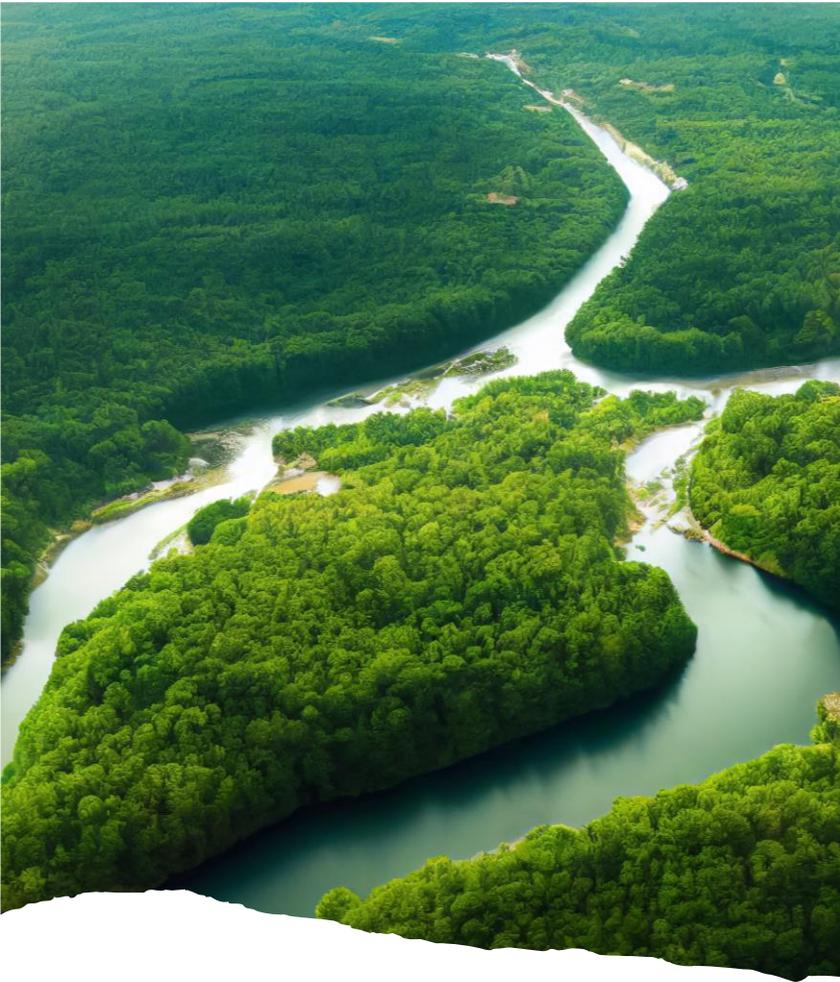




Economía circular en el sector de agua potable y saneamiento:
Aprovechamiento de metano y eficiencia energética en municipios
seleccionados de México



