



# RECUPERACIÓN DE ENERGÍA EN SISTEMAS DE ÓSMOSIS INVERSA MULTIETAPA DE BAJA, ALTA Y ULTRA ALTA PRESIÓN

Rolando Bosleman

Technical Director, Water Applications



# BREVE RESEÑA CURRICULAR



**Rolando Bosleman**

[rbosleman@energyrecovery.com](mailto:rbosleman@energyrecovery.com)

- **Rolando Bosleman** es Ingeniero Mecánico-Eléctrico por la Universidad de Piura (Perú), MBA por la Pontificia Universidad Católica del Perú. Autor de diferentes artículos y publicaciones técnicas presentadas en Congresos Internacionales de Desalación. Actualmente se desempeña como Director Técnico en recuperación de energía para desalación a nivel global para la empresa Energy Recovery, Inc.
- Rolando Bosleman tiene más de 23 años de experiencia en desalación de agua de mar en diferentes puestos incluyendo ingeniero de puesta en marcha, ingeniero de procesos y mantenimiento, sub-gerente de planta y gerente técnico.
- Enfocado en la satisfacción del cliente, ha participado en la ejecución de proyectos de desalación realizados en diferentes partes del mundo tales como Estados Unidos, Europa, Asia, África y América Latina.

# Ósmosis Inversa de Baja Presión



# SISTEMAS DE OI DE BAJA PRESIÓN (OIBP) - INTRODUCCIÓN

## Características de un Sistema OIBP

- Baja salinidad, típicamente < 15,000 ppm → operan a baja presión, típicamente < 31 bar (450 psi)
- **Factor de conversión (recobro): 65%-85%**
- Aproximadamente 15%-35% de la energía de la salmuera se pierde si es que no se usa recuperación de energía.
- Se desea obtener una conversión alta por tanto se requiere configuración multi-etapa (2 -3 etapas)
- Condiciones de operación variable: TDS, temperatura, conversión, etc. .

## Desafíos de un Sistema OIBP

- **Ensuciamiento por precipitación:** Elevada conversión conlleva concentración de sales y posibilidad de precipitación.
- **Ensuciamiento biológico:** Más común en reúso y en la primera etapa debido al elevado flux como consecuencia del desbalance hidráulico entre etapas.
- **Flexibilidad:** Condiciones de operación variable requieren que el sistema se diseñe con amplia adaptabilidad.
- **Brine Disposal:** Algunas veces no se puede realizar la descarga de salmuera y se debe utilizar un tratamiento adicional.

# SISTEMAS OI DE BAJA PRESIÓN – TIPOS DE AGUA Y APLICACIONES.



Baja presión  
Aplicaciones RO



Agua salobre; lago, río,  
agua subterránea



Aguas residuales  
municipales  
(efluente terciario)



Aguas residuales  
industriales



Desalinización de agua  
Brackish



Reuso de aguas  
residuales Municipales



Industrial  
Reuso de aguas  
residuales

Potable, no potable (agua de procesos  
industriales, riego, etc.)

Reuso no potable,  
Reuso potable (triple barrera)

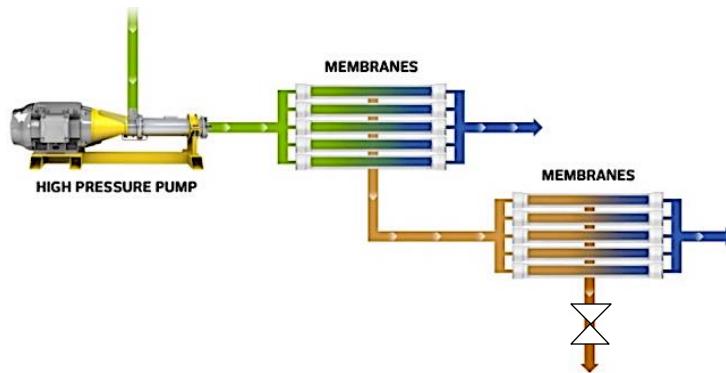
Punto de uso (POU),  
aplicaciones de final de proceso

# CONSUMO ENERGÉTICO EN SISTEMAS DE BAJA PRESIÓN

## Planteamiento del problema:

- Los diseños actuales no optimizan el OPEX.
- Aproximadamente 15%-35% de la energía se desperdicia al no utilizar recuperación de energía

La bomba de alta presión proporciona el caudal total a las membranas de OIBP



## Cómo funciona

Bomba de alta presión “full-size” se utiliza para alimentar el 100% del caudal de alimentación de las membranas para vencer la Resistencia creada por la presión osmótica de las membranas. La energía hidráulica residual se pierde a través de la válvula de descarga de salmuera.

## CONSIDERACIONES DE DISEÑO EN SISTEMAS MULTI-ETAPA: BALANCE DE FLUX

Un Sistema de dos etapas con el flux correctamente balanceado nos permite:

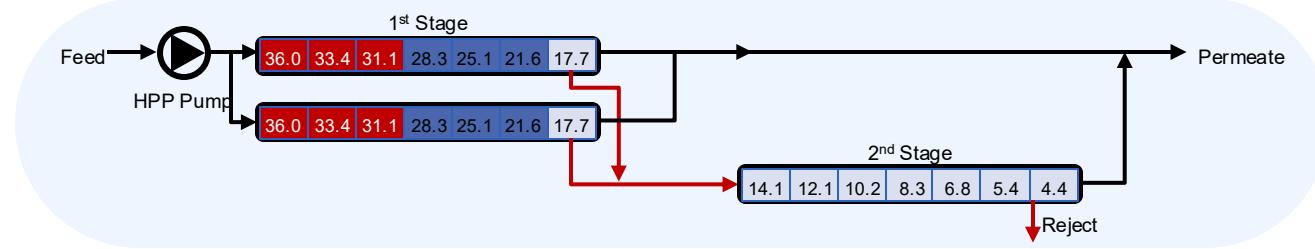
- Mejor control de ensuciamiento.
- Reduce la frecuencia de las limpiezas químicas.
- Incrementa la disponibilidad de la producción de agua.
- Mejor calidad de permeado en la segunda etapa , usualmente mayor calidad total del permeado.
- Menor presión diferencial (pérdida de carga) en la primera etapa.

FLUX balanceado reduce el ensuciamiento biológico

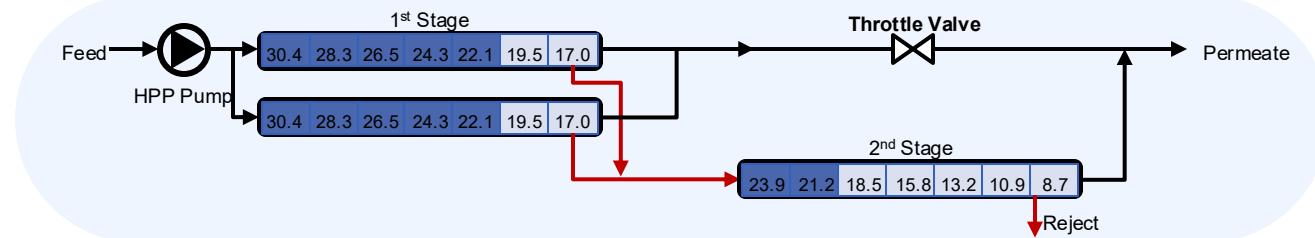


# CONSIDERACIONES DE DISEÑO EN SISTEMAS MULTI-ETAPA: BALANCE DE FLUX

## Sin balance de FLUX



## Contrapesión de permeado



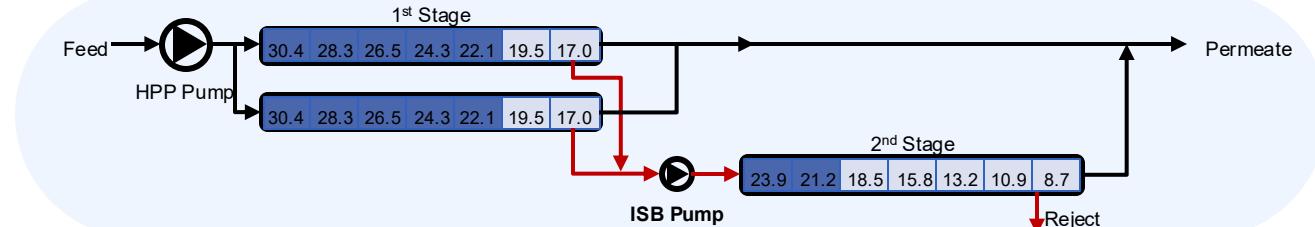
Flux Elevado

Flux Óptimo

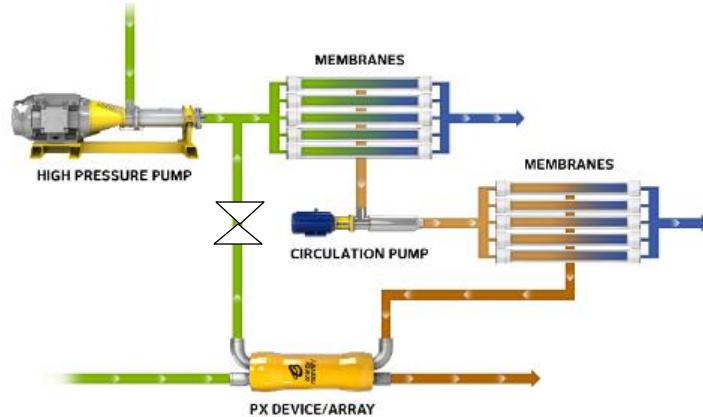
Flux bajo (bajo ROI)

(l/mh)

