



Seminario: Eficiencia Energética y Operativa en Organismos Operadores de Agua

Sesión No: 1 de 2



Expositores:

MC Heberto Cavazos LLiteras
Ing. Moisés Ángel Lino Linares



23 de Septiembre 2021



Heberto Cavazos Lliteras

Maestro en Ciencias por la Universidad Autónoma de Tamaulipas y Licenciatura en Oceanología por la UABC, es especialista en Evaluación del Impacto Ambiental de Proyectos, en Planeación Ambiental Estratégica y en Producción Acuícola. Con más de 30 años de trabajo profesional en las áreas de gestión ambiental y Sustentabilidad.

Actualmente es Director General en la empresa CAVADRI, especializada en el desarrollo de estrategias de sostenibilidad ambiental.

Contacto: tel. 442 338 6381/ 834 1441994
correo: heberto.cavazos@cavadri.com



Moisés Ángel Lino Linares

Consultor internacional en las áreas Energía, Producción más limpia, Desarrollo de Políticas Públicas y como Perito en materia de Ing. Ambiental, Ing. Mecánica, Ing. Mecánica Eléctrica, Ing. Energías Renovables, Calderas y Recipientes Sujetos a Presión, en Eficiencia Energética y en Sustentabilidad y Cambio Climático.

Cuenta con más de 25 años de Experiencia en consultoría para diversos organismos y empresas públicas y privadas, tanto en México como en américa latina.

Contacto: tel. 556 834 5982
correo: moises.lino.asociados@gmail.com

Temario

Antecedentes: La Crisis del Agua

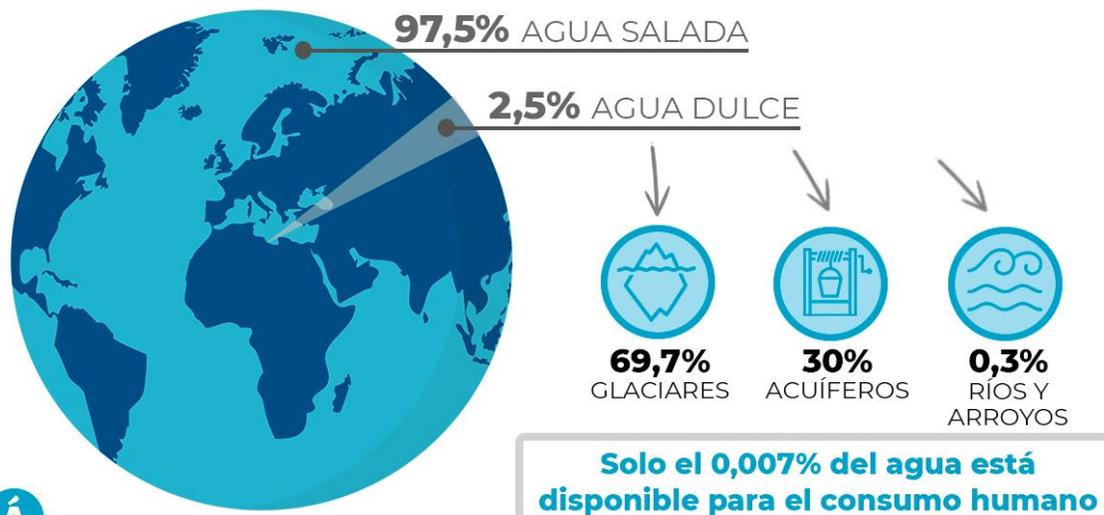
- 1) Que entendemos por Eficiencia Energética y Operativa.**
- 2) Principales Áreas de Consumo Energético en un Organismo Operador de Agua.**

Segunda Sesión

- 3) Auditorías Energéticas.**
- 4) Oportunidades de Financiamiento**
- 5) Impacto Potencial de la Eficiencia Energética en las Finanzas de los Organismos Operadores.**

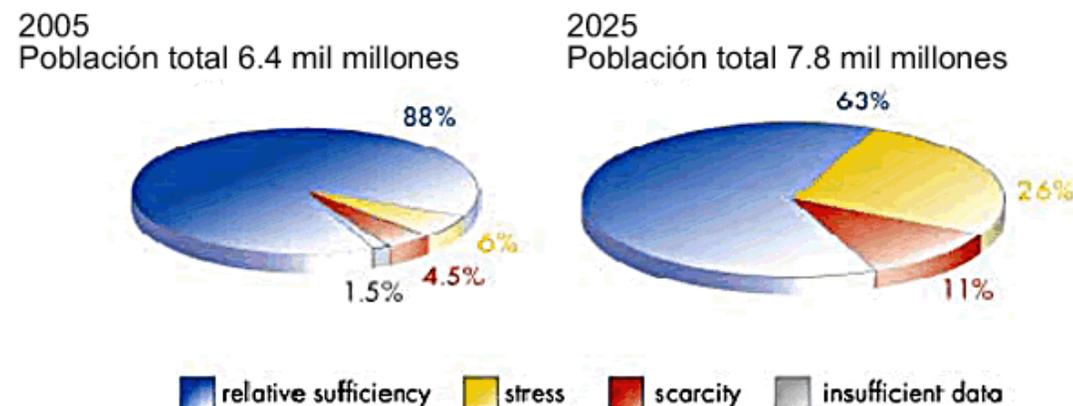
Contexto: Situación del Agua (1/4)

Los mares y océanos son solo el 0,023% de la masa total del planeta



FUENTE: FAO | ONU

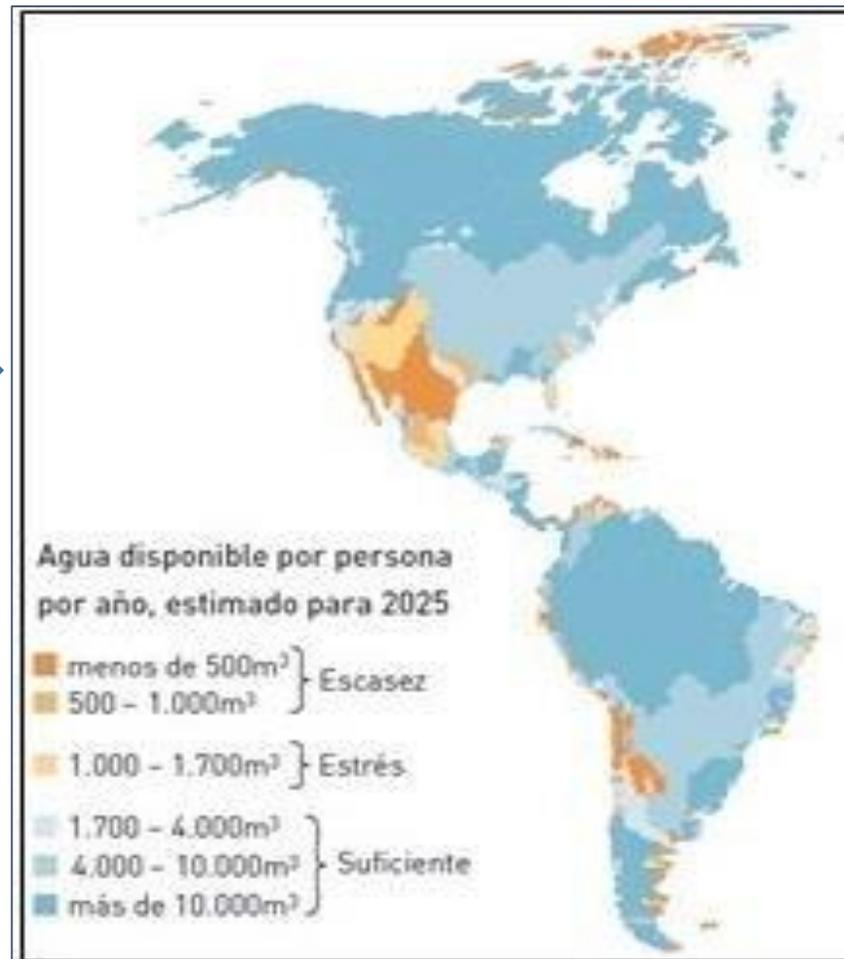
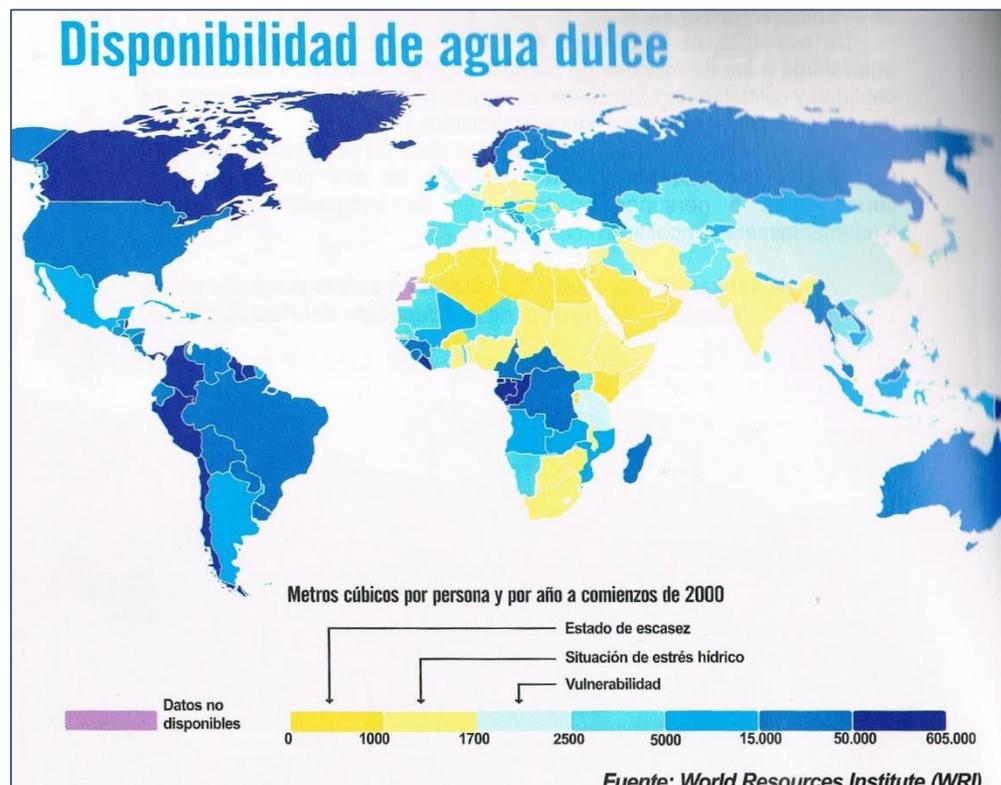
Población mundial y disponibilidad hídrica 2005-2025