Eficiencia energética en el sector de Agua de Saneamiento

Pedro A. Chavarro V. – Ingeniero Civil y Consultor de la CEPAL



NACIONES UNIDAS

CEPAL

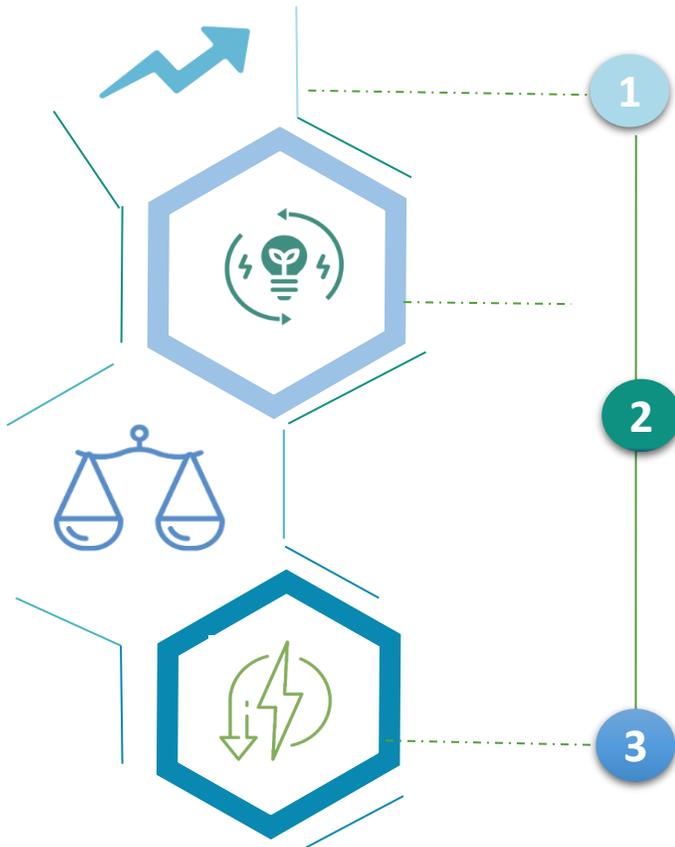
División de Recursos Naturales



United Nations
Peace and Development Trust Fund



Importancia de mejorar eficiencia energética en el sector de AP y Saneamiento

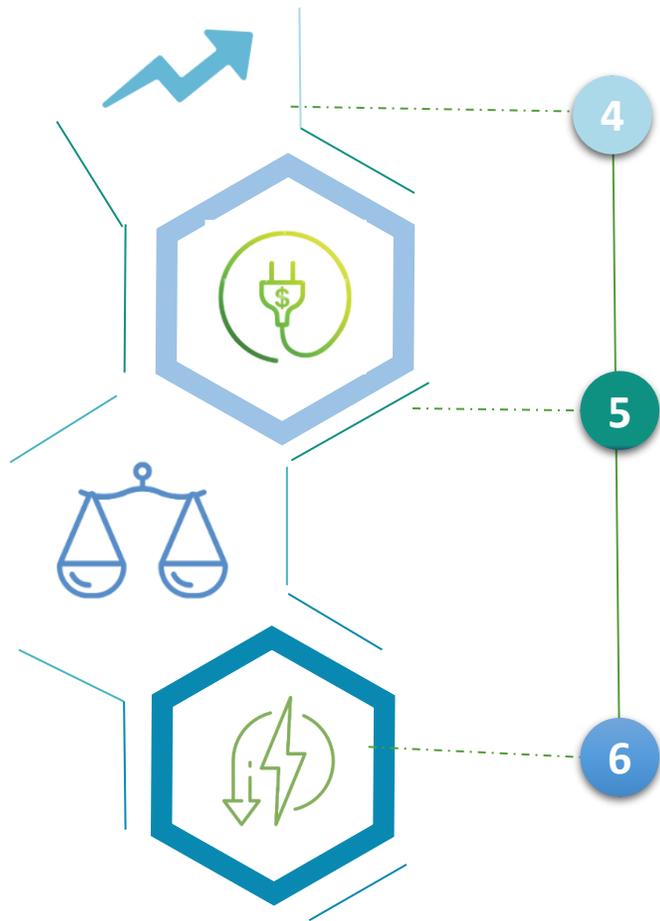


1 Incremento mundial en la demanda de servicios de suministro de agua y tratamiento de aguas residuales del 40% en los próximos 20 años (*Welsien & Dilip, 2019*)

2 Sector de AP y Saneamiento: **cerca del 4% del consumo mundial energía** (*Welsien & Dilip, 2019*)(*GWI, 2022*)

3 En ALC se proyectan **inversiones en rehabilitación de sistemas de AP por USD 108 billones y Saneamiento por USD 72 billones (2020-2030)** (CEPAL, 2023)

Importancia de mejorar eficiencia energética en el sector de AP y Saneamiento



4 Costos energía eléctrica entre el 33% y el 82% de costos operativos de servicios de suministro y tratamiento de aguas (Welsien & Dilip, 2019)

5 Costos de energía eléctrica: factibilidad de reducción entre el 20 y el 40% con mejoramiento de la eficiencia energética (Barry 2007; Liu et al. 2012)

Mejora en obsolescencia de instalaciones eléctricas y baja eficiencia de sistemas de bombeo en AL y C, ofrece oportunidad:

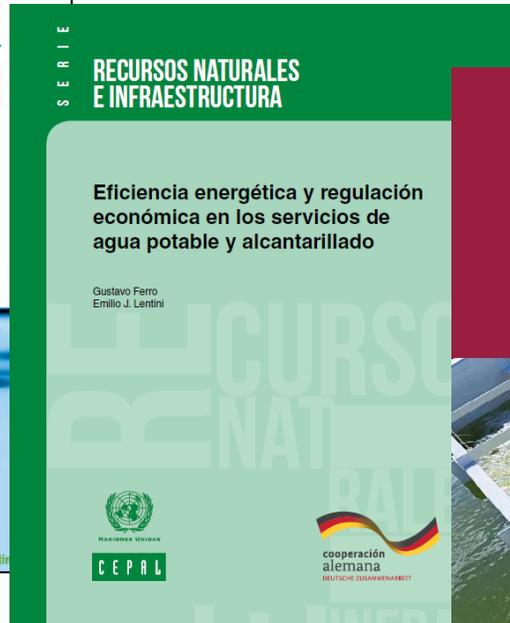
- ✓ Reducción costos de operación
- ✓ Disminución pérdidas de agua
- ✓ Necesidad de nuevas inversiones de ampliación
- ✓ Reducir impactos ambientales a nivel local y global