## Con Boost entre etapas



# OIBP: CONFIGURACIÓN CON SOLUCIÓN ISOBÁRICA



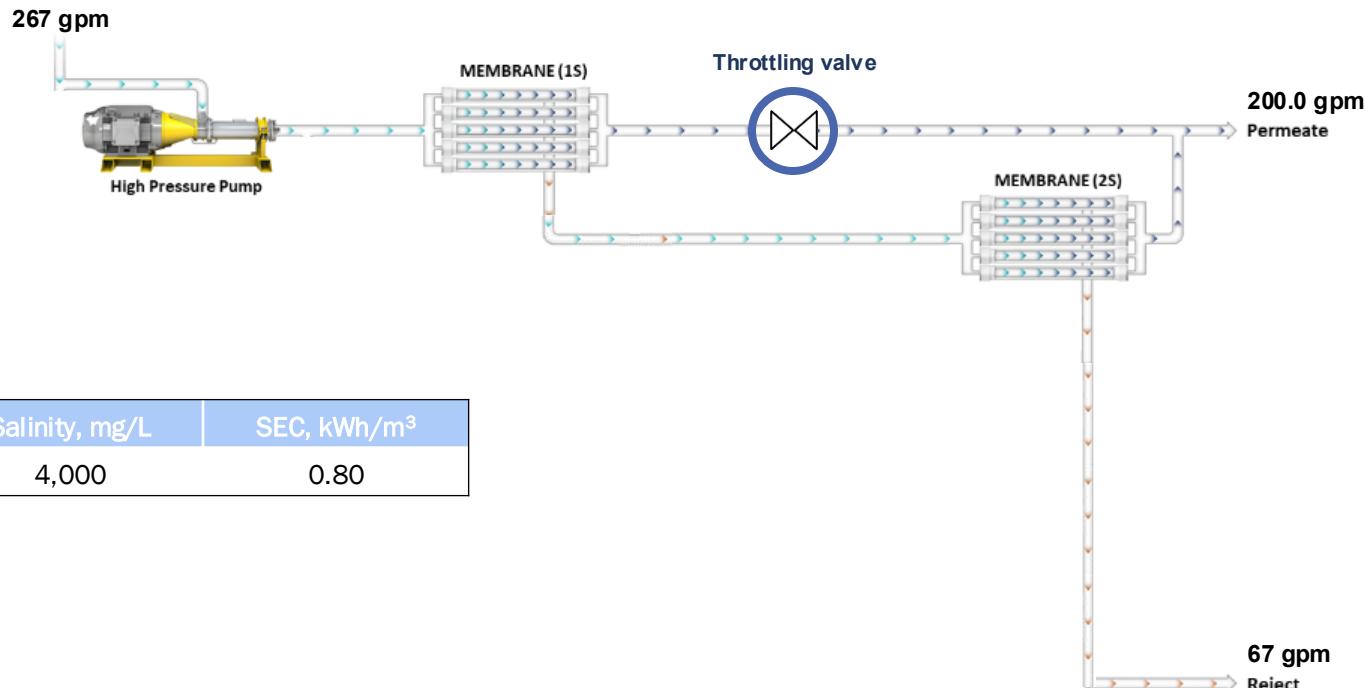
## Ventajas:

- Dispositivo de más alta eficiencia
- Mejora el control del Sistema.
- Integración sencilla en el diseño.
- Fácil de operar en diferentes condiciones de operación – booster entre etapas con VFD
- Reducción del tamaño de la bomba de alta presión.

## Control del proceso:

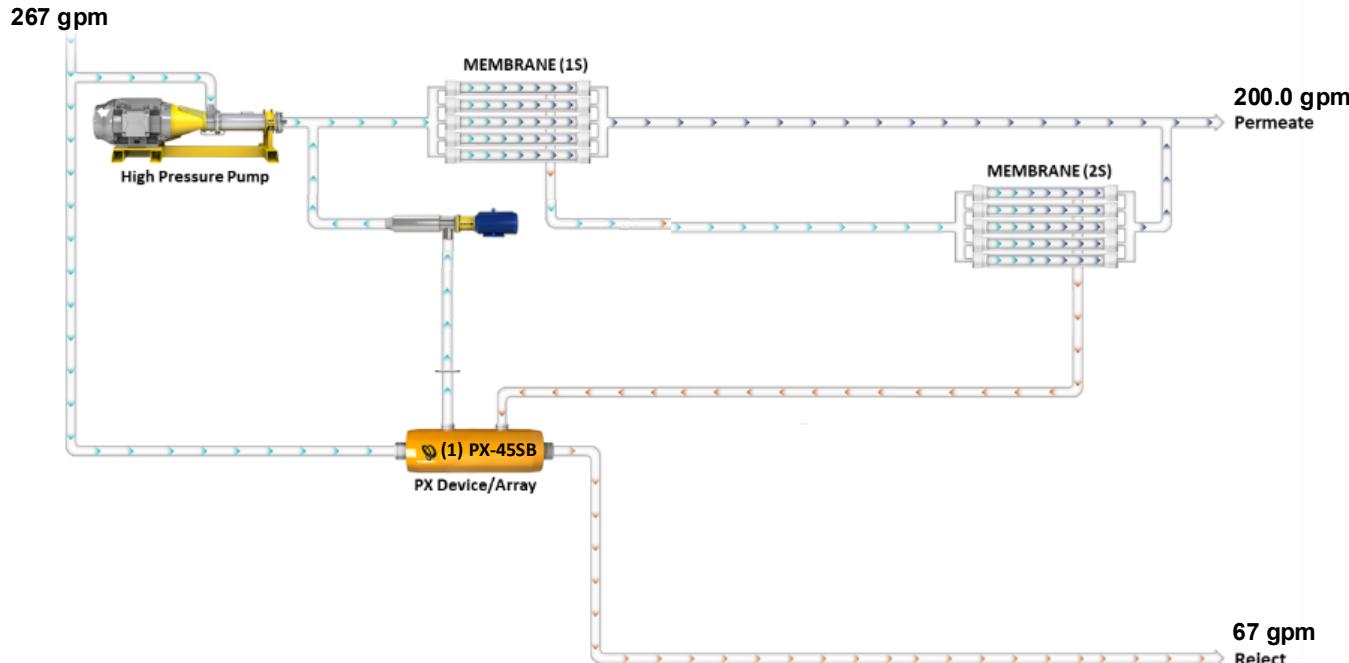
- La bomba Booster proporciona el incremento de presión requerido para conseguir el balance hidráulico.
- La bomba booster controla la presión del concentrado de la segunda etapa de tal manera que la presión de salida desde el recuperador es igual o mayor que la presión de alimentación de la primera etapa.
- La válvula de control de caudal controla el caudal de concentrado de la segunda etapa y reduce la presión desde el recuperador hacia la primera etapa.
- El caudal de la bomba de alta presión es aproximadamente igual al caudal de permeado.

# SOLUCIÓN CON PX DE BAJA PRESIÓN



- Doble Etapa
- 200 gpm
- 75% recovery
- Sin ERD + contrapresión de permeado en 1ra etapa.

# SOLUCIÓN CON PX DE BAJA PRESIÓN

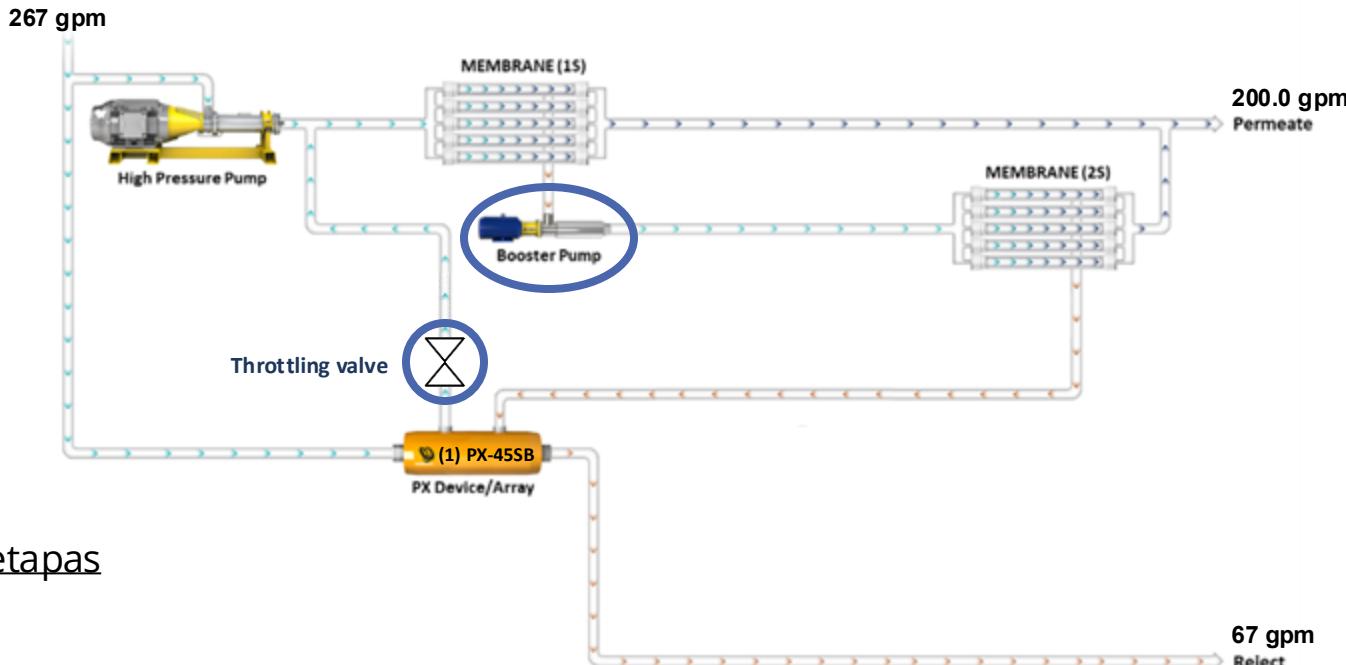


- Doble Etapa
- 200 gpm
- 75% recovery
- Sin balance de Flux

*\*Estimated based on \$0.1USD/kWh*

Case	Salinity, mg/L	HP_IN, psi	SEC, kWh/m <sup>3</sup>	SEC Reduced, %
2	4,000	241	0.59	26.5

