los costes
- II. Perdidas de agua de un 70% con falta de medición real del consumo
- III. Auditorías energéticas revelaron que las mayores ineficiencias se encontraban en bombas, motores y factor de potencia - eficiencia electromecánica media del 46%

Soluciones:

- Nueva tarifas que reflejan el coste real de la producción del agua - US 0.3 a US 0.55 por metro cúbico
- Sustitución de motores y bombas en 34 sistemas de suministro (25% del consumo energético para agua en Guyana)
- Una inversión de US 160,000 incrementó la eficiencia energética un 29%, con unos ahorros anuales de US 700,000 (3 meses de período de retorno)
- Reducción del consumo eléctrico en 2 millones de kWh y 2,000 tCO2

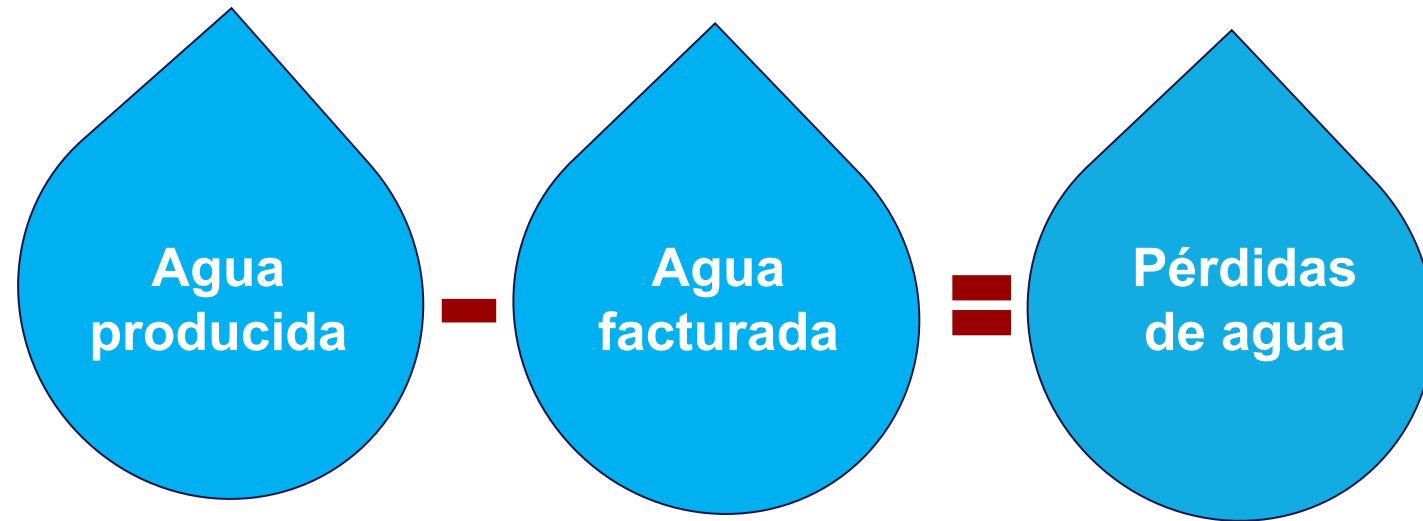


Bloque #3.2

Oportunidades de ahorro energético y reducción de la producción de agua en sistemas de suministro de agua

Sistemas de distribución: Pérdidas de agua

- **Pérdidas físicas o reales.** Debidas a filtraciones durante el ciclo. Causadas por falta de una correcta operación y mantenimiento
- **Pérdidas comerciales.** Falta de medición del consumo real, fallos en las lecturas de los contadores, conexiones ilegales a la red
- **Consumo autorizado no facturado.** Destinado a incendios, utilizado en el propio ciclo del agua, entregado a ciertos grupos de consumidores gratis



Sistemas de distribución: Reducción del consumo

- Mantenimiento preventivo sobre mantenimiento correctivo
- Incorporación de medidores de consumo y actualización de las tarifas de agua y catastro de clientes
- Sistemas de control en tiempo real
- Campañas de concienciación ciudadana para instruir sobre el correcto uso del agua (tanto doméstico como por pérdidas comerciales)