Si bien el 0.007% del agua dulce se encuentra disponible para ser destinada al consumo humano, las tendencias nos muestran como en una modelación que abarca del 2005 al 2025, la población con acceso suficiente al vital líquido disminuirá en un 25%.

Contexto: Situación del Agua (2/4)

Disponibilidad de agua dulce



La disminución en la disponibilidad per cápita de agua, se refleja de manera relevante en la región fronteriza entre México y los EUA donde en 25 años transita de una posición de suficiencia de abasto a una de escasez.

Contexto: Situación del Agua (3/4)

Cambio en los Patrones Climáticos

Más del 56% de Oregon enfrenta condiciones de sequía extrema, y casi el 17% del estado experimenta sequía extraordinaria, que es la peor categoría.



Una ola de calor extremo destroza récords (47.9 °C) y deja cientos de muertes en Norteamérica

Pérdidas humanas y materiales aún no calculables en Tula de Allende a causa de las lluvias atípicas

'Mega sequía' en la frontera aviva las disputas entre EU y México por desabasto de agua

Colapso de drenaje por lluvia torrencial en NY, Tula,.....

Como prepararse para esta nueva realidad!!!

Contexto: Situación del Agua (4/4)

Organismo
Operador
de Agua



Abasto



Distribución



Drenaje



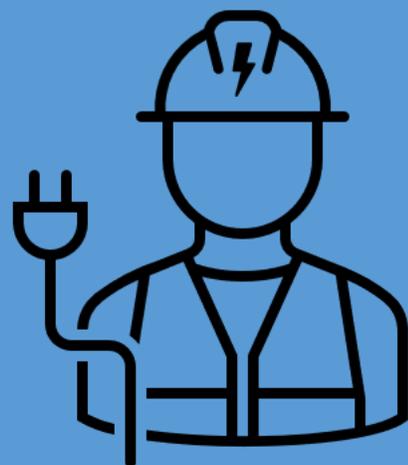
Tratamiento

Nuevos Retos

- Mayor distancia o profundidad a la fuente
- Riesgo de Abasto
- Cambio en los patrones climáticos
- Incremento en exigencias normativas de descarga

Oportunidades

- Cambio de paradigma de una visión lineal a una visión circular en el manejo del recurso agua
- Reúso del agua
- Aprovechamientos energéticos y Uso de Energía Renovable
- **Mejoras en Eficiencia Energética y Operativa**



1. Que entendemos por Eficiencia Energética y Operativa

Que entendemos por Eficiencia Energética y Operativa

La **capacidad de llevar el agua potable desde la fuente hasta los domicilios** mientras se cuidan factores como el **volumen y prevención de pérdida** en el transcurso.



Definición de Comisión Nacional del Agua (CONAGUA)

La **Eficiencia Energética** se refiere a la aplicación de un conjunto de técnicas que permitan utilizar de manera eficiente, oportuna, eficaz la energía en un equipo, proceso o sistema.

Eficiencia Operativa (1/3)

La **eficiencia operativa de un sistema adecuado de agua potable** debe contar con una serie de puntos clave.

- 1) evitar la pérdida de agua** entre las fuentes y consumidores durante el trayecto hídrico a través de una buena **ingeniería del sistema de abastecimiento**.
- 2) medición de volúmenes de agua** es el punto encargado de controlar **cuánta agua se produce, entrega y consume**.
- 3) El mantenimiento de la infraestructura del agua potable, detección de fugas y tomas clandestinas, y sectorización** son algunos ejemplos de actividades relacionadas.



Deficiencias operativas de los Organismos operadores

- Escasez de recursos económicos.
- Cambio continuo del personal.
- Baja disposición de pago por parte de los usuarios.
- Errores de medición.
- Tomas clandestinas.
- Fugas.
- Alto pago por consumo de energía eléctrica.
- Deterioro de la infraestructura.
- Incremento de la población.

Costos de algunos organismos operadores en México



CONCEPTO	Porcentaje del costo total				
	Organismos operadores de SLP ¹	Interapas SLP ¹	SEAPAL Vallarta ²	Organismos operadores 2013 ³	Organismos operadores 2014 ⁴
Salarios y prestaciones		13.4%	50.02%		
Operación y mantenimiento de la red		29%	34.5%	22.8%	
Pago por tratamiento, derechos por extracción y descarga de A.R.		21.1%			
Energía eléctrica	36.5-60%	36.5%	15.49%	39.5%	20 > 50%
Otros gastos				21.6%	

¹ https://www.senado.gob.mx/64/gaceta_del_senado/documento/94215.Proposiciones 2019.

² Foro del Agua 2012. "Sistema Tarifario SEAPAL Vallarta". Guadalajara, Jalisco; 20 de Marzo de 2012.

³ INEGI. Censos económicos 2014.

⁴ Guía para realizar diagnósticos energéticos y evaluar medidas de ahorro en equipos de bombeo de agua de organismos operadores de agua potable

Impactos de la Eficiencia Operativa (1/3)



PROBLEMA O DEFECTO OPERATIVO	CONSECUENCIA HIDRÁULICA	CONSECUENCIA ENERGÉTICA
Desbalance volumétrico en la asignación de caudales por zonas	<ul style="list-style-type: none">• Suministro por tandeo• Mayores pérdidas de agua en redes por cambio de presiones y el deterioro de la infraestructura	<ul style="list-style-type: none">• Mayor número de horas de operación de equipos de bombeo• Mayores pérdidas energéticas por manejo de mas horas de operación y presiones en las tuberías

Impactos de la Eficiencia Operativa (2/3)



PROBLEMA O DEFECTO OPERATIVO	CONSECUENCIA HIDRÁULICA	CONSECUENCIA ENERGÉTICA
Falta de dispositivos de control de presión	<ul style="list-style-type: none">• Excesivas pérdidas de agua por elevadas presiones• Mayores pérdidas de agua por fugas por el exceso de presión	<ul style="list-style-type: none">• Gastos mayores de energía por mayor carga de bombeo, además de desfasamiento del punto óptimo de eficiencia de los equipos de bombeo

Impactos de la Eficiencia Operativa (3/3)