Fuentes de información: Análisis sectoriales de Eficiencia Energética

2011



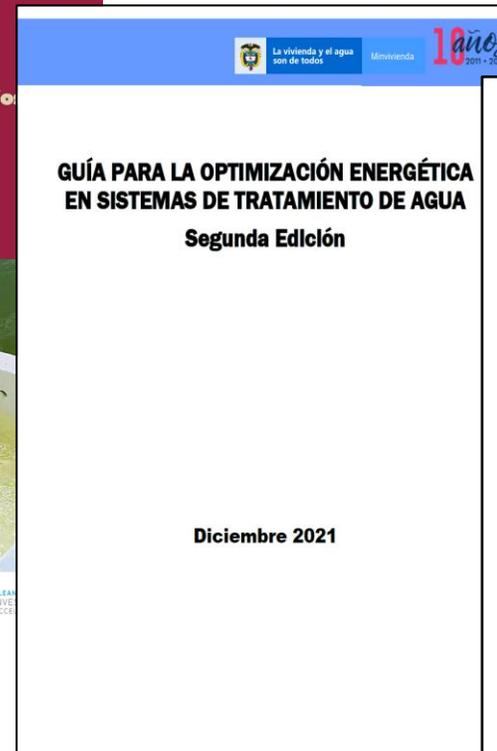
2015



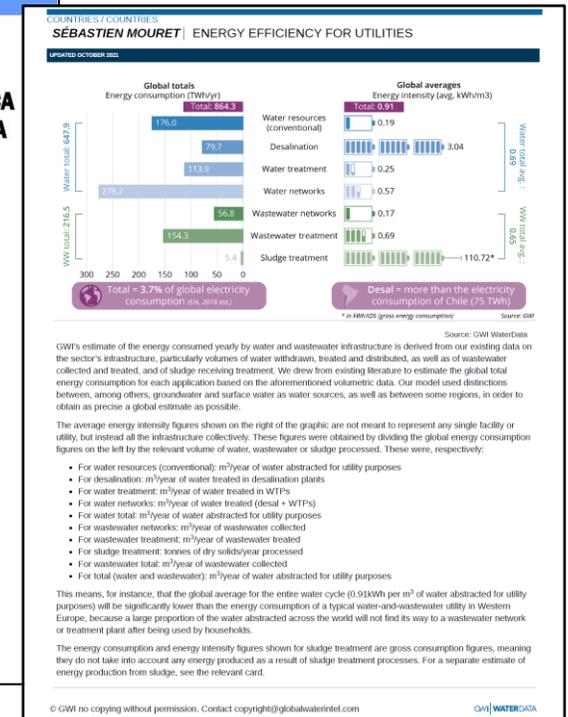
2021



2021

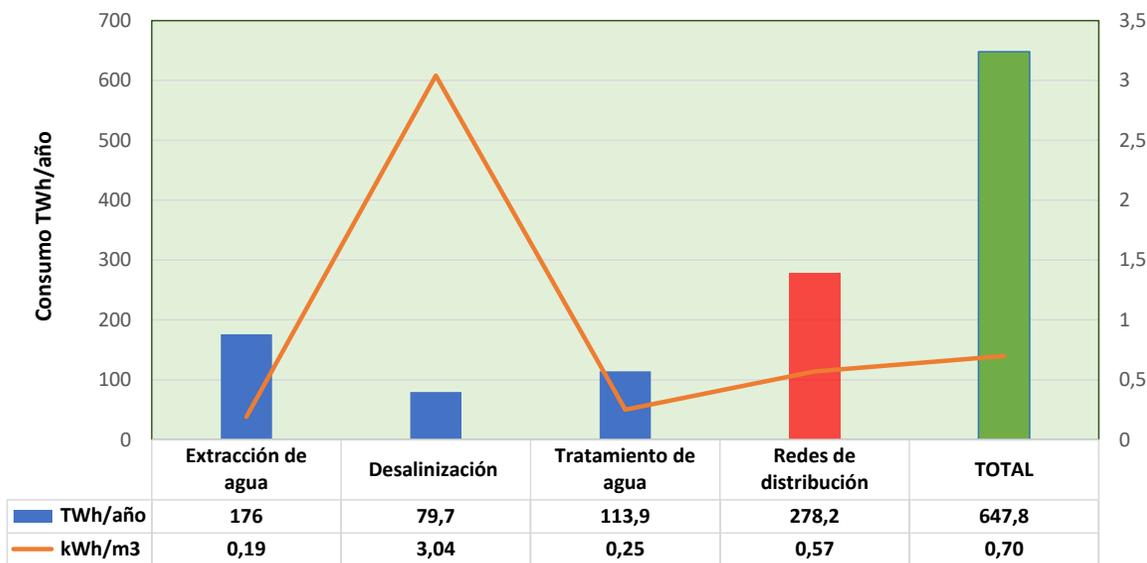


2022

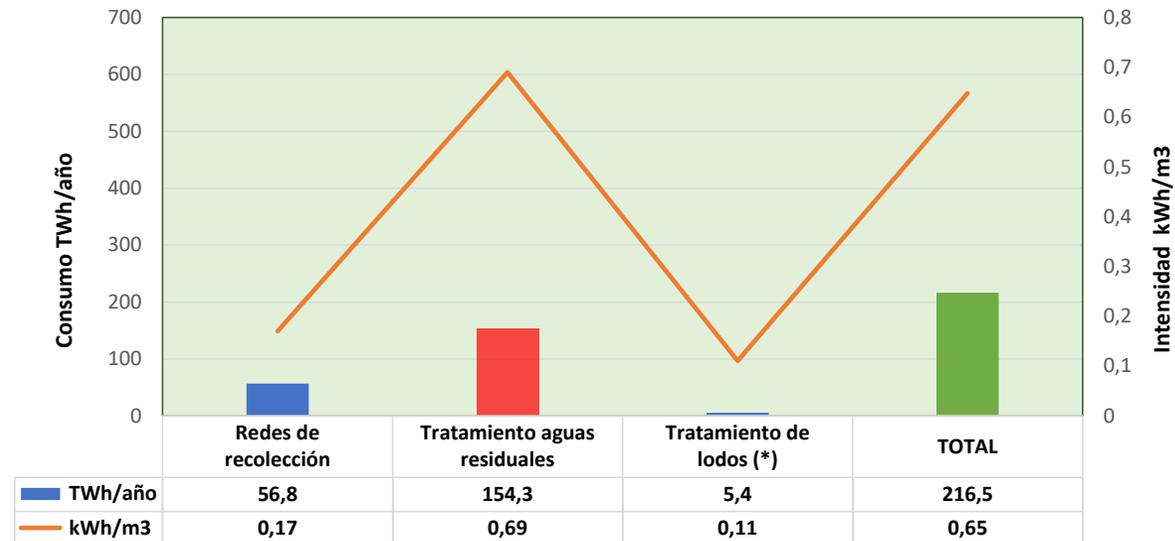


Consumo e intensidad energética del sector de AP y Saneamiento (GWI, 2022)