# SOLUCIÓN CON PX DE BAJA PRESIÓN

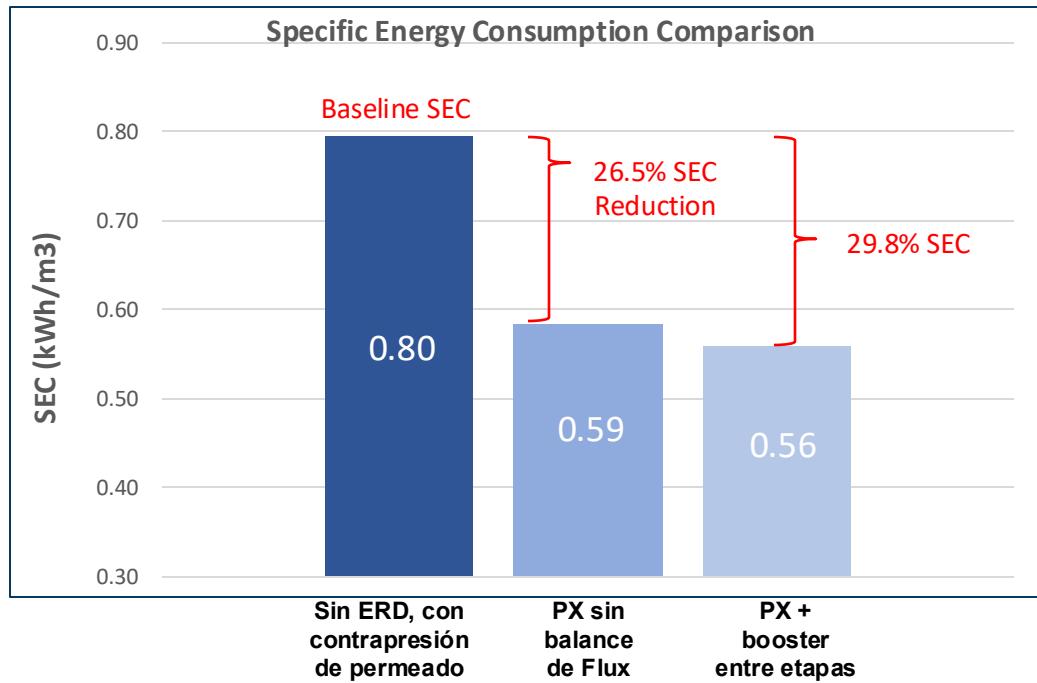


- Doble Etapa
- 200 gpm
- 75% recovery
- PX + booster entre etapas

Case	Salinity, mg/L	HP_IN, psi	SEC, kWh/m³	SEC Reduced, %
3	4,000	268	0.56	29.8

\*Estimated based on \$0.1USD/kWh

# SOLUCION CON PX- COMPARATIVA DE CONSUMO ENERGÉTICO



## Condiciones:

- Doble Etapa
- 4,000 ppm TDS alimentación
- 75% conversión del sistema

# IPSACH WTP IN SWITZERLAND



Located along Lake Biel in western Switzerland

Potable water for 70,000 individuals in the towns of Biel & Nidau.

Energie Service Biel/Bienne (ESB), sought a modern and energy-efficient plant to remove trace contaminants from the lake.

**Capacity:** 1,200 m<sup>3</sup>/h (7.6 MGD).

**RO system:** 14,400 m<sup>3</sup>/day of RO permeate

Blended with 14,400 m<sup>3</sup>/day of ultra-filtered feed water that bypasses the RO system

Phase 1 operating since summer of 2024 has 8 LPPXs (Four trains)

Phase 2 to be commissioned in Q1 2026 will have 8 LP PXs. (Four trains) (PX delivered)

## **RO system design**

RO feed pressure 4.4 to 9.6 bar

Two stages RO with 50% recoverydesign condition.

Once fully commissioned, LP PX devices will save an estimated

<0.6 kWh/m<sup>3</sup> of permeate at the maximum expected pressure d400 MWh/year.

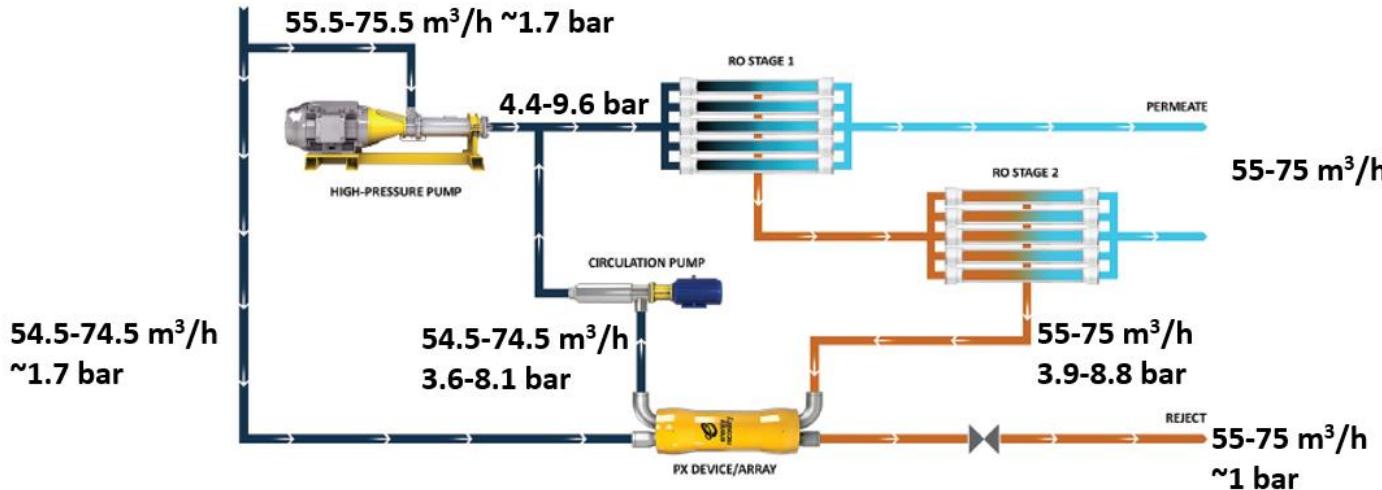


# IPSACH WTP PROCESS DIAGRAM



energy recovery®

ALADYR



## Energy Recovery Device Economics

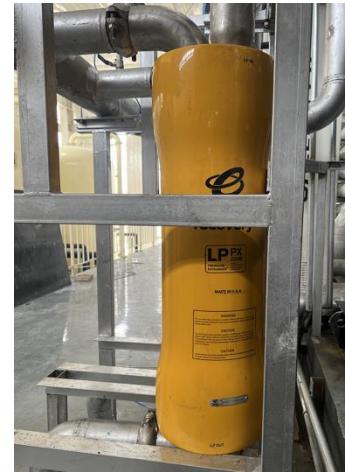
Project Phase	Treatment Step	RO System Design	ERD Model (Qty)	Without ERD (kWh/m <sup>3</sup> )	With ERD (kWh/m <sup>3</sup> )	Payback Period
Phase 1	LPRO	1-Stg. , 4 Train, ~50% recovery	8 PXL-180	0.25-0.65 at design conditions	0.16-0.42 at design conditions	<b>&lt;5 years</b>
Phase 2		1-Stg. , 4 Train, ~50% recovery	8 PXL-180			

## NANPU CETP, RETROFIT IN CHINA

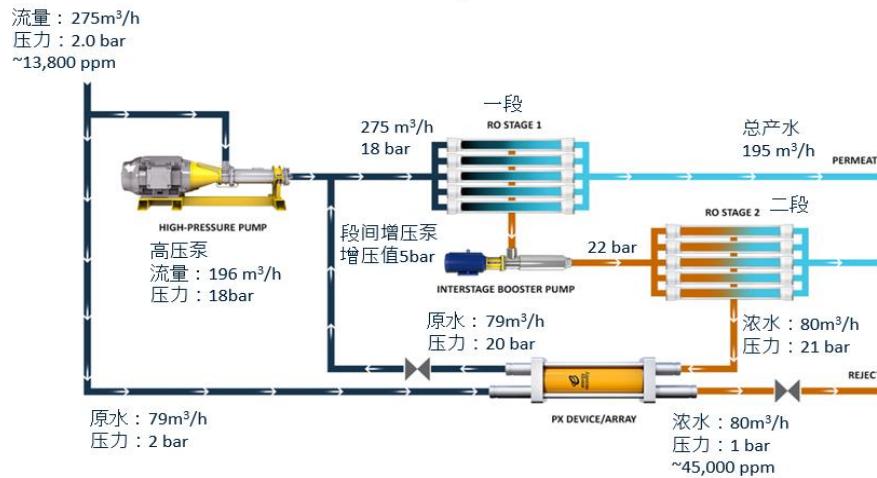
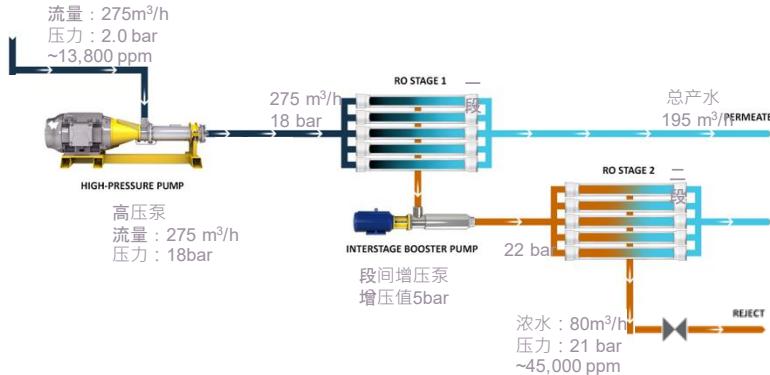
- Chemical Industry CETP(Common Effluent Treatment Plant) reuse plant.
- Industries have to pay CETP based on volume discharged to CETP.
- Pre-treatment +UF+RO1 designed to recycle 70% permeate then, sell reused water back to factories.
- This is a retrofit project. First train out of 16 has been retrofitted and operational for 1 year with satisfactory results.