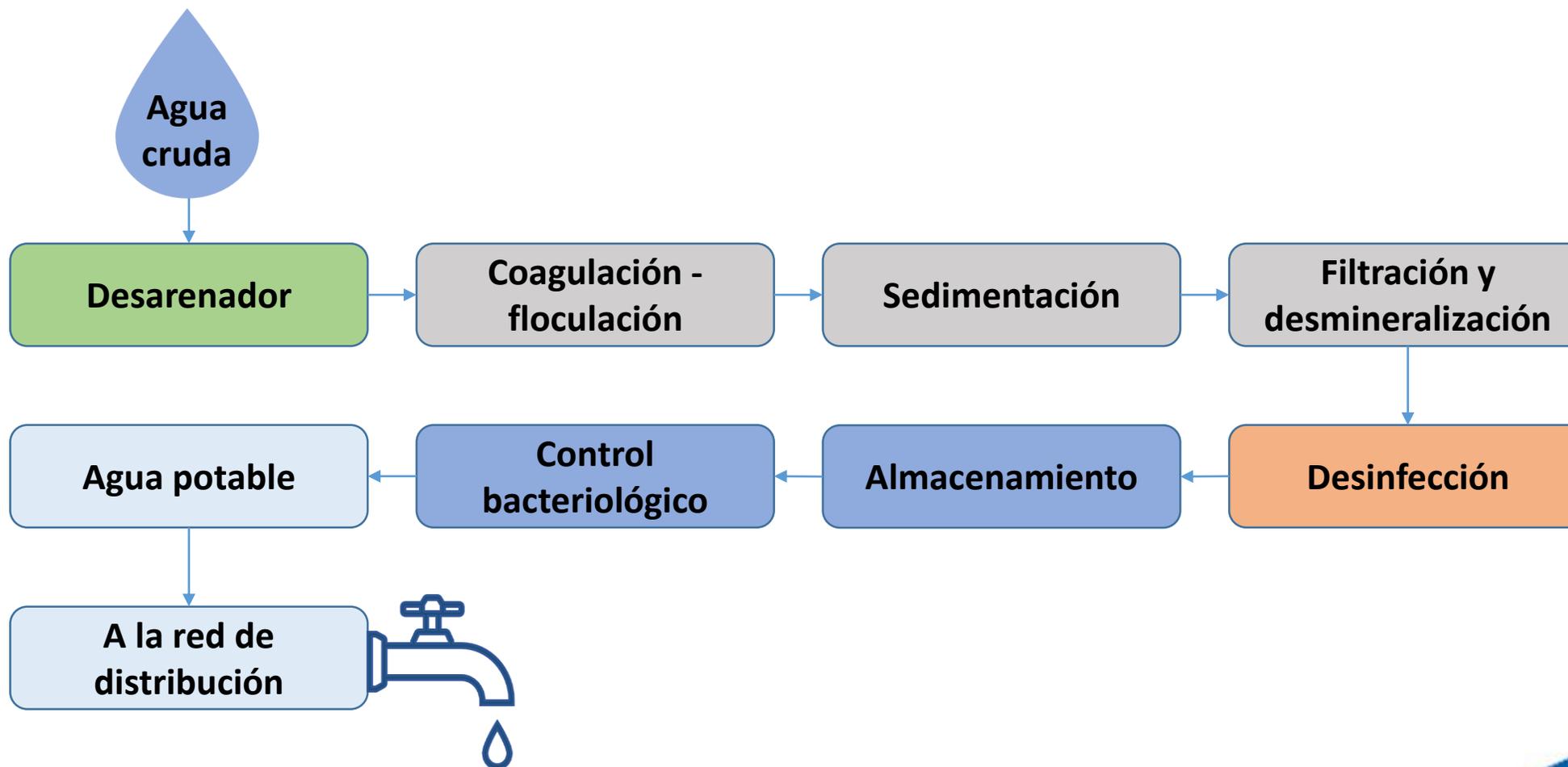


PROBLEMA O DEFECTO OPERATIVO	CONSECUENCIA HIDRÁULICA	CONSECUENCIA ENERGÉTICA
Carencia de tanques	<ul style="list-style-type: none">• Mayores pérdidas de agua por fugas con pérdidas de presión altas• Mayor deterioro de la infraestructura por regulación de gastos por válvulas en las redes	<ul style="list-style-type: none">• Mayor potencia en sistemas de bombeo en periodos pico de demanda (puntos de operación fuera de máxima eficiencia)

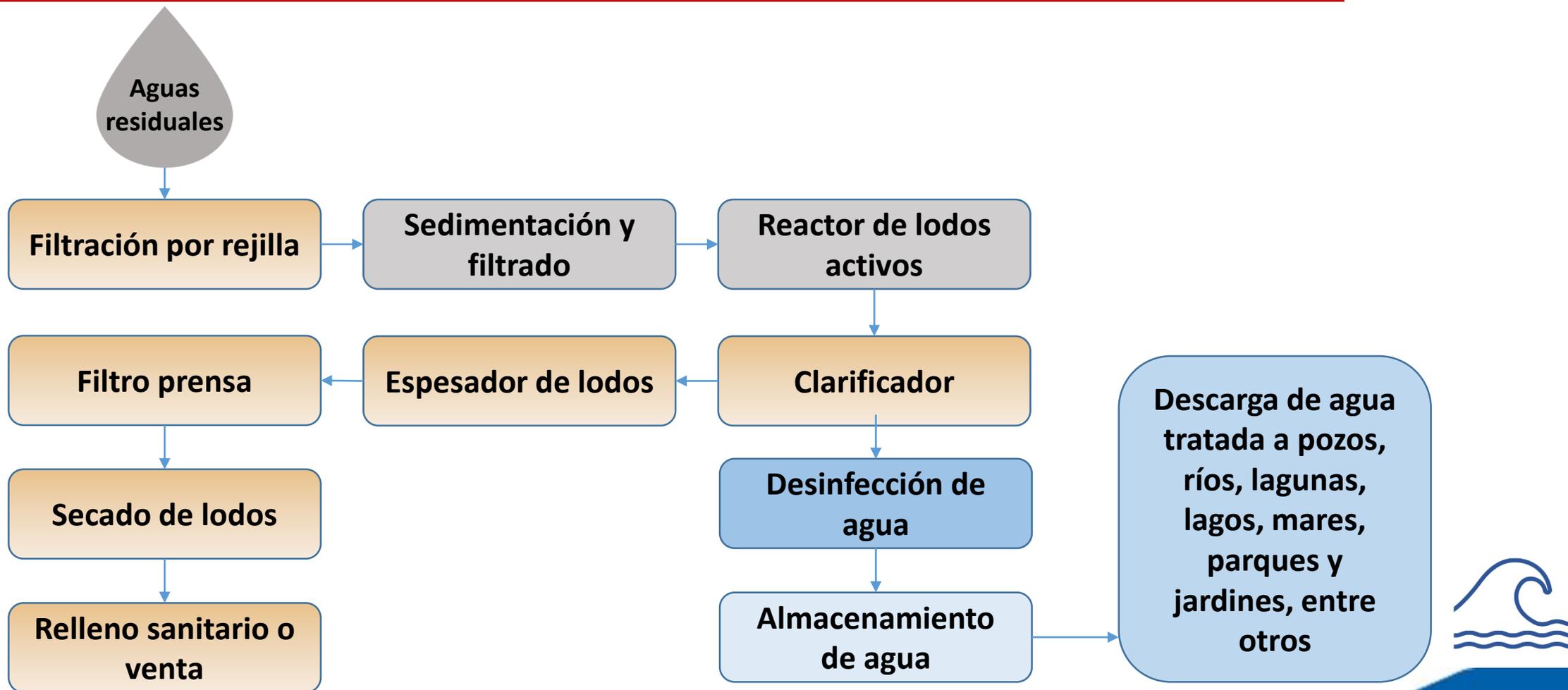


2. Principales Áreas de Consumo Energético en un Organismo Operador de Agua

Proceso general de potabilización de agua



Proceso general de tratamiento de agua residual



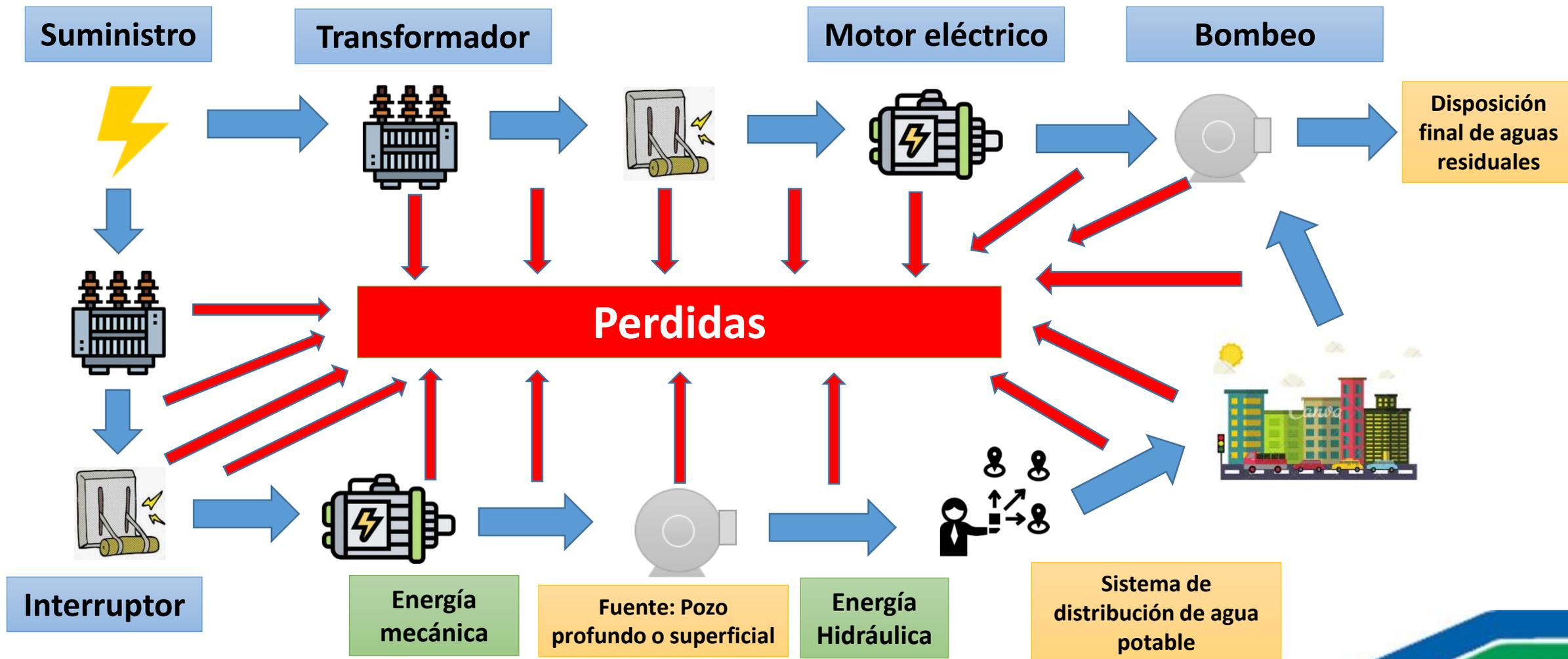
Balance Energético en el Sistema de Bombeo (1/3)



Los principales elementos para el suministro y transformación de energía necesarios para la producción, suministro y tratamiento de agua son:

- Medidor de consumo del suministrador de energía.
- Transformador.
- Centro de control de motor y sus elementos.
- Motor eléctrico.
- Bomba.
- La disposición final del agua potable y residual.