Menor transmisión de agua implica menos energía, menos capacidad requerida, sobreexplotación de los recursos y **reduciéndose la intensidad energética**



Caso práctico: SANASA, Brasil

En valor:

- I. 6% de la demanda nacional de electricidad
- II. Reducción de las pérdidas físicas
- III. Optimización tarifaria almacenando agua potable en tanques fuera de las horas pico de demanda eléctrica
- IV. Substitución de equipamiento electro-mecánico obsoleto

Resultados:

- Aumento de 22% de la población suministrada hasta 98% (mayoría hogares con bajos recursos)
- Reducción en 6% de las pérdidas de agua
- El consumo eléctrico se mantuvo constante, reduciendo la intensidad energética

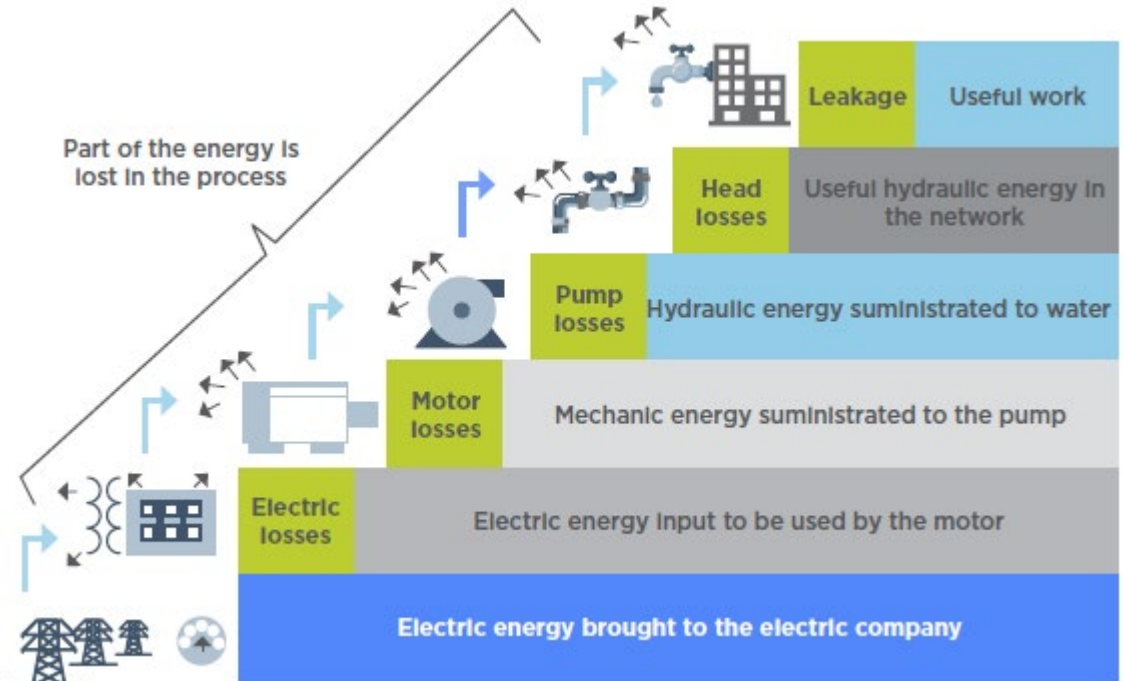


Bloque #3.2

Herramienta del C2E2 para la autoevaluación de sistemas de suministro de agua


Datos de entrada


- Agua producida/facturada/consumo no autorizado
- Componentes electromecánicos: motores, reguladores de frecuencia, bombas
 - Tamaño
 - Eficiencia existente
- Sistemas de medición del consumo
 - Si/No
- Control y mantenimiento de la red
 - Si/No
- Costes totales del Sistema
 - Precio electricidad (USD/kWh)
 - Resto de costos (mano de obra, alquileres)




IDB

Informe de resultados

 Reducción energía consumida (MWh/yr)

 Reducción del volumen de agua producida (m3/año)

 Ahorros financieros (USD)

 Reducción de emisiones equivalentes (ton eq. CO2)

 Periodo de retorno de inversión (años)

Bloque #4

Auto-evaluación + Reflexión

10 Septiembre 2020 | Copenhagen

POL - MÓDULO III.2

¿Crees que se debería de reemplazar las luminarias viales en tu municipio?