Consumo e intensidad energética: suministro de agua

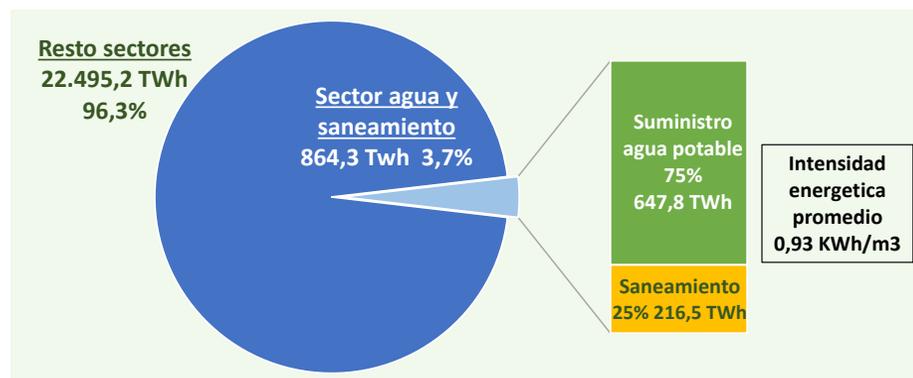


Consumo e intensidad energética: saneamiento

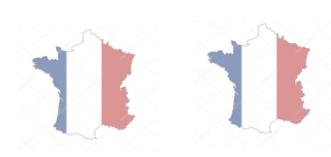


(*) Intensidad en 1.000 kWh/Ton de sólidos secos tratados

Participación del sector de agua y saneamiento en el consumo mundial de energía eléctrica (2018)