Balance Energético en el Sistema de Bombeo (2/3)



Principales Áreas de Consumo Energético en un Organismo Operador de Agua (OOA) (3/3)



Sabias que: Alrededor del **70% de la energía** es consumida por motores e instalaciones eléctricas.

¿Cómo hacen un buen uso de la energía los Organismos Operadores?

¿Abaten los costos de operación utilizando adecuadamente los equipos (buenas prácticas)?

¿Emplean motores eficientes y proporcionan mantenimiento y tecnología apropiada?

Consumo de energía eléctrica en una planta de Saneamiento de Agua

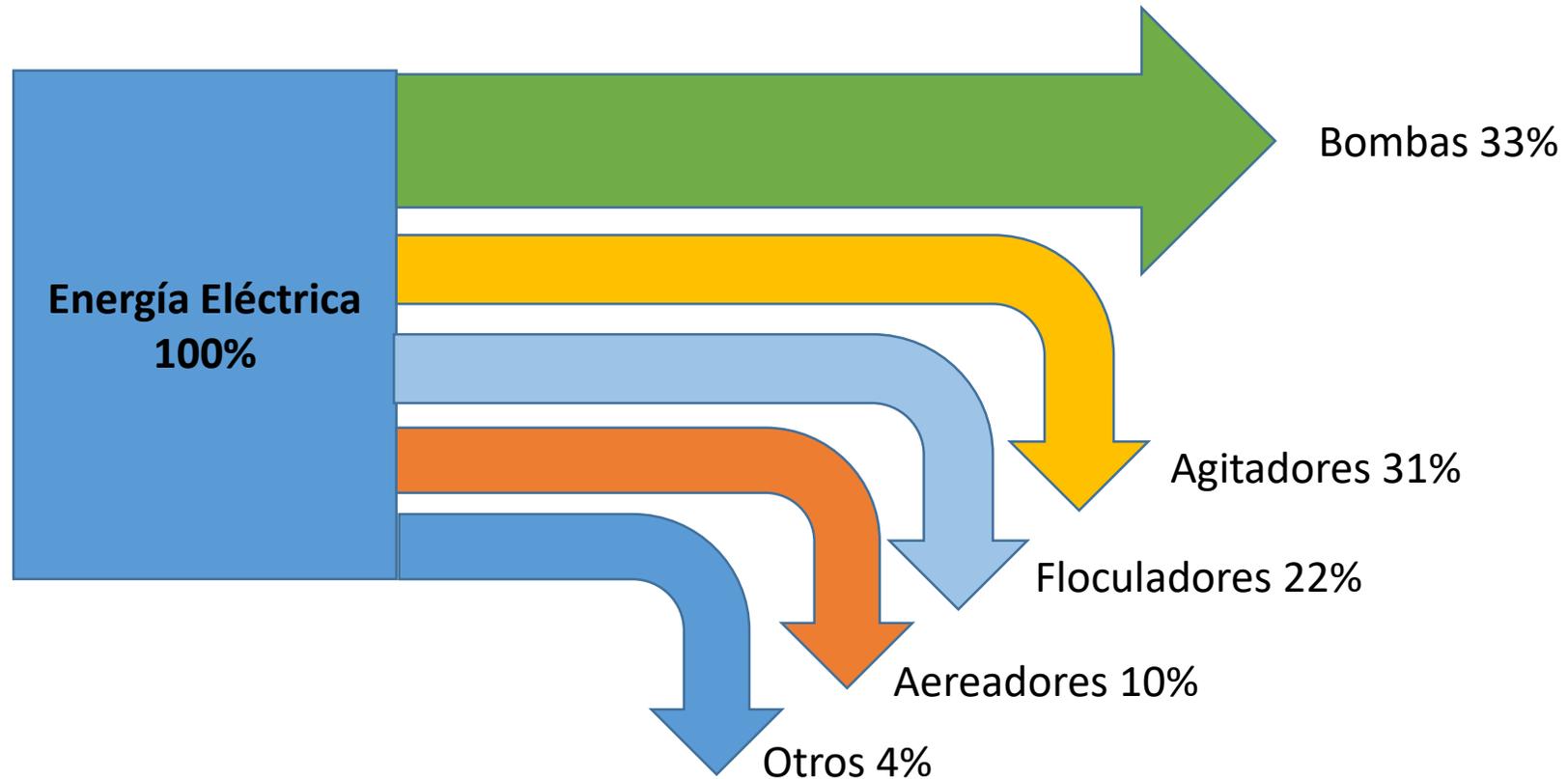
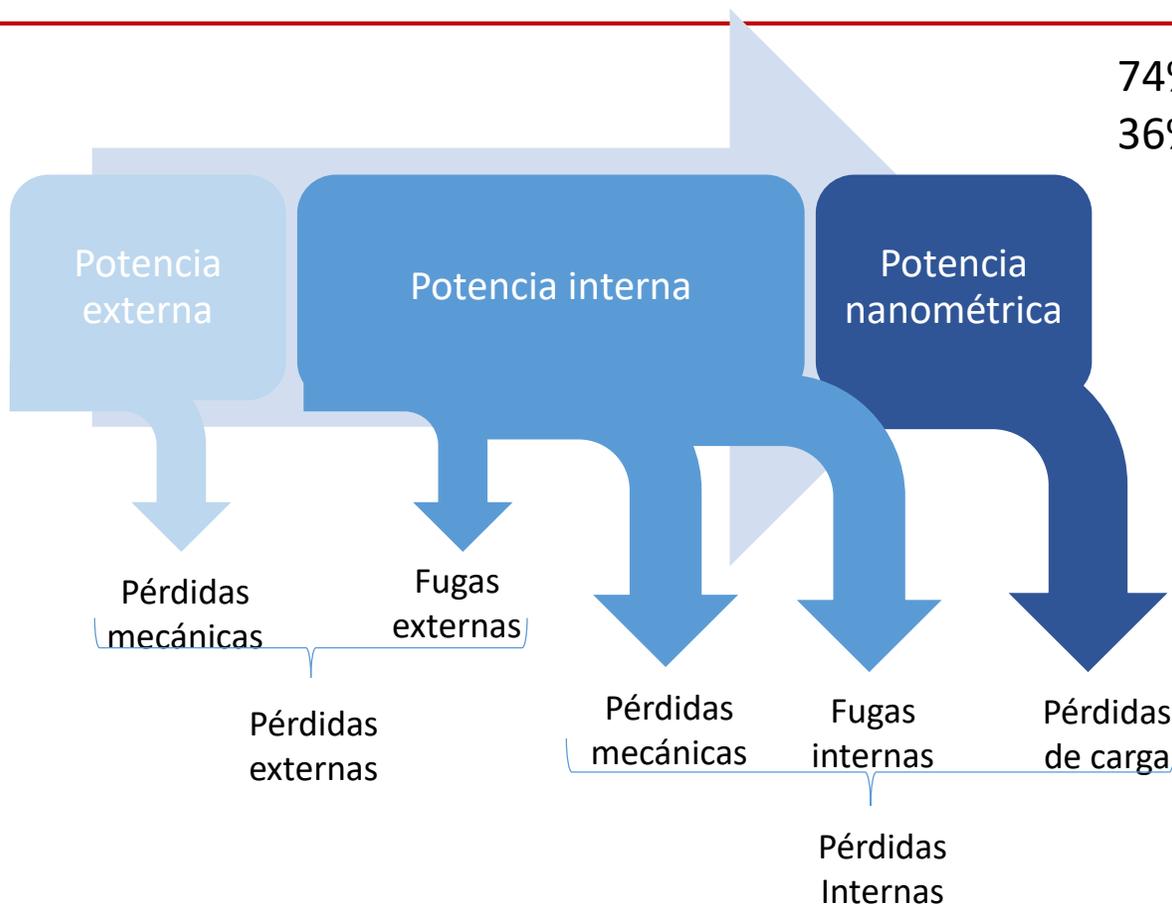
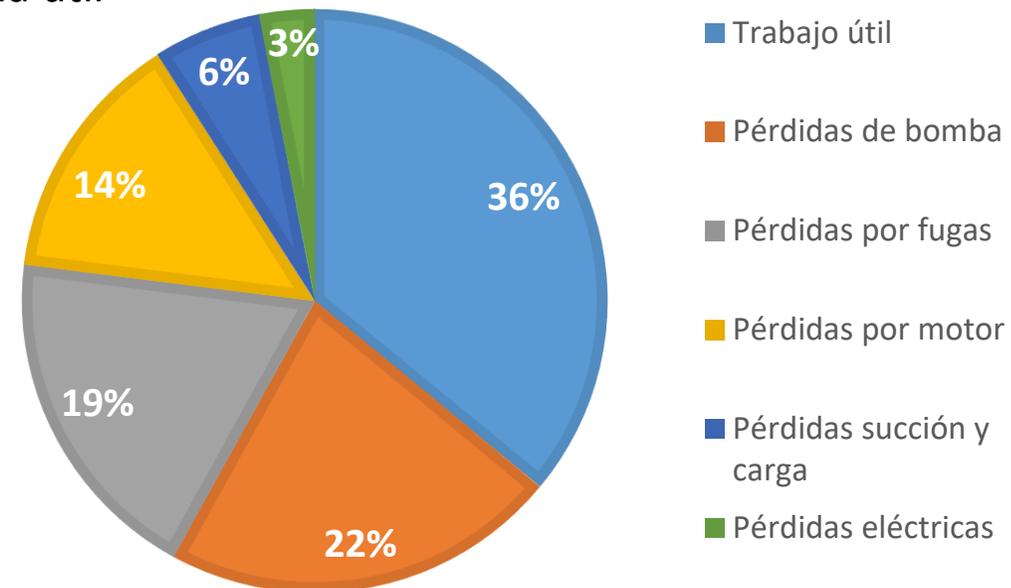


Diagrama energético global de las bombas centrífugas



74% son pérdidas de energía
36% es energía útil



Tipos de Pérdidas de energía (1/2)

Pérdidas de carga: Ocasionadas por la velocidad del fluido y fricción. Es directamente proporcional a la velocidad del fluido en la tubería, así como la rugosidad y longitud de la conducción, así como la cantidad y tipo de accesorios que se tenga.