**24% SEC reduction (kWh/m<sup>3</sup>) achieved by reducing HP pump consumption.**

**By integrating LP PX, we could save ~15% SEC of whole CETP energy consumption.  
(RO only represents 60%)**



# NANPU CETP PROCESS DIAGRAM



Energy Recovery Device Economics					
Project Phase	RO System Design	ERD Model (Qty)	Without ERD (kWh/m <sup>3</sup> )	With ERD (kWh/m <sup>3</sup> )	Payback Period
Phase 1	2 stage (PV's: 25:13) @ ~70% water recovery	2 x PX-220B	1.04	0.79	<2 years

## KONA Village LP RO System

Año de arranque	2015
Cliente	Kona Village
Capacidad Total	~4,000 CMD (1.1MGD gpm) permeado
Número de trenes	7 x 570 CMD trenes; 55% recovery
ERI Product Model	2 PX L90 per train
Aplicación	Agua para uso potable e irrigación en el sector turismo
Ahorros anuales y payback	\$27,000 por tren y <2 years @ \$0.30/kWh

- Pozos de agua salobre @ 8,000 mg/L TDS
- El aumento del precio de la energía incentivó el uso de ERD's



# Retrofits: Key Largo & Proyecto en Florida Project OIBP



Client	Key Largo	Confidential Florida Municipal
Año de Arranque	2016	2023
Capacidad	Increase from 1,750 CMD to 2,400 CMD per train	3,400 CMD per train (0.9MGD)
Conversión	60% recovery	75% recovery
Modelo PX empleado	2 PX L180 per train	2 PX Q300 per train
Ahorros anuales y Payback	\$32,000 por tren y <2 años @ \$0.10/kWh	\$39,500 por año por cada tren y <2 años @ \$0.10/kWh

## Key Largo

- Pozos de agua salobre. Se incrementó la capacidad 30% agregando PX y membranas
- Se reutilizaron las mismas BAP con VFD.



## Confidential Municipal Project in Florida

- Pozos de agua salobre @ 6,000 mg/L TDS
- Objetivo: Incrementar la eficiencia del Sistema aprovechando reemplazo de membranas.
- Se agregó bomba booster y PX

# RELIX WATER PERU - LP RO para uso agrícola

Año de arranque	2024
Cliente	RELIX WATER PERU
Capacidad Total	~1920CMD permeado @ 75~80% conversión
Número de trenes	1 x 1,920 CMD con ERD.
ERI Product Model	1 PX L140 por tren
Aplicación	Agua para uso agrícola
Payback	Payback menor a 3 ~ 4 años

- Pozos de agua salobre @ 1,870 mg/L TDS
- Políticas sostenibilidad (ESG) incentivarón el uso de ERD's.