Intensidad energética promedio 0,93 kWh/m3



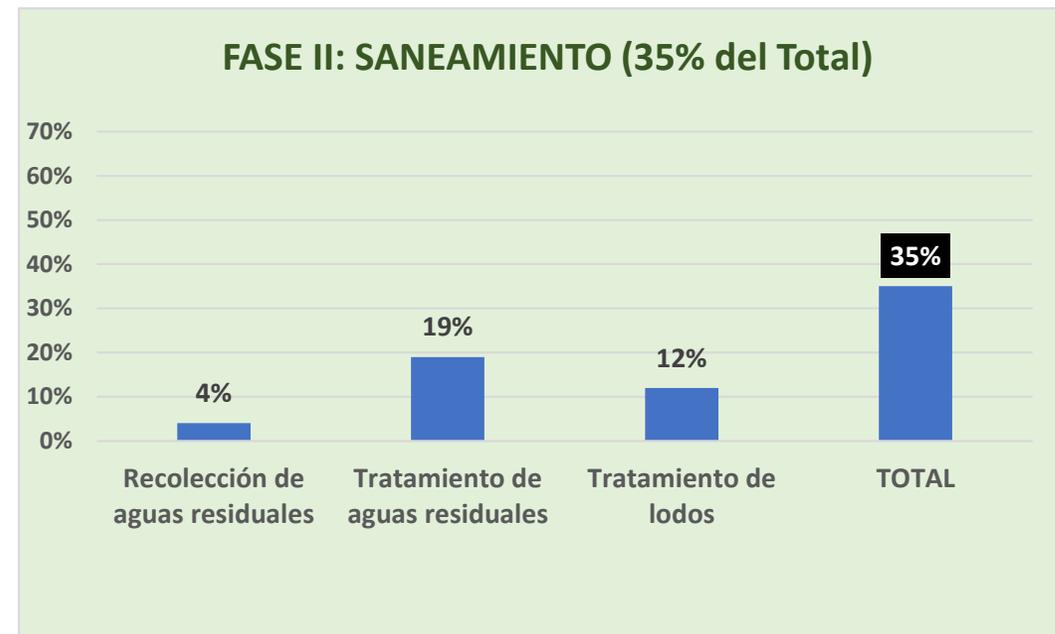
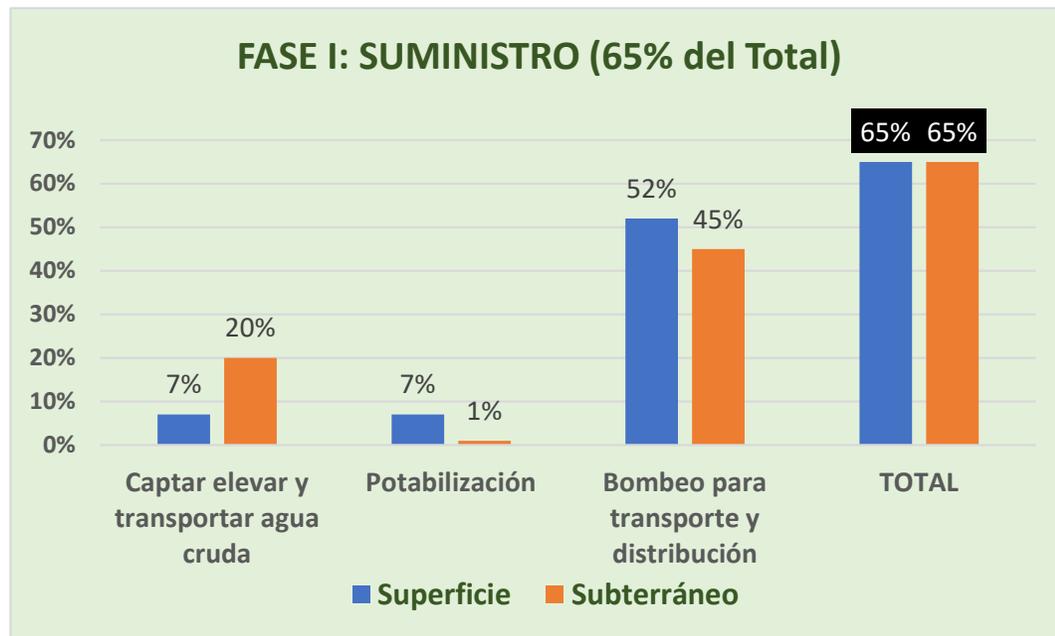
Aprox. dos veces consumo Francia



63% consumo ALC

Consumo de energía en América Latina y el Caribe

DISTRIBUCIÓN PROMEDIO EN EL CONSUMO DE ENERGÍA (ALC)



Fuente: Ferro, G., & Lentini, E. (2015). Eficiencia energética y regulación económica en los servicios de agua potable y alcantarillado. CEPAL

Intensidad energética (WWAP, 2014)

Para obtener 1m³ de agua



Desde 0,37 kWh (agua dulce superficial)
Hasta .8,5 kWh (aguas salobres/mar)

Consumo e intensidad energética: México, El Salvador y Panamá

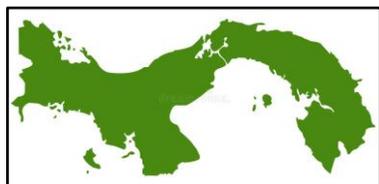
Participación del sector de agua y saneamiento en el consumo total de energía (2019)



• Consumo de sistemas de agua y saneamiento	3.969,5 GWh (100%)
• Consumo estaciones de bombeo	3.711,0 GWh (95%)
• Participación consumo total país (297.866 GWh)	1,33%
• Intensidad energética	1,12 KWh/m3