Pérdidas en la bomba: Provocadas por turbulencia, fricción y fugas de la bomba, las cuales están en función del diseño de la bomba, así como las características de carga y capacidad de operación. Por lo anterior es de gran relevancia la correcta selección de una bomba.

Tipos de Pérdidas de energía (2/2)

Pérdidas en la distribución: Se derivan de la fricción en las paredes de la tubería y accesorios. Si existen un gran cantidad de fugas es posibles que estas perdidas sean considerables.

Pérdidas en el motor: Constituidas por las pérdidas eléctricas, magnéticas y mecánicas inherentes al motor. Si se cuenta con motores de alta eficiencia trabajando a buen factor de carga las perdidas serán mínimas, caso contrario si se cuenta con motores de eficiencia estándar.

Indicadores de desempeño energético (1/2)

Por tipo de fuente de agua

Cantidad de energía necesaria para producir 1m³ de agua segura para consumo humano a partir de diferentes fuentes de agua

Lago o río	0.37 kWh/m ³
Aguas subterráneas	0.48 kWh/m ³
Tratamiento de aguas residuales	0.62 - 0.87 kWh/m ³
Reutilización de aguas residuales	1 - 2.5 kWh/m ³
Mar	2.58 - 8.5 kWh/m ³

Nota: Esto no incluye elementos críticos, como la distancia recorrida durante el transporte del agua o el nivel de eficiencia, los cuales varían mucho de un sitio a otro.

Fuente: IAGUA, España. Tomado del World Business Council for Sustainable Development (WBCSD 2009)

Indicadores de desempeño energético (2/2)



Por tipo de proceso¹

Países/Estados	Proceso	kWh/m ³
España	Potabilización (tratamiento y suministro)	0.4 - 1
	Aguas residuales (Recogida y tratamiento)	0.5 - 0.7
Reino Unido	Plantas de tratamiento	0.55 - 0.8
Países de Europa y otros	Bombeo de agua	0.46
EUA (California)	Captación y transporte	0 - 3.7
	Potabilización	0.03 - 4.22
	Distribución urbana	0.18 - 0.32
	Alcantarillado y depuración	0.29 - 1.21
	Vertido	0 - 0.11
	Reutilización y distribución	0.11 - 0.32
Colombia	Agua Captada	0.0164
México	Captada	0.5 - 1.9
	Residual tratada	0.4 - 0.7
	Potabilizada	0.2 - 0.9
	Desalada	0.95 - 2.8
México (Yucatán)	Producción de agua potable	0.22
	Aguas residuales por volumen tratado	1.24

¹Fuente: Elaboración propia con datos del consumo energético en el sector agua, España; Energy for water: A UK perspective, Global Water Forum; Learning from International Best Practices, WATER & WASTE WATER BENCHMARK, EBC, 2012; Huella energética en el ciclo integran del agua en la comunidad de Madrid 2017; Economía de la extracción de las aguas subterráneas en la Sabana de Bogotá; Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento Eficiencia Energética, Uso Eficiente y Ahorro de la Energía. SEMARNAT, CONAGUA 2014; Evaluación Rápida del Uso de la Energía, Mérida Yucatán, México.

Consumo de energía de diversas tecnologías de tratamiento de agua



Capacidad de tratamiento (Treatment Capacity)		Intensidad energética (Energetic intensity)							
		Tratamiento Secundario (Secondary Treatment)				Tratamiento terciario (Tertiary Treatment)			
(Million Gallons per Day)	m ³ por día	Filtro biológico (Trickling Filter)		Lodos activados (Activated Sludge)		Tratamiento Avanzado (Advanced Treatment)		Con nitrificación (With nitrification)	
		kWh/MG	kWh/m ³	kWh/MG	kWh/m ³	kWh/MG	kWh/m ³	kWh/MG	kWh/m ³
1	3,785	1,811	0.478	2,236	0.590	2,596	0.685	2,951	0.779
5	18,925	978	0.258	1,369	0.361	1,573	0.415	1,926	0.508
10	37,850	852	0.225	1,203	0.318	1,408	0.372	1,791	0.473
20	75,700	750	0.198	1,114	0.294	1,303	0.344	1,676	0.442
50	189,250	687	0.181	1,051	0.277	1,216	0.320	1,588	0.418
100	378,500	673	0.178	1,028	0.272	1,188	0.314	1,558	0.412

Oportunidades y medidas de reducción en el consumo de energía eléctrica, la mejora operativa y la conservación de la infraestructura.



Pérdidas de agua, por fugas y desperdicio.

Para mejorar la eficiencia de un sistema de extracción y distribución de agua potable, se debe considerar que la cantidad del vital líquido y la energía están estrechamente relacionadas.

La energía está presente para extraer el agua ya sea de un pozo profundo o un área superficial, en su distribución y potabilización.

Cada litro de agua que circula por la red, representa un costo por concepto de energía.

Oportunidades y Medidas de Reducción en el consumo de energía eléctrica, la mejora operativa y la conservación de la infraestructura.



Acciones para ahorrar agua y energía en forma integral.

Un programa de reducción de fugas puede ahorrar agua y, a la vez, reducir las pérdidas de presión, lo que tiene como resultado ahorros de energía, debido a una menor demanda en el bombeo.

En un sistema de bombeo eficiente, las pérdidas electromecánicas oscilan entre **25% y 35%**. Sin embargo, se pueden **encontrar sistemas con pérdidas superiores a 60% y hasta 85%**, que revela lo incosteable y urgente que resulta reemplazar los equipos.

Oportunidades y Medidas de Reducción en el consumo de energía eléctrica, la mejora operativa y la conservación de la infraestructura.



La **Norma Oficial Mexicana NOM-006-ENER-2015**; *Eficiencia energética electromecánica en sistemas de bombeo para pozo profundo en operación. Límites y método de prueba*, establece que cualquier sistema de bombeo que cuente con una eficiencia electromecánica menor o igual a 40% se deberán realizar acciones de rehabilitación o sustitución de esta.

Oportunidades y Medidas de Reducción en el consumo de energía eléctrica, la mejora operativa y la conservación de la infraestructura.



También se encuentra la **Norma Oficial Mexicana NOM-001-ENER-2000, Eficiencia energética de bombas verticales tipo turbina con motor externo eléctrico vertical. Límites y método de prueba** tiene como finalidad establecer el valor de eficiencia energética mínimo que deben cumplir las bombas verticales tipo turbina con motor externo eléctrico vertical que se comercialicen en los Estados Unidos Mexicanos, a efecto de ahorrar energía para contribuir a la preservación de los recursos energéticos y la ecología de la Nación, además de proteger al consumidor de productos de menor calidad y consumo excesivo de energía.

Oportunidades y Medidas de Reducción en el consumo de energía eléctrica, la mejora operativa y la conservación de la infraestructura.



La **Norma Oficial Mexicana NOM-010-ENER-2004**, *Eficiencia energética del conjunto motor bomba sumergible tipo pozo profundo. Límites y método de prueba*, fija los valores mínimos de eficiencia energética que debe cumplir el conjunto motor-bomba sumergible de tipo pozo profundo y establece el método de prueba para verificar en laboratorio dicha eficiencia.

Oportunidades y Medidas de Reducción en el consumo de energía eléctrica, la mejora operativa y la conservación de la infraestructura.



NORMA Oficial Mexicana NOM-001-CONAGUA-2011, Sistemas de agua potable, toma domiciliaria alcantarillado sanitario-Hermeticidad-Especificaciones y métodos de prueba.

Alrededor del 38% del agua potable se pierde en los sistemas de distribución y que para evitar dichas pérdidas y la contaminación de los acuíferos, resulta fundamental garantizar la hermeticidad de los sistemas, la resistencia y vida útil de los productos o componentes con los que se construyen.

Oportunidades y Medidas de Reducción en el consumo de energía eléctrica, la mejora operativa y la conservación de la infraestructura.



Valores mínimo de eficiencia para sistemas de bombeo de pozo profundo en operación.