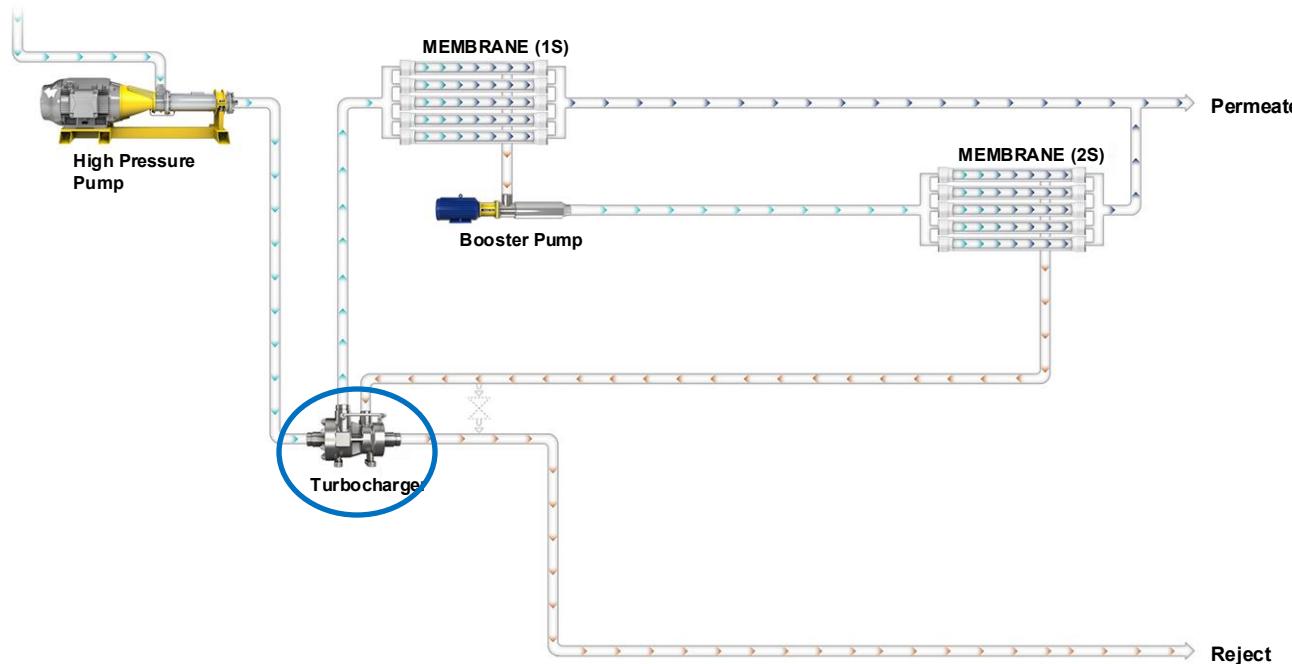


# Sistemas de alta recuperación



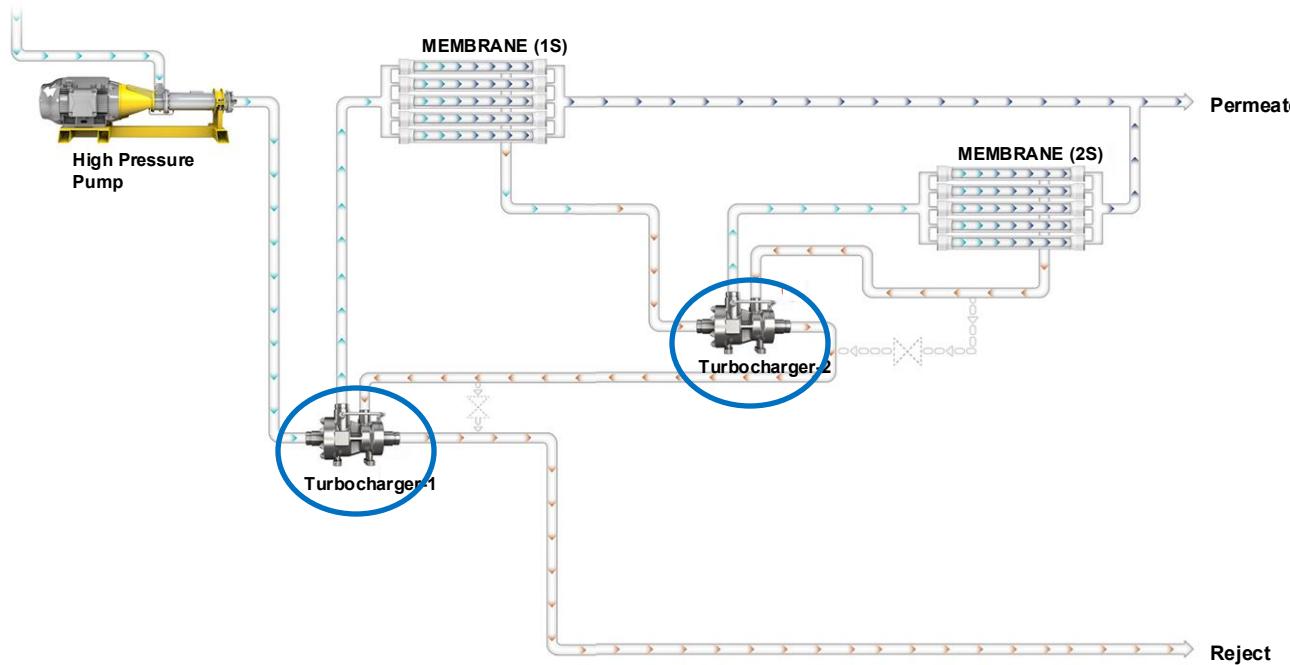
# SOLUCIONES DE RECUPERACIÓN DE ENERGÍA PARA SISTEMAS DE ALTA RECUPERACIÓN

Standard Single-Turbo Design



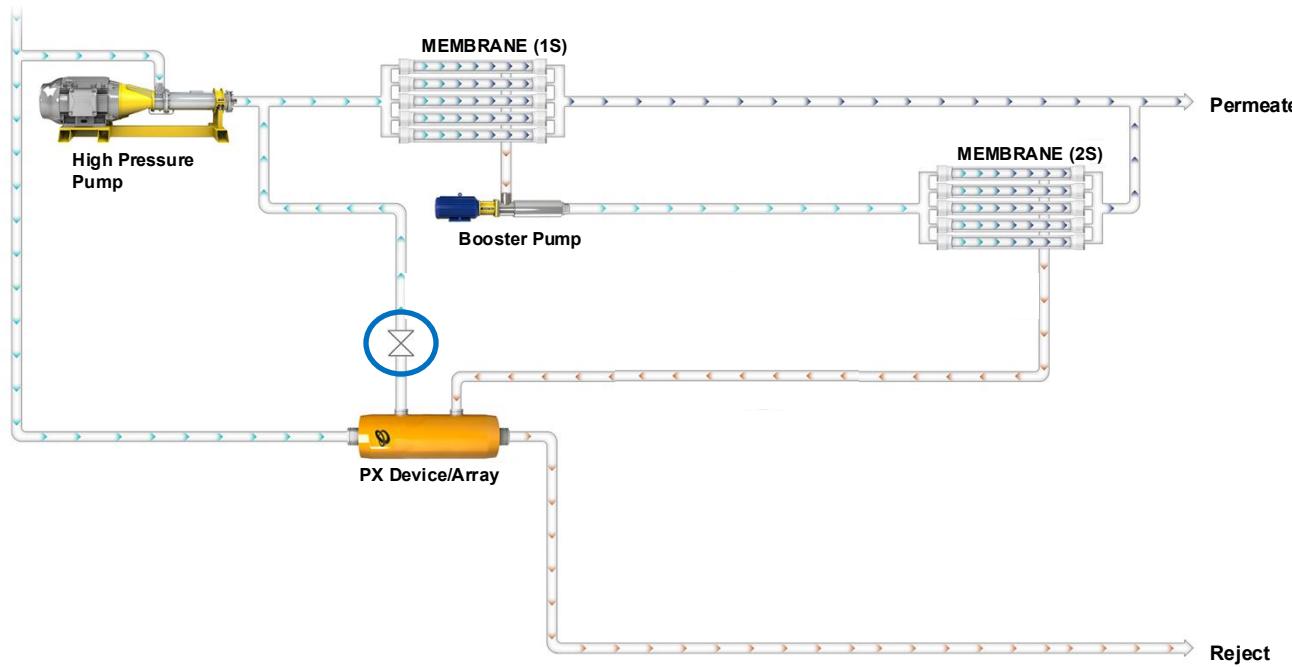
# SOLUCIONES DE RECUPERACIÓN DE ENERGÍA PARA SISTEMAS DE ALTA RECUPERACIÓN

Dual-Turbo Design



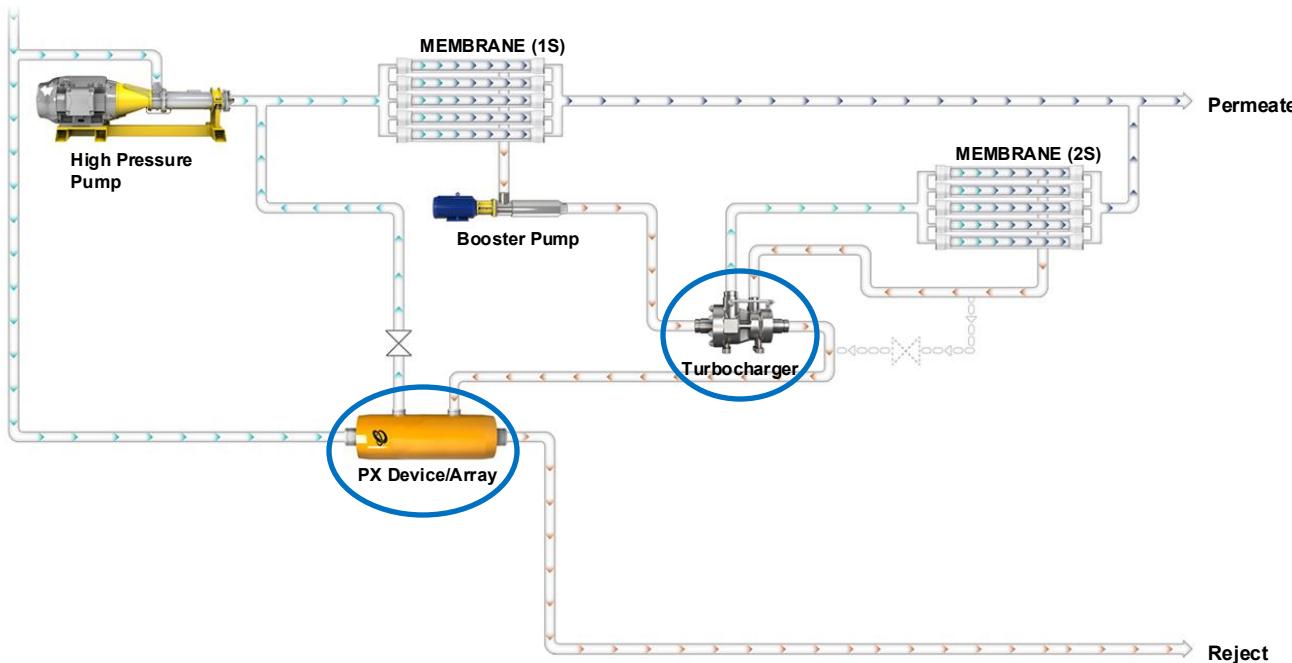
# SOLUCIONES DE RECUPERACIÓN DE ENERGÍA PARA SISTEMAS DE ALTA RECUPERACIÓN

Single-PX w/ valve throttling at high-pressure outlet of PX



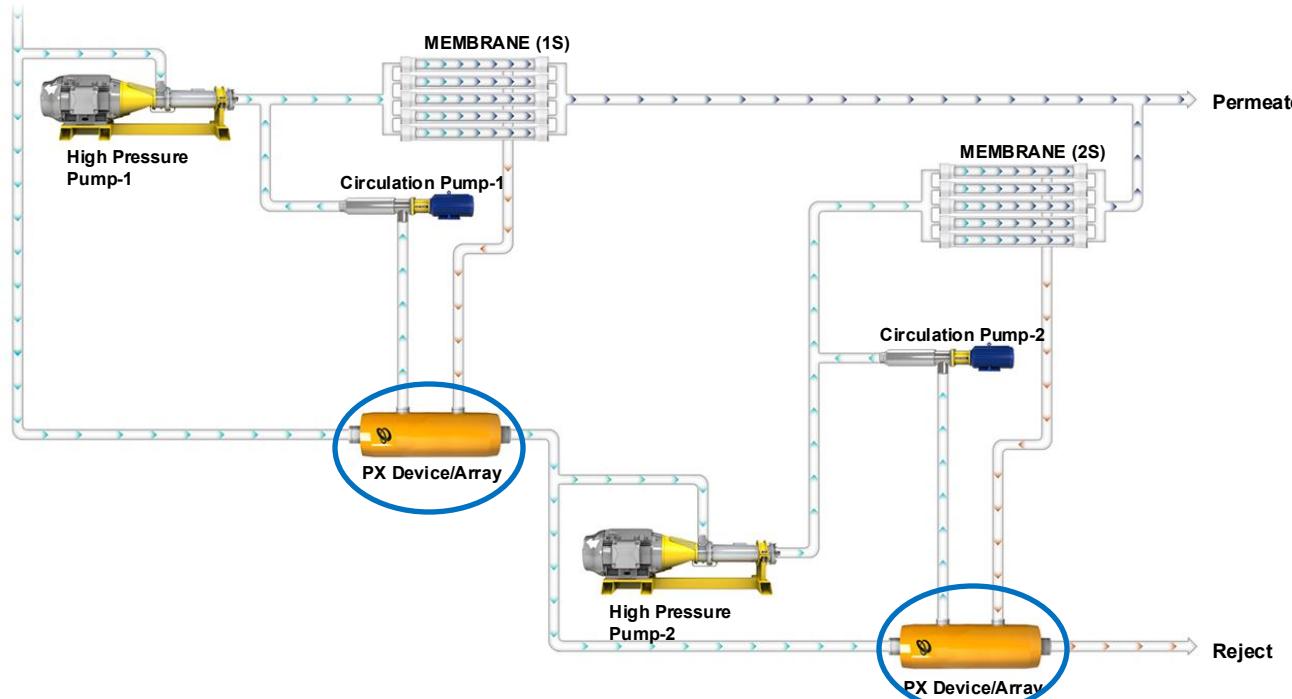
# SOLUCIONES DE RECUPERACIÓN DE ENERGÍA PARA SISTEMAS DE ALTA RECUPERACIÓN

PX + Turbo Design



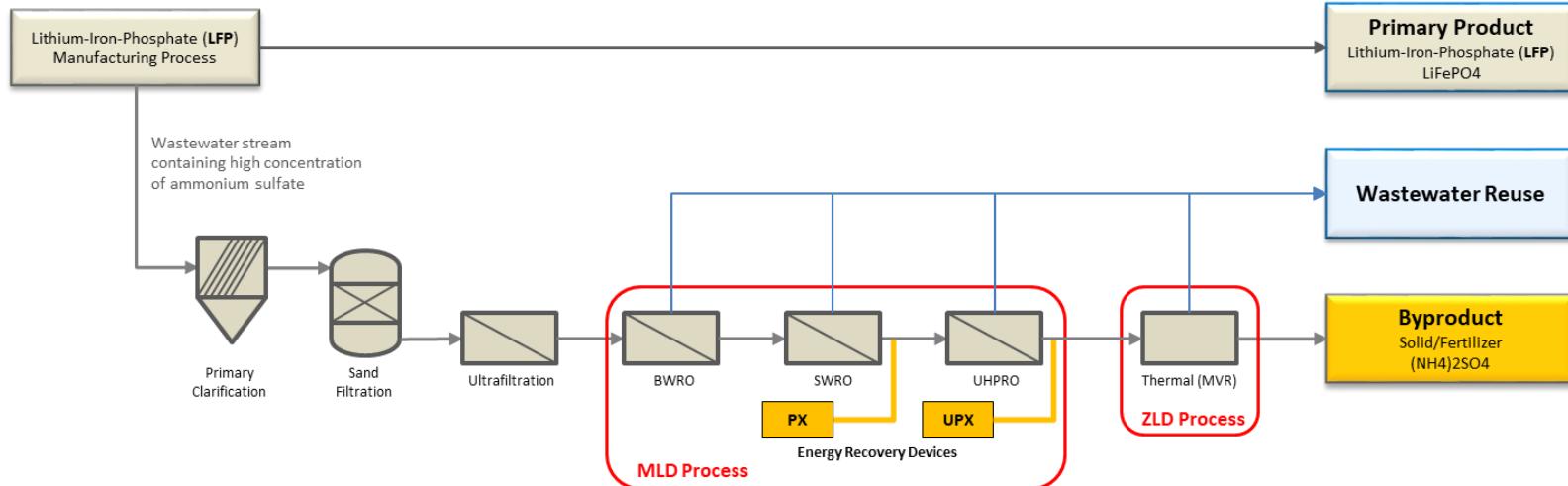
# SOLUCIONES DE RECUPERACIÓN DE ENERGÍA PARA SISTEMAS DE ALTA RECUPERACIÓN

## Dual-PX Design



# CASO DE ESTUDIO- PLANTA DE PRODUCCIÓN DE BATERÍAS DE ION DE LITIO

## Lithium Iron Phosphate (LFP) Manufacturing Process



❖ Reutilizando el agua residual y vendiendo el fertilizante obtenido como subproducto se puede conseguir un “Coste neto Cero” para el proceso WWTP/ZLD

# VALORIZACION DEL RESIDUO DE CATODOS DE LFP

**50,000 ton/yr. LFP for CATL: ZLD Treatment Process**

Shiyan Province, China Installed Early 2022

## Raw LFP Cathode

### Wastewater:

TDS: ~17,000 mg/L

Flow: 580 m<sup>3</sup>/hr.