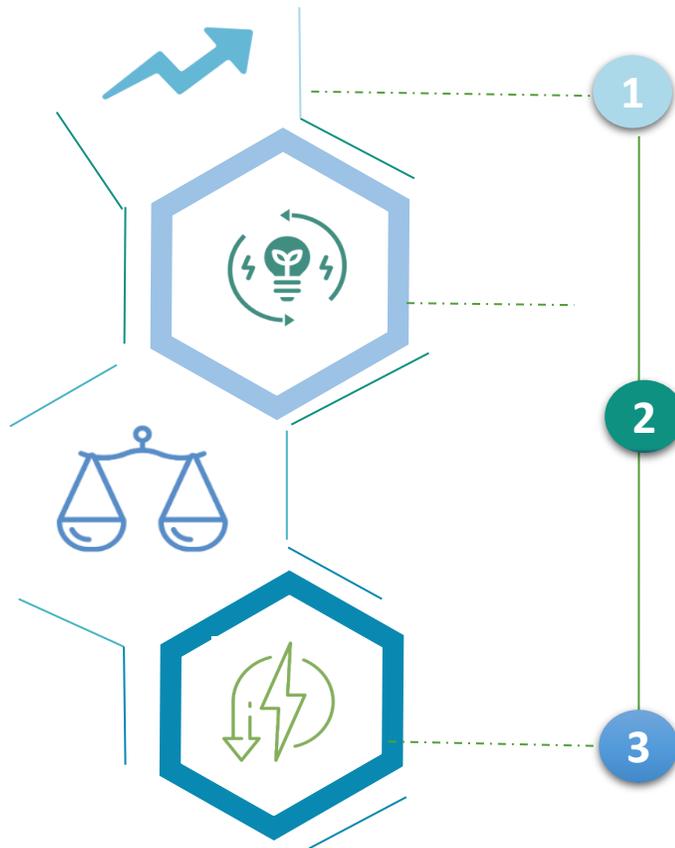


• Consumo de sistemas de agua y saneamiento	837,6 GWh (100%)
• Consumo estaciones de bombeo	753,7 GWh (90%)
• Participación consumo total país (6.443 GWh)	13%
• Intensidad energética (2010)	1,39 KWh/m3



• Consumo de sistemas de agua y saneamiento	304,3 GWh (100%)
• Consumo estaciones de bombeo	289,1 GWh (95%)
• Participación consumo total país (10.809 GWh)	2,82%
• Intensidad energética	1,02 KWh/ m3

Eficiencia energética del sector de Agua y Saneamiento en México (INECC, 2021)

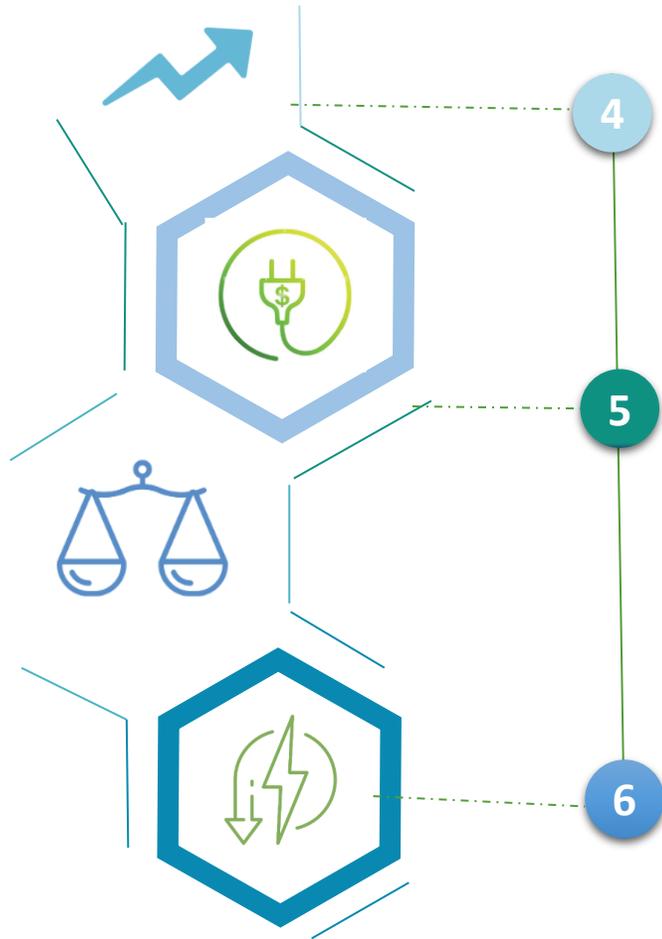


1 Consumo de 3.969 millones de kWh/año (9,241 millones MX\$, cerca de USD 450 millones en 2021) aumenta anualmente en un 5%.

2 Solo 4.1% de los proyectos PRODDER y 1.3% de los proyectos PROAGUA identificados estaban relacionados con EE: 9 OOA de los 2,688 existentes en México con proyectos de energía limpia.

3 Si bien existían fondos federales disponibles, en 2021 habían disminuido en un tercio respecto de los fondos observados en 2016

Eficiencia energética del sector de Agua y Saneamiento en México (INECC, 2021)



4 Soluciones de EE relacionadas con el bombeo con gran potencial: bombas de agua potable consumen al menos el 75% de la electricidad total

5 Se identificaron *dos oportunidades principales de relacionadas con energía renovable* para OOA:

- ✓ Generación en el sitio (individual y agregada)
- ✓ Compra de energía a través de acuerdos de compra de energía (PPA).

El costo de la electricidad partir de PPA 10-30% más bajo que tarifas de servicios públicos

6 Ahorro en costos depende de consumo de energía, correlación consumo-generación, dispersión/concentración centros de carga y solvencia usuario final.