Eficiencia de Potencias		Eficiencia electromecánica (conjunto motor bomba) (%)	
kW	Hp	Bomba con motor sumergible	Bomba con motor externo
5.6 – 14.9	7.5 -20	35%	52%
15.7 – 37.3	21 – 50	47%	56%
38.0 – 93.3	51 – 125	57%	60%
94.0 - 261	126 - 350	59%	64%

Oportunidades y Medidas de Reducción en el consumo de energía eléctrica, la mejora operativa y la conservación de la infraestructura.



Valores de referencia para el cálculo de la eficiencia mínima de la bomba sumergible

Capacidad de la bomba sumergible (l/s)	Eficiencia mínima (%)
Mayor que 0.3 hasta 0.5	40%
Mayor que 0.5 hasta 2.0	49%
Mayor que 2.0 hasta 5.0	62%
Mayor que 5.0 hasta 10.0	69%
Mayor que 10.0 hasta 15.0	71%
Mayor que 15.0 hasta 25.0	73%
Mayor que 25.0 hasta 30.0	74%
Mayor que 30.0 hasta 60.0	77%
Mayor que 60.0	78%

Valores de referencia para el cálculo de la eficiencia mínima del motor sumergible

Motor (kW)	Motor (Hp)	Eficiencia (%)
Hasta 1.492	Hasta 2,0	68%
Mayor que 1.492 hasta 3.73	Mayor que 2.0 hasta 5.0	73%
Mayor que 3.73 hasta 5.595	Mayor que 5.0 hasta 7.5	75%
Mayor que 5,595 hasta 7.46	Mayor que 7.5 hasta 10.0	77%
Mayor que 7,46 hasta 11.19	Mayor que 10.0 hasta 15.0	79%
Mayor que 11.19 hasta 14.92	Mayor que 15.0 hasta 20.0	80%
Mayor que 14.92 hasta 22.38	Mayor que 20.0 hasta 30.0	81%
Mayor que 22.38 hasta 29.84	Mayor que 30.0 hasta 40.0	83%
Mayor que 29.84 hasta 44.76	Mayor que 40.0 hasta 60.0	86%
Mayores que 44.76	Mayores que 60.0	87%

Medidas de Eficiencia Energética



Entre las medidas de ahorro que se pueden aplicar en un Organismo Operador de Agua se encuentran:

1. Sustitución del conjunto motor-bomba.
2. Sustitución de la bomba.
3. Sustitución del motor.
4. Corregir los desbalances de voltaje.
5. Optimización de la eficiencia del motor.
6. Mejorar el enfriamiento de los transformadores.
7. Incrementar el calibre de los conductores.
8. Reducción de Fugas.
9. Compensación del factor de potencia.
10. Instalación de variadores de velocidad.
11. Cambio de tarifa.
12. Administración de la demanda.
13. Mejoras operativas y de mantenimiento.
14. Uso de fuentes de energía renovables.

Medidas de Eficiencia Energética



Corregir los desbalances de voltaje (1/2).

Por desbalance de voltaje en la alimentación eléctrica al motor y, por lo tanto, éste está trabajando con una eficiencia baja, se pueden realizar las siguientes acciones.

Origen del desbalance de voltaje	Acciones correctivas a implementar
Desbalance en la corriente demandada por el motor, la que produce una caída de tensión en cada fase.	Realizar mantenimiento al motor, y en caso de que el daño sea irreversible, sustituir el motor por un motor nuevo de alta eficiencia.
Desbalance de origen en la alimentación de la compañía suministradora.	Solicitarle a la compañía suministradora la corrección del problema.

Medidas de Eficiencia Energética



Corregir los desbalances de voltaje (2/2)

Origen del desbalance de voltaje	Acciones correctivas a implementar
Desbalance originado por el transformador de la propia subestación	Realizar mantenimiento al transformador, y en caso de que el daño sea irreversible, sustituir el transformador por un transformador nuevo de bajas pérdidas.
Desbalance originado por falta de balanceo en las cargas del transformador.	Balancear las cargas del transformador.

Medidas de Eficiencia Energética



Optimización de la eficiencia del motor

Condición Observada	Diagnóstico	Acción correctiva
Desbalance en la corriente demandada por el motor	La instalación tiene muchas cargas monofásicas y éstas no se encuentran bien balanceadas.	a) Realizar un balanceo de cargas en las instalaciones.
	El desbalance es producido por una demanda desequilibrada por las fases del motor.	a) Si el desbalance es menor al 5%, realizar un mantenimiento al motor. b) Si el desbalance es mayor al 5%, sustituir el motor por un motor nuevo de alta eficiencia.

Medidas de Eficiencia Energética



Optimización de la eficiencia del motor

Condición Observada	Diagnóstico	Acción correctiva
El motor es de eficiencia estándar y tiene más de 10 años de operación	La eficiencia de operación del motor es baja.	a) Sustituir el motor actual por un motor nuevo de alta eficiencia, de una capacidad tal que opere cerca del 75% de su capacidad.
El motor ha sido reparado (rebobinado) más de dos veces	La eficiencia del motor se encuentra depreciada.	
El motor se encuentra trabajando con un factor de carga menor al 45%	El motor se encuentra trabajando en una zona donde su eficiencia de operación es baja	
El motor se encuentra trabajando con un factor de carga mayor al 100%	El motor se encuentra trabajando en una zona donde su eficiencia de operación es baja	

Medidas de Eficiencia Energética



Mejorar el enfriamiento de los transformadores.

Para temperaturas elevadas del Transformador o se encuentren en un rango fuera de lo normal.

Las pérdidas en los transformadores pueden representar el 2% del consumo de energía total.

Acciones:

Realizar mantenimiento general al transformador y, en caso de presentar daños irreversibles, sustituirlo por uno nuevo de bajas pérdidas.

Mejorar la ventilación en el cuarto donde se encuentre el transformador, ya sea mediante la instalación de extractores, o mediante la apertura de ventanas

Medidas de Eficiencia Energética



Incrementar el calibre de los conductores.

Seleccionar un conductor que cumpla con la NOM-001-SEDE-2012 cuando:

- Los conductores se encuentran en mal estado y/o sobrecargados
- Cerca de su límite de capacidad de carga
- Los calibres no corresponden a los requeridos por el equipo
- de bombeo



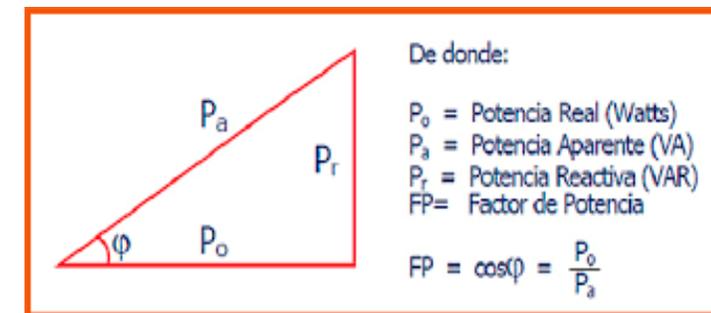
Medidas de Eficiencia Energética

Compensación del factor de potencia.

Cuando el factor de potencia está por debajo de 0.90 ocasiona un cargo por parte de la suministradora de energía por bajo de factor de potencia.

El bajo factor de potencia se origina por **motores sobredimensionados o que trabajen en malas condiciones.**

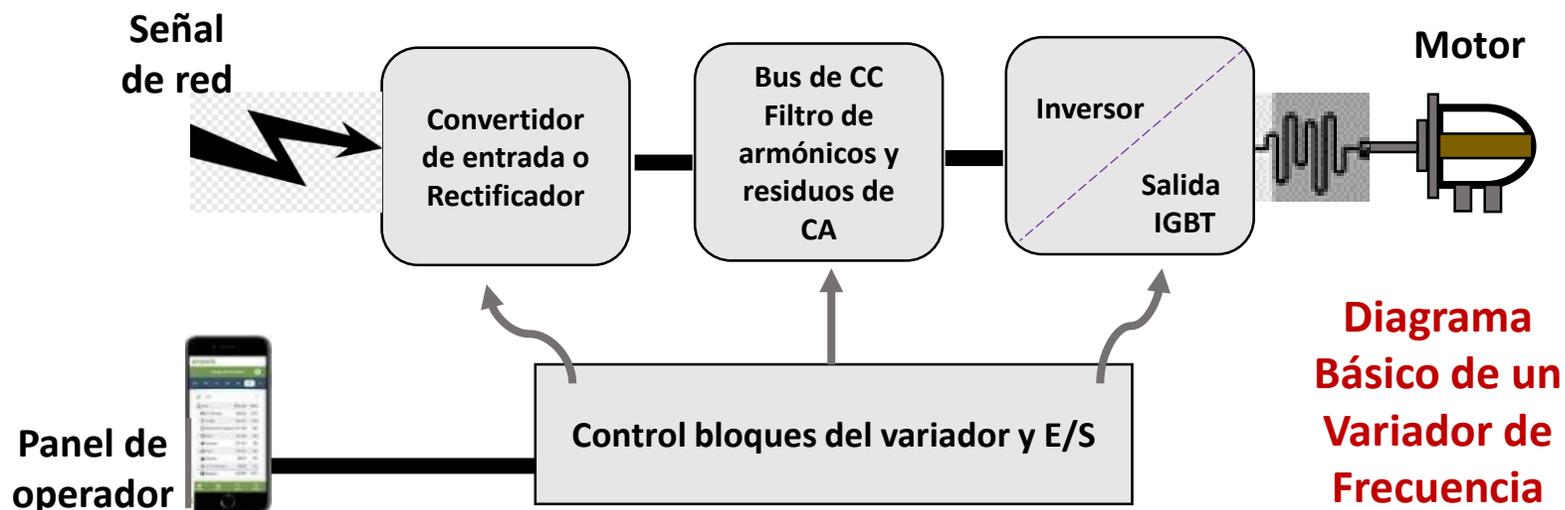
Para poder subir el valor de factor de potencia se puede **instalar un banco de capacitores** y con ello incrementar hasta un valor de 0.97 – 0.98.