## RO Design:

RO1: 520 m<sup>3</sup>/hr. @ 14 bar (200 psi)

RO2: 167 m<sup>3</sup>/hr. @ 60 bar (870 psi)

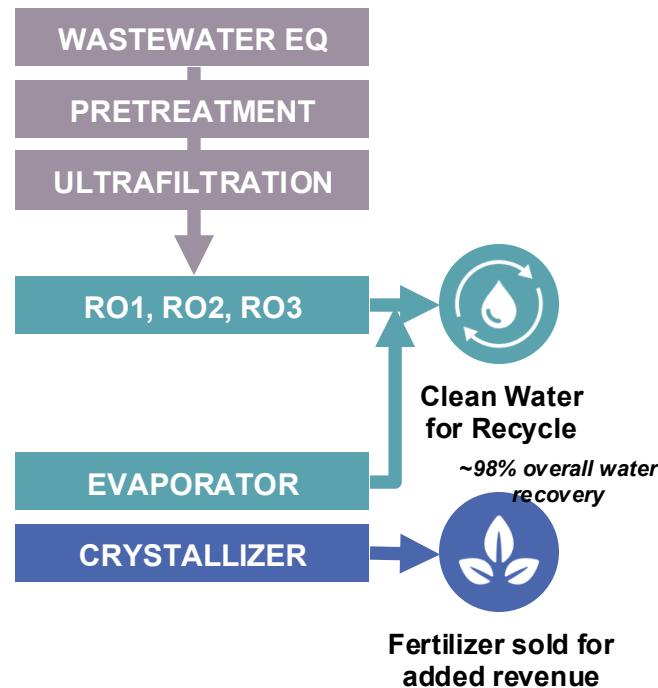
RO3: 81 m<sup>3</sup>/hr. @ 110 bar (1600 psi)

MLD water recovery: ~91%  
Clean Water for Recycle  
~98% overall water recovery

## Thermal MVR Input

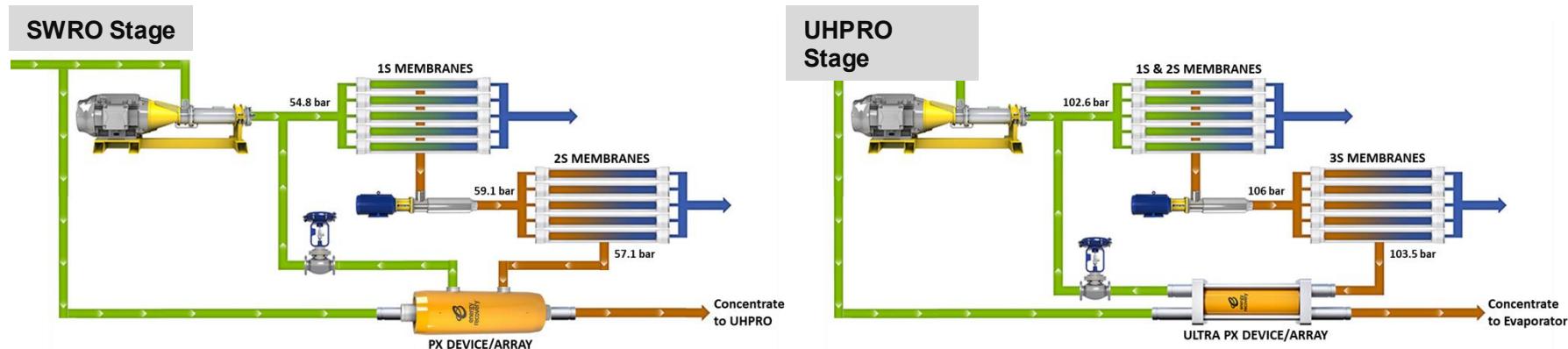
~170,000 mg/L

~52 m<sup>3</sup>/hr.



# CASO DE ESTUDIO- PLANTA DE PRODUCCIÓN DE BATERÍAS DE ION DE LITIO

ERD isobárico fue incorporado en el Sistema SWRO y el Sistema UHPRO de una planta de fabricación de baterías de ion de Litio en China.



#### SWRO Operating Conditions:

- Feed / Concentrate TDS: 56,500 mg/L / 109,000 mg/L
- Feed water flowrate: 55.5 m3/h (244.4 gpm) per train
- System Recovery: 50%

#### UHPRO Operating Conditions:

- Feed / Concentrate TDS: 109,000 mg/L / 167,000 mg/L
- Feed water flowrate: 27.0 m3/h (119.0 gpm) per train
- System Recovery: 35%

PX Location	PX Model (Qty/train)	SEC w/o PX (kWh/m <sup>3</sup> )	SEC w/ PX (kWh/m <sup>3</sup> )	SEC Reduced (%)	Annual Savings * (\$/train)
SWRO Stage**	PX 140 (1)	4.4	2.4	45.5%	\$49,460
UHPRO Stage**	Ultra PX (2)	10.2	4.1	59.8%	\$50,497

\* Based on electricity cost of \$0.10/kWh

\*\* Each SWRO and UHPRO stage has four (3+1) trains

**2.83 kWh/m<sup>3</sup> @ 67% Recovery**



# CONCLUSIONES

- Los sistemas de recuperación de energía han sido y son un elemento fundamental en el desarrollo y expansión de la desalación por ósmosis inversa a nivel global.
- Los sistemas de recuperación de energía se aplican también en ósmosis inversa de baja presión y ultra alta presión.
- Existen sistemas de recuperación de energía específicamente diseñados para aplicaciones de tratamiento de aguas residuales industriales y reúso, por tanto pueden ser usados en una gran variedad de industrias y aplicaciones.
- Nuevas aplicaciones y procesos como ZLD, MLD, brine mining, etc. Que utilizan tecnologías como UHPRO, CCRO, OARO, etc también se benefician del uso de sistemas de recuperación de energía

# Muchas Gracias!



energy recovery®

# Osmotically Assisted Reverse Osmosis (OARO)

---



# Osmotically-assisted Reverse Osmosis



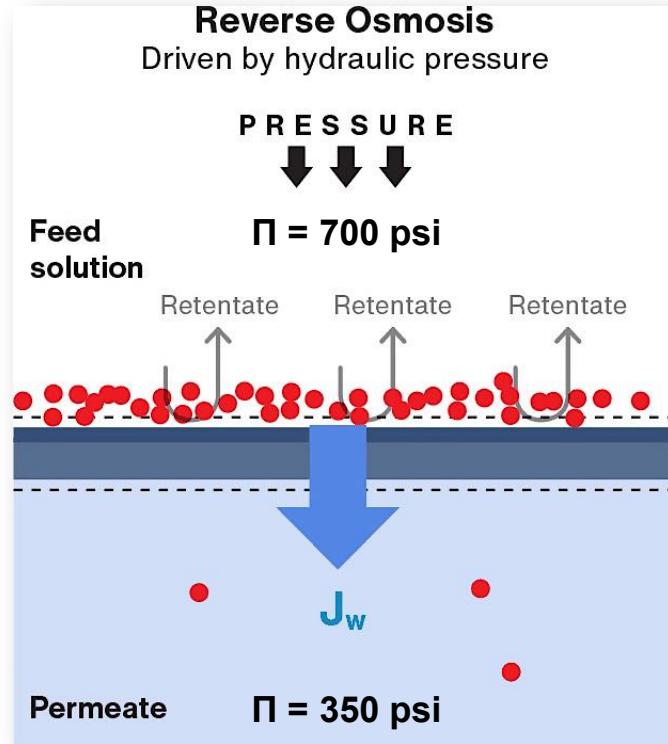
- RO feed pressures increase with recovery rate because the osmotic pressure of RO permeate is negligible.
- However, if permeate is salty, then feed pressure is proportional to the difference between osmotic pressure of feed/brine and permeate.
- This is the phenomenon exploited by osmotically-assisted RO (OARO) to achieve ultra-high brine concentrations at relatively low feed pressures
- RO Driving force** = Feed pressure + permeate Osmotic Pressure ( $\Pi$ ) – Feed Osmotic Pressure

## Example 1: Seawater Desal

- Feed TDS: 35,000 mg/L → Feed  $\Pi$ : 350 psi
- Permeate  $\Pi$ : ~0 psi
- Feed pressure: 700 psi
- Driving force:**  $700 \text{ psi} + 0 \text{ psi} - 350 \text{ psi} = 350 \text{ psi}$

## Example 2: OARO

- Feed TDS: 70,000 mg/L → Feed  $\Pi$ : 700 psi
- Permeate  $\Pi$ : ~350 psi
- Feed pressure: 700 psi
- Driving force:**  $700 \text{ psi} + 350 \text{ psi} - 700 \text{ psi} = 350 \text{ psi}$



# OARO Technology Process

Two ways of rising permeate salinity:

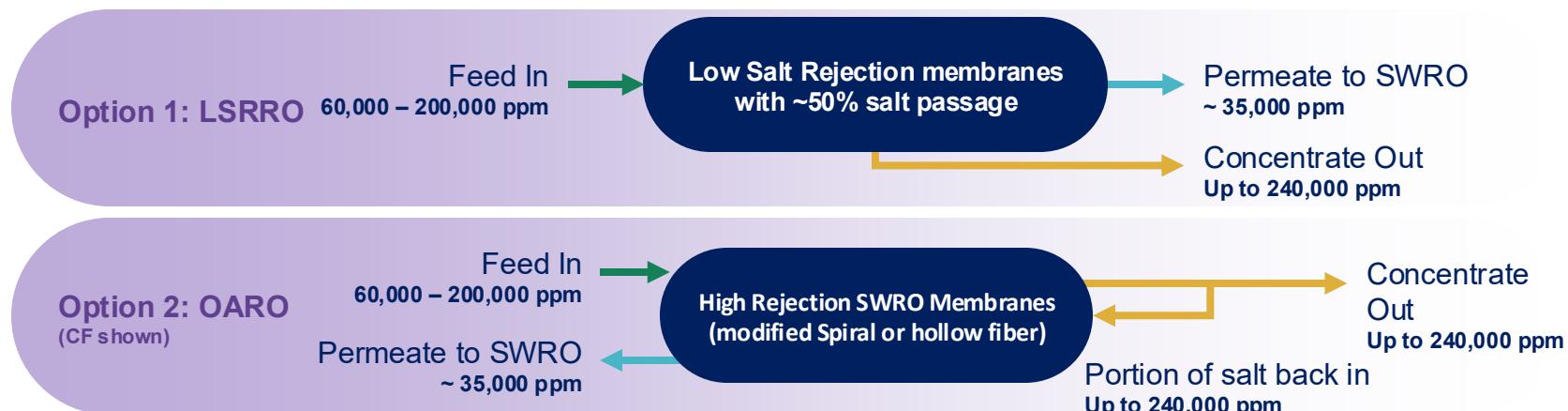
1. Using spiral membranes that permit high salt passage (Low salt rejection)
2. Directly, using hollow fiber membranes (Originally proposed by Sydney Loeb).