Esquema general de secuencia energética - balance de energía

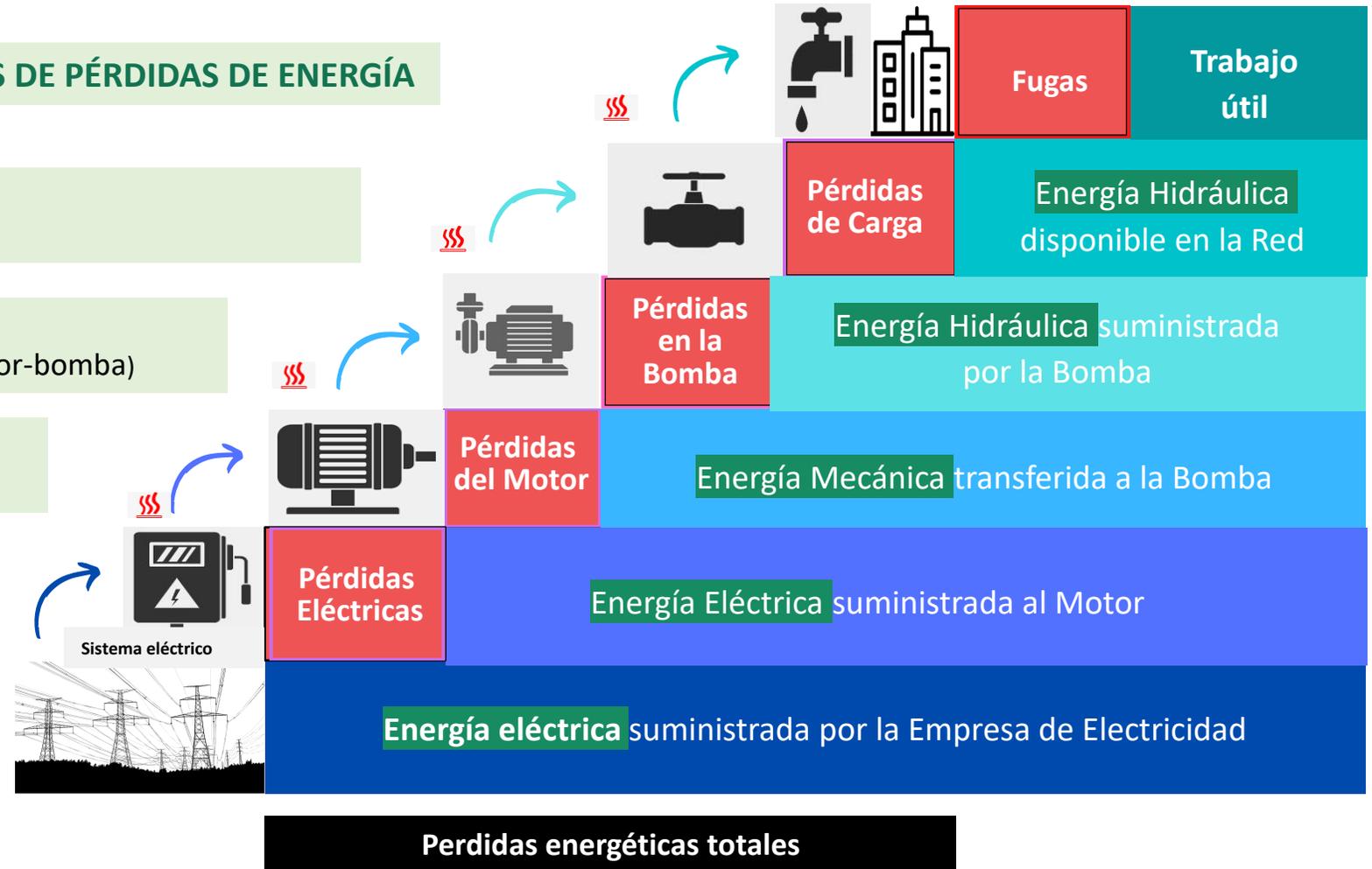
PUNTOS CLAVE EN EL ANÁLISIS DE PÉRDIDAS DE ENERGÍA

- Tuberías de succión y descarga
- Red de distribución

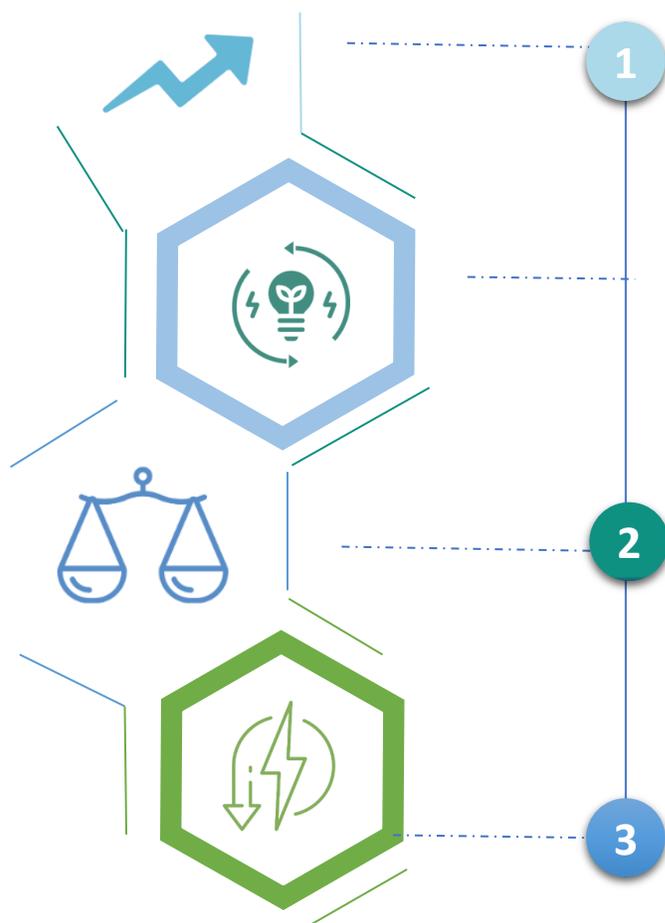
- Eficiencia equipo bombeo
- Eficiencia electromecánica (motor-bomba)