Medidas de Eficiencia Energética

Instalación de variadores de velocidad.

En los casos donde se tengan bombes directos a la red y ello ocasione variaciones de presión en la red, se puede instalar un variador de velocidad de estado sólido al equipo de bombeo, el cual regulará la presión en la tubería.



Medidas de Eficiencia Energética



Pasar a usuario calificado

La reforma energética permite que exista en el país un Mercado Eléctrico en donde existe la figura del Usuario Calificado.

¿Cómo lograrlo? agrupando las cargas y registrarse en la CRE.

Beneficios: precio de la energía eléctrica, más bajo que un esquema regulado o de Suministro Básico, toda vez que se desarrolla bajo un esquema de competencia y eficiencia operativa de los generadores y su asignación de despacho.

Riesgos: volatilidad en el precio de la energía eléctrica, cuya naturaleza se asemeja más a un mercado financiero, que uno de bienes.

Medidas de Eficiencia Energética



Ojo: como la electricidad no puede almacenarse físicamente de forma directa, por lo que la producción y consumo de electricidad deben estar equilibrados de forma continua. . Por tanto, "shocks" de oferta ó demanda tendrán un efecto directo sobre los precios de equilibrio.

Factores de riesgo: fluctuaciones en la demanda inciden en Precio Marginales Local (PML), ya que pueden existir restricciones técnicas en que la oferta no responda a periodos de demanda alta (picos), por lo que hacen que los precios a corto plazo puedan ser extremadamente volátiles.

Medidas de Eficiencia Energética

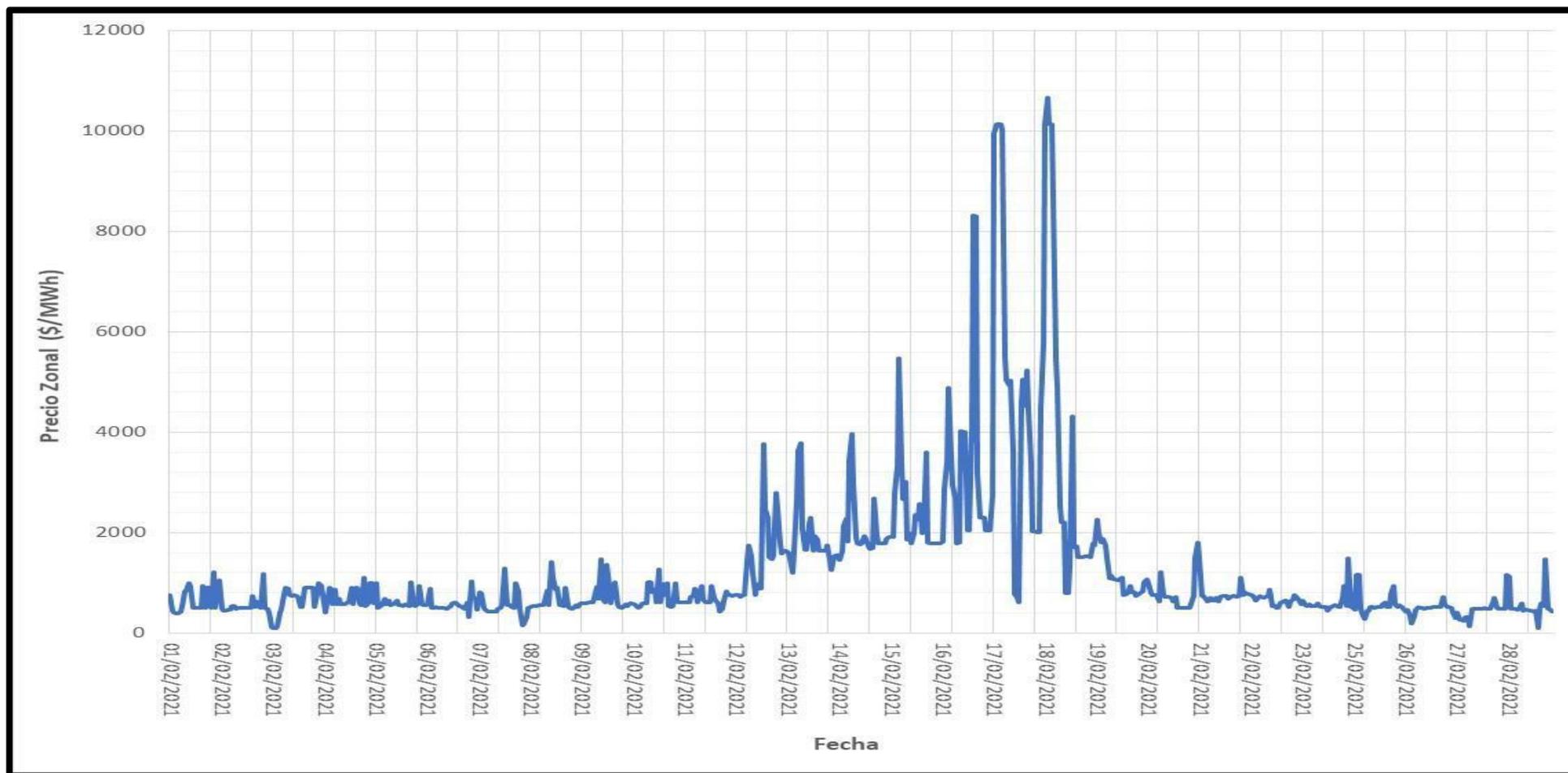


Factores de riesgo:

- La demanda de electricidad viene determinada de forma importante tanto por la actividad económica como por las condiciones meteorológicas.
- Disponibilidad de combustibles para generar electricidad.

Medidas de Eficiencia Energética

Precios de Energía en Nodos Distribuidos, Mercado Día en Adelanto MDA Mexicali BCA (febrero 2021)



Código de Red

○ contiene los requerimientos técnicos mínimos necesarios para asegurar el desarrollo eficiente de todos los procesos asociados con el Sistema Eléctrico Nacional.

○ Es la regulación técnica emitida por la Comisión Reguladora de Energía (CRE) el 8 de abril de 2016.



○ **Lineamientos,**

○ **Reglas y**

○ **Procedimientos de carácter general.**

○ **Manuales,**

○ **Procedimientos.**

○ **Criterios específicos**

Cronología del Código de Red



Incumplimiento y Sanciones

Los Integrantes de la Industria Eléctrica que dejen de observar, de manera grave a juicio de la CRE, las disposiciones establecidas en el Código de Red, se sujetarán a las sanciones establecidas en el Artículo 165, fracción I, inciso k), y fracción II, inciso c) de la LIE:

Artículo 165.

Las infracciones a lo dispuesto en esta Ley, sus Reglamentos o disposiciones emanadas de la misma se sancionarán de conformidad con lo siguiente:

I. Con multa del dos al diez por ciento de los ingresos brutos percibidos en el año anterior por:

k) Dejar de observar, de manera grave a juicio de la CRE, las disposiciones en materia de la Calidad, Confiabilidad, Continuidad y seguridad del Sistema Eléctrico Nacional;

Medidas de Eficiencia Energética



Administración de la demanda (1/2)

Disminuir la carga hidráulica en operación durante el horario punta, para bajar con ello el monto de la demanda facturable de energía atribuible a ese periodo.

El control de la demanda podrá realizarse mediante cualquiera de los siguientes métodos:

- a) **Modificación de los procedimientos de operación para disminuir la carga en el horario punta.**

Medidas de Eficiencia Energética



Administración de la demanda (2/2)

b) Instalación de temporizadores para **parar equipos antes del inicio del horario punta** y ponerlos en operación al termino de dicho horario.

c) Implementación de un **sistema de control automático, que pare equipos como función de la demanda**, y los ponga en operación como función de algún parámetro del proceso, tal como presión o nivel.

Medidas de Eficiencia Energética



Mejoras operativas y de mantenimiento (1/2)

- Revisar periódicamente las conexiones de todo el sistema eléctrico.
- Mantener en óptimas condiciones los sistemas de enfriamiento y ventilación de los motores y transformadores.
- Efectuar rutinariamente la limpieza del motor, el transformador y toda la instalación eléctrica, con el propósito de eliminar la suciedad, polvo y objetos extraños que impidan su óptimo funcionamiento.
- Mantener bien lubricados todos aquellos elementos de la bomba y el motor que requieran lubricación.

Medidas de Eficiencia Energética



Mejoras operativas y de mantenimiento (2/2).

- Implementar un programa de mantenimiento predictivo que incluya el monitoreo mensual de al menos los siguientes parámetros:
 - Parámetros hidráulicos.
 - Parámetros mecánicos.
 - Parámetros eléctricos.



Medidas de Eficiencia Energética



Uso de fuentes de energía renovables.

Reducción en el consumo de energía y por ende en la Facturación.