Opciones de respuesta

- a) **Sí, casi todas las luminarias son muy antiguas/ineficientes**
- b) **Algunas ya han sido reemplazadas**
- c) **No, ya han sido reemplazadas**

Bloque #5

Sesión de Preguntas y Respuestas

10 Septiembre 2020 | Copenhagen



Muchas gracias por su atención.

<https://c2e2.unepdtu.org/>

jizpe@dtu.dk

samsan@dtu.dk

Diapositivas de apoyo

Eficiencias y costos por luminaria

*Cuadro 3.1 Porcentaje de eficiencia y costo por tipo de luminaria**

	Eficiencia (%)	Costo (USD/año)
Vapor de mercurio	35%	77.1
Halogenuro metálico	80%	21.1
Sodio de alta Presión	80%	17.6
Lámpara fluorescente compacta (CFL)	70%	34.4
Incandescente	35%	550.6
Diodo emisor de luz (LED)	95%	11.5

Identificación de bombillas



Vapor de Mercurio y Vapor de Sodio



Haluro metálico



Incandescente



Lámpara Fluorescente Compacta (CFL)



Tubo Fluorescente



Luces LED



STREET LIGHTING

Energy efficiency calculator

^ BASIC INFORMATION

English ▼

First name

Please enter your first name

Surname

Please enter your surname

Job title

Please enter your job title

E-mail

Please enter your email

Municipality

Please enter your municipality

Country

Please enter your country ▼

Population of the municipality

Please enter the population of the municipality

Average of sun light hours/year in the country

Please enter the average of sun light hours/year

Price of electricity (USD/kWh)

Please enter the price of electricity (USD/kWh)

Year of data submission

Please enter the year of data submission

^ OUTDOOR LIGHTING STOCK AND TECHNOLOGY

Name of technology	Lamp power (Watts)	Stock of fixtures (Number)	Local cost of lamp (USD/lamp)
Mercury Vapour + Add another Mercury Vapour lamp	<input type="text" value="Choose Watts"/>	<input type="text" value="Add stock"/>	<input type="text" value="Add cost"/>
Metal halide + Add another Metal Halide lamp	<input type="text" value="Choose Watts"/>	<input type="text" value="Add stock"/>	<input type="text" value="Add cost"/>
High pressure Sodium + Add another High Pressure Sodium lamp	<input type="text" value="Choose Watts"/>	<input type="text" value="Add stock"/>	<input type="text" value="Add cost"/>
Compact fluorescent lamp (CFL)	<input type="text" value="Choose Watts"/>	<input type="text" value="Add stock"/>	<input type="text" value="Add cost"/>
Linear Fluorescent Lamp	<input type="text" value="Choose Watts"/>	<input type="text" value="Add stock"/>	<input type="text" value="Add cost"/>
Incandescent + Add another Incandescent lamp	<input type="text" value="Choose Watts"/>	<input type="text" value="Add stock"/>	<input type="text" value="Add cost"/>
LED + Add another LED lamp	<input type="text" value="Add Power"/>	<input type="text" value="Add stock"/>	<input type="text" value="Add cost"/> <input type="text" value="Lumen Output"/>

^ DIMMING PRACTICES FOR THE STREET LIGHTING

What is the percentage (%) of lamps dimmed?

Please enter the percentage

Hours per year dimmed

Please enter the number of hours

What is the reduction (%) of light output when dimmed?

Please enter the percentage

^ RUNNING COST AND MAINTENANCE

Who is in charge of the cost maintenance of the street lighting system?

The maintenance is done by the municipality

Average cost of man labour (USD/hour)

Please enter cost

Average cost of equipment (USD/hour)

Average cost of equipment (USD/hour)

* Equipment costs include the leasing of the truck to lift the personnel, fuel costs, costs derivate from security of roads and signals.

Are there any other remarks you would like to make about your outdoor street lighting installations?

Please, include any comments, remarks and information regarding the lighting system manufacturers, products available in the local market, maintenance costs, future projects or any economic issues relevant from the studied location

Show results