## Option 1: Low Salt Rejection RO (LSRRO)

- FTSH2O, Porifera, Gradiant, Saltworks, HCON
- Membrane: low salt rejection, 1 inputs, 2 outputs
- Generally spiral wound membrane

## Option 2: Osmotically-assisted RO (OARO)

- Gradiant and HYREC
- Membrane: high salt rejection, 2 inputs, 2 outputs
- Generally Hollow fiber membrane

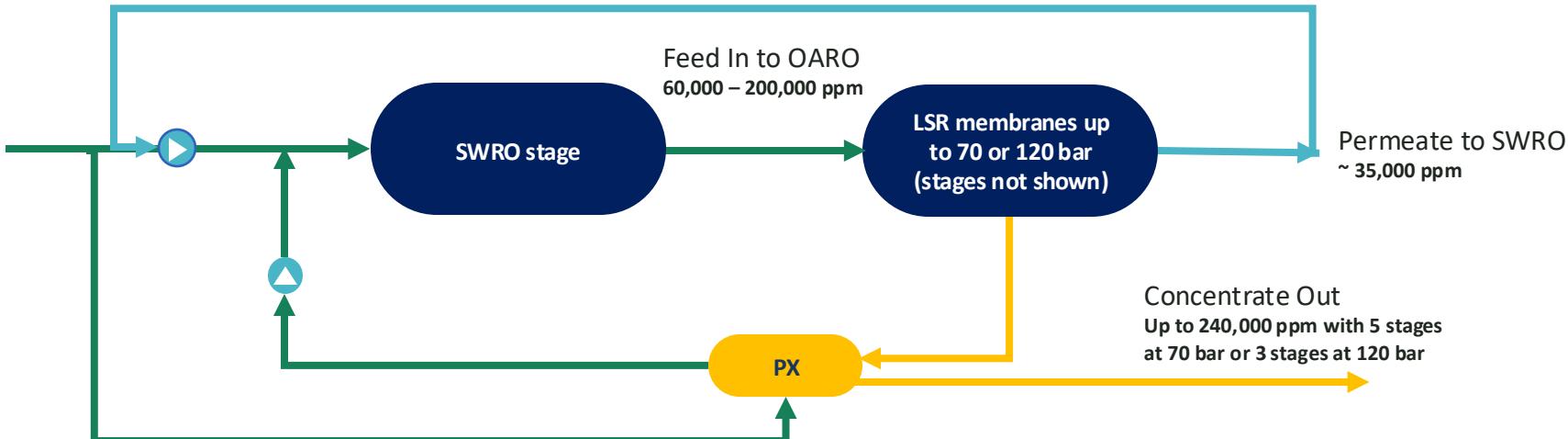


Note: these are simplified process flow diagrams that do not show all valves, connections, etc. and are not meant to cover all potential configurations of this technology.

# Pressure Exchangers work with any OARO Process

## Option 1 with ERD – Low Salt Rejection RO (LSRRO)

- Working with multiple process innovators to develop low energy solutions
- Pressure: Both conventional (<80 bar) and Ultra High Pressure (<120 bar) systems
- Membranes with long term stability are still the most significant challenge, but new spiral wound LSRRO membranes recently entered the commercial market



Note: these are simplified process flow diagrams that do not show all valves, connections, etc. and are not meant to cover all potential configurations of this technology.

# Li Brine Mining Example 1: Early Commercial OARO

- Evaporation required years and yielded poor quality lithium bicarbonate
- Remote area of Tibet in the foothills of the Himalayas without a power supply
- Concentrated solar power (CSP) supply

Lithium processing including membrane building



CSP power supply

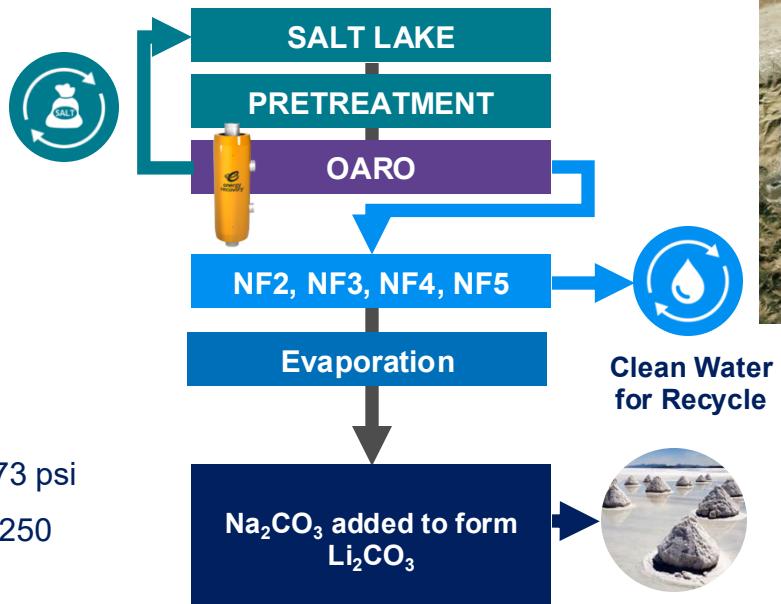


- Faster production & better quality
- 1.8-2.3 MW saved by including ERDs into membrane systems
- ~\$10M USD CSP CAPEX (\$4,500 / kW saved)

# Li Brine Mining Example 1 Continued

Zabuye Salt Lake, Tibet Province, China; July 2024

Brine Mineral Content		
Parameter	Units	Value
Sodium	mg/L	160,000
Potassium	mg/L	60,000
Lithium	mg/L	15,300
Chloride	mg/L	120,000
$\text{CO}_3$	mg/L	90,000
Mg:Li	Ratio	0.019



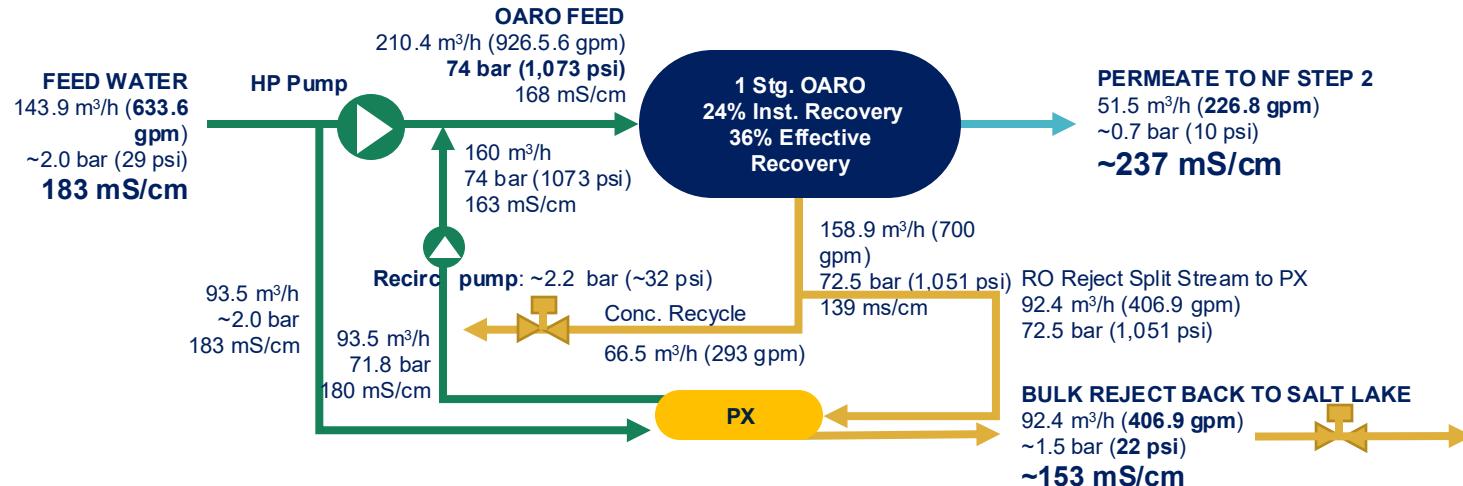
## Design:

- **OARO for Li:** 7 trains @ 1073 psi
- **Polishing:** NF stages 2-5: <250 psi

# Li Brine Mining Example 1 Continued

ALADYR

## LSRRO Operating Parameters July 2024



### Energy Recovery Device Economics

Treatment Step	RO System Design	ERD Model (Qty)	Without ERD (kWh/m <sup>3</sup> )	With ERD (kWh/m <sup>3</sup> )	Payback Period
OARO	7 parallel trains; 1 stage @ 24% instantaneous recovery	2 PX 260 per train	8.7	3.6	<6 months w/o CAPEX savings