- Factor de potencia motor
- Eficiencia del motor

- Red eléctrica
- Transformadores
- Conductores eléctricos



Principales factores que inciden en pérdidas energéticas



1 Calidad de las instalaciones eléctricas

- ✓ Bajo factor de potencia
- ✓ Pérdidas por sobrecalentamiento (efecto Joule)
- ✓ Conductores y alimentadores subdimensionados
- ✓ Sobrecapacidad de subestaciones

2 Niveles de eficiencia de los equipos de bombeo

3 Niveles de eficiencia de los motores de sistemas de bombeo

Principales medidas de eficiencia energética



➤ Medidas iniciales de bajo costo

- **Cambios operativos/procesos redes**
- **Modelación hidráulica**
- **identificación, cálculo de pérdidas** energéticas, eficiencia electromecánica
- **Temporalizar sistemas bombeo:** manejo de carga (cobros horas pico - cargas/hora)
- **Balance de masas:** identificar pérdidas de agua



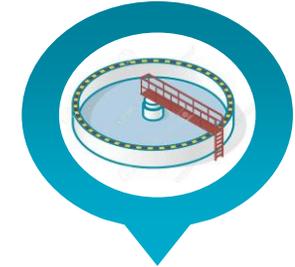
➤ Soluciones Técnicas

- **Dimensionar bombas/motores sistema de bombeo:** sustitución con motores eficiencia >> y > potencia
- **Disminuir consumo energía reactiva:** instalación condensadores (aumentar factor de potencia)
- **Disminuir carga de sistemas de bombeo:** VFD
- **sustitución motores menor 2HP** con motores ECM



➤ Medidas iniciales de bajo costo

- **Cambios operativos/procesos PTAPs/PTARs.**
- **identificación/cálculo pérdidas** energéticas y eficiencia electromecánica
- **Manejo carga** sistemas bombeo
- **Evaluar secuencias de control y puesta en marcha de bombas**
- **Analizar viabilidad** de aprovechamiento de metano



➤ Soluciones Técnicas

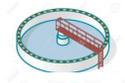
- **Ajustar/dimensionar equipos de aireación (PTARs)**
- **Co-generación** con metano
- **Dimensionar bombas/motores sistema de bombeo:** sustituir con motores eficiencia >>
- **Disminuir consumo energía reactiva:** condensadores
- **Disminuir carga sistemas de bombeo:** VFD
- **sustitución motores menor 2HP** con motores ECM

Captación y redes de Acueducto y Alcantarillado

Plantas de Tratamiento (PTAPs y PTARs)

Resumen medidas de planeación y beneficios de inversiones en EE

PLANEACIÓN OPERACIÓN



- ✓ Auditorías Energéticas
- ✓ Cambios operativos/procesos
- ✓ Modelación hidráulica y balance de masa: identificación, cálculo de pérdidas energéticas y de agua
- ✓ Manejo de carga: operación de sistemas de bombeo por fuera de tarifas hora/pico
- ✓ Implementar sistemas para el control y gestión de datos (SCADA)
- ✓ Seguimiento y Monitoreo: medir el uso de energía, intensidad kWh, emisiones de CO2 y CH4

INVERSIONES (*)

Optimización de Sistemas de Bombeo

- ✓ VFD: mejora 2-10% eficiencia
- ✓ Sustitución motores < 2HP con motores ECM: mejora 75% eficiencia
- ✓ Sustitución con motores efic. >> y > potencia: reducción 10-12% consumo

Sistemas Eléctricos

- ✓ Disminución consumo energía reactiva: inst. condensadores >> factor potencia

Eficiencia Energética en PTARs

- ✓ Opciones de EE para aireación (p.e. LAC), digestión anaerobia lodos
- ✓ Aprovechamiento de metano para co-generación

Energías Alternativas

- ✓ Análisis/adopción alternativas de energía renovables (AP y S)

(*) Acorde con el Banco Mundial (2019), las inversiones en EE se recuperan en periodo de entre 2 meses y 5 años

¡Muchas Gracias!