El uso de la energía solar se puede utilizar en:

- Sistemas de cierre automático de válvulas, tanques y válvulas de control.
- Monitoreo de presiones y calidad del agua.
- Sistema de bombeo, sobre todo en en pequeños sistemas de agua potable, en zonas rurales donde no hay suficiente presión para el suministro de la red de agua potable, o en zonas alejadas de la red de energía eléctrica.



Medidas de Eficiencia Energética



Reducción de Fugas.

Reducción al mínimo del tiempo que transcurre entre el surgimiento de una fuga y su eliminación, a través de la revisión y el ajuste continuo de procedimientos.

Existen tres tipos de fugas, las cuales son:

- Visibles.
- Ocultas pero Visibles.
- No Visibles.

Medidas de Eficiencia Energética



Reducción de Fugas.

Medidas para la detección de fugas:

- 1. Gestión de tuberías y de Activos:** Consiste en la selección, instalación, mantenimiento, renovación, y reemplazo de las tuberías que conforman la red de distribución.

Muchas ciudades padecen el envejecimiento de sus redes en sus zonas céntricas, que requieren su renovación.



Medidas de Eficiencia Energética



2. Control de Presión: Evita las fugas nuevas. Se realiza generalmente a través de válvulas reductoras, sectorización, tanques de regulación, y otras técnicas.

3. Rapidez y calidad de las reparaciones: Limitar la duración media de las fugas una vez reportadas y detectadas.

Puede hacerse mediante la implementación de distritos regionales de mantenimiento, capacitación de brigadas, equipamiento, y otros.



Medidas de Eficiencia Energética

4. Control activo de fugas:

Localización mediante:

- Brigadas que sondean continuamente las redes con un plan de trabajo definido.
- Equipos detectores de fugas y otros como los registradores de ruidos de fugas.
- La detección de fugas no visibles se pueden detectar con el uso de geófonos, correladores, gases indicadores, entre otros.

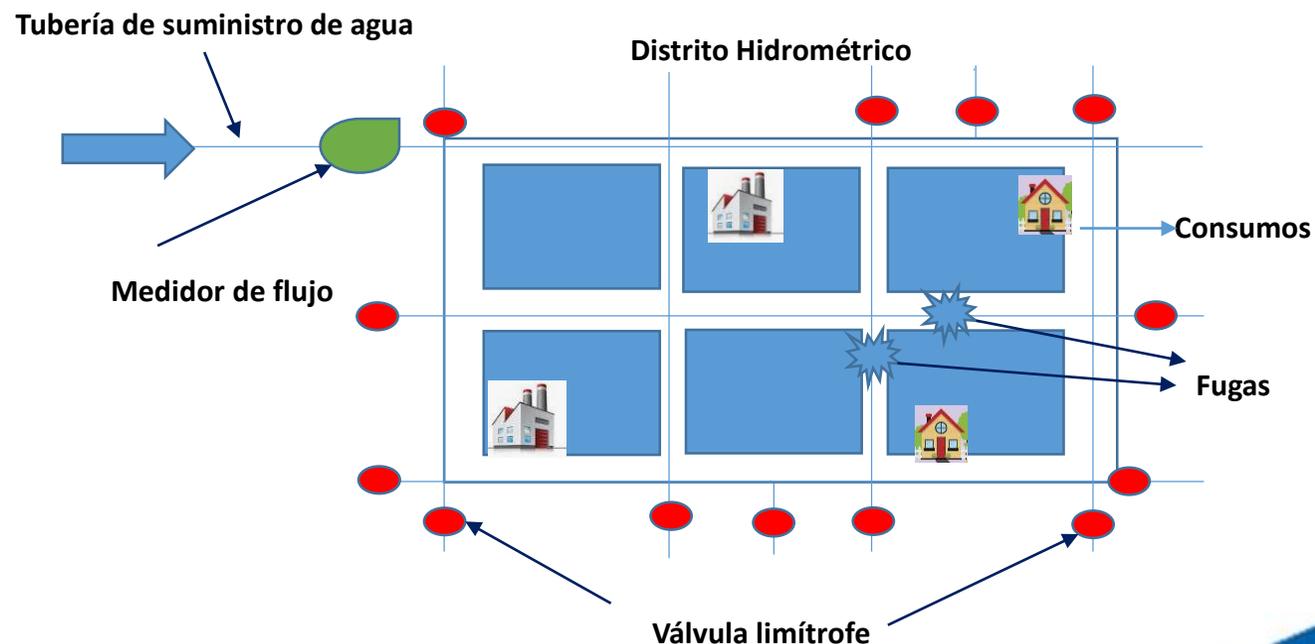


Control de fugas por distritos hidrométricos

Distritos hidrométricos

Elementos que se aíslan hidráulicamente con movimientos de válvulas en forma temporal para:

- Realizar pruebas de consumos.
- Detectar fugas.
- Evaluar la eficiencia física.



Medidas de Eficiencia Energética

Localización con micrófonos de suelo (Geófonos)

Estos equipos, por su reducido peso, facilitan el trabajo prolongado y sin esfuerzo excesivo.

Su funcionamiento se deriva del sonido generado por la fuga de agua, estos sonidos se derivan de la vibración de la tubería o por la vibración del movimiento del suelo.



Medidas de Eficiencia Energética

Localización con correladores.

El procedimiento de correlación es utilizado cuando la inaccesibilidad a la tubería de la fuga hacen imposible una localización por escucha del suelo.

Consiste en colocar dos sensores en la tubería en puntos de contacto adecuados y evaluar sus resultados de medición en una unidad de cálculo central.

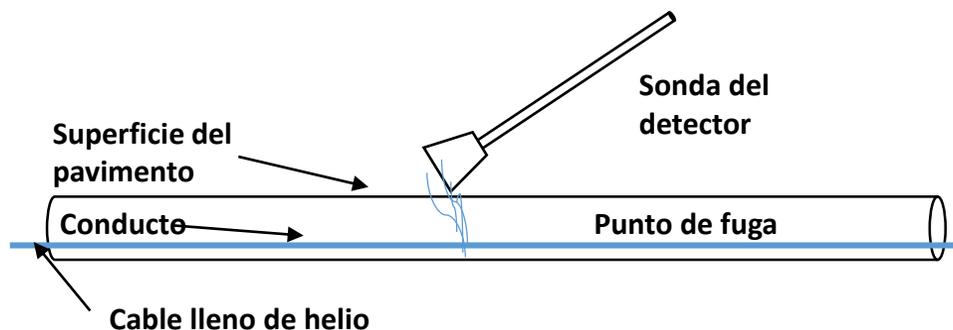


Medidas de Eficiencia Energética

Localización con gas indicador.

Para localizar fugas con gas indicador se inyecta una mezcla de gas no inflamable y no venenoso a base de helio, hidrógeno o nitrógeno en el sector de la tubería con fuga.

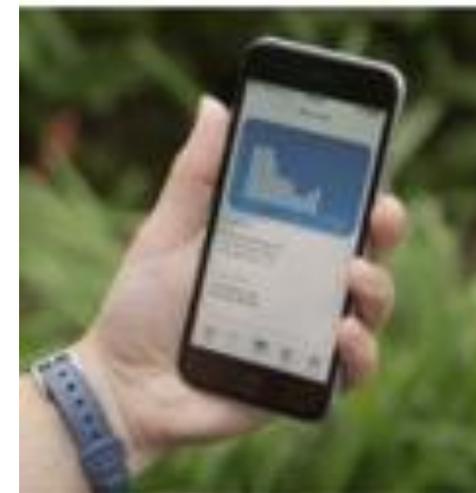
El gas que sale por la fuga sube a la superficie y se localiza mediante un detector de gas.



Medición Inteligente de consumos

Ventajas:

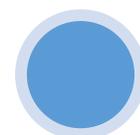
- Reducción de costo comparado con lecturas manuales.
- Reducción de errores y demoras en la facturación.
- Monitoreo del sistema de agua de manera puntual.
- Equilibrio de suministro según la demanda.
- Estimación de agua no facturada en tiempo real o cercano al real.
- Concientizar a los usuarios sobre su consumo y fomentar el ahorro de agua.



Transmisores



Transmisión y
recolección de datos



Procesamiento de
datos

Resumen de Medidas de Eficiencia Energética

Entre las medidas a **mediano plazo** se encuentran:

Sustitución de equipos de bombeo, cuidando la adecuada especificación y el monitoreo de los mismos, puede resultar en ahorros rentables entre el **15 y el 20%** con costo beneficio de menos de 2 años.



Resumen de Medidas de Eficiencia Energética



Entre las medidas a **Largo plazo** se encuentran:

- Los **proyectos de mejora en la operación hidráulica**, pueden aumentar el potencial de **ahorro hasta un 30 %**, aunque requieren inversiones de mayor magnitud.
- **Cambios en la infraestructura y operación**, también cumplen otros objetivos prioritarios como mejorar el nivel del servicio y evitar la necesidad de nuevas inversiones en infraestructura, por lo que también deben ser considerados.

¡Gracias por su atención!



MC Heberto Cavazos LLiteras
Ing. Moisés Ángel Lino Linares



www.cavadri.com

administracion@cavadri.com

Contacto:

Oficina Cd. Victoria, Tamaulipas
Tel. 834 144 1994

Oficina Corregidora, Querétaro
Tel. 442 338 6381

Oficina Cd. De México
556 834 5982
moises.lino.asociados@gmail.com