# Li Brine Mining Example 1 Continued – Site Pictures

ALADYR

Zabuye Salt Lake



OARO & NF SKIDS



ERDs



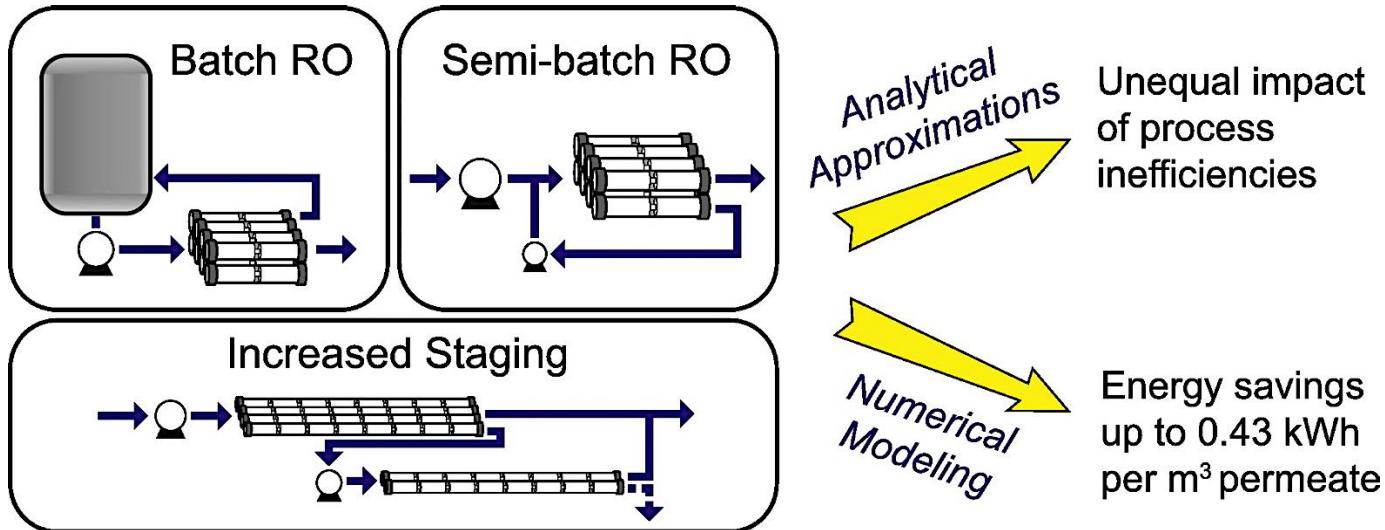
# Batch and Semi-batch RO Processes

---

# Batch and Semi-batch Processes Simulate Multiple Stages & De-couples Flux from Recovery to Reduce Energy and Fouling

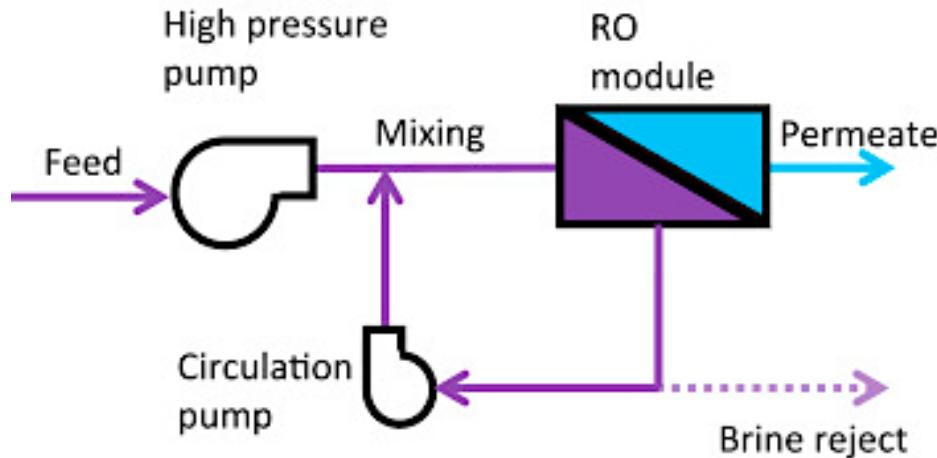


**Potential Benefits:** Less energy, higher cross-flow velocity & potential for higher RO recovery because concentrate can be discharged from system prior to scalant induction time



Source: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0011916416306312?via%3Dihub>

# What is Semi-Batch Without an ERD?: Simple PFD

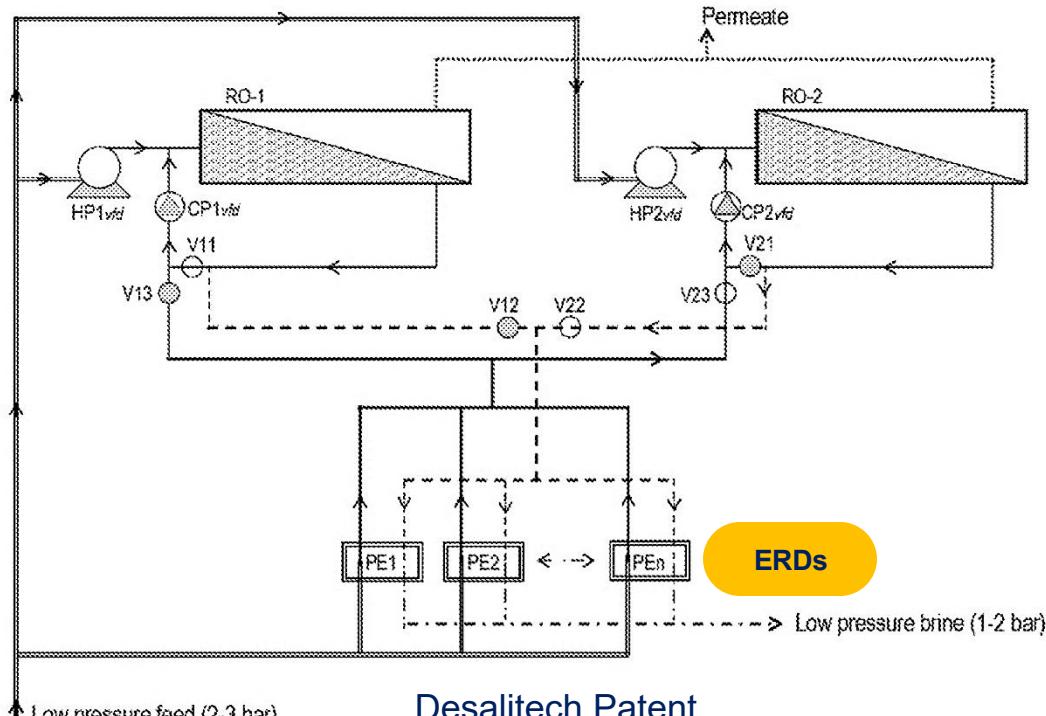


Schematic diagram of a closed-circuit reverse osmosis system. Feed continuously enters the system, but brine is rejected only at the end of the cycle. Pressure gradually increases over time. Dotted lines represent flows present only between cycles.

Source: Energy efficiency of batch and semibatch (CCRO) reverse osmosis desalination. The MIT Faculty has made this article openly available. Citation: Warsinger, David M., Emily W. Tow, Kishor G. Nayar, Laith A. Maswadeh, and John H. Lienhard V. "Energy Efficiency of Batch and Semi-Batch (CCRO) Reverse Osmosis Desalination." Water Research 106 (December 2016): 272-282. As Published: <http://dx.doi.org/10.1016/j.watres.2016.09.029> Publisher: Elsevier. Persistent URL: <http://hdl.handle.net/1721.1/105441>

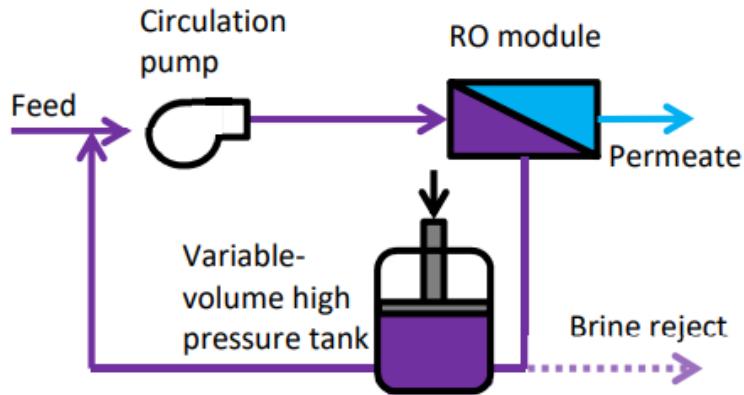
# Semi-batch with an ERD; Desalitech CCRO Patent Example

Fig. 4



Desalitech Patent

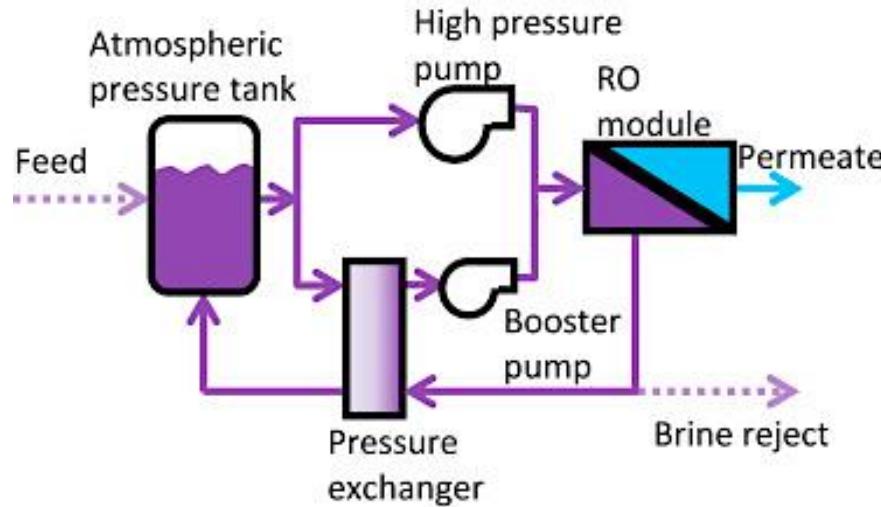
# What is Batch RO Without an ERD: Simple PFD



Schematic diagram of a batch RO system with a high pressure, variable-volume tank. In each cycle, the system is initially filled with feed, which is then circulated and concentrated over time. Brine is finally rejected at atmospheric pressure. Dotted lines represent flows present only between cycles.

Source: Energy efficiency of batch and semibatch (CCRO) reverse osmosis desalination. The MIT Faculty has made this article openly available. Citation: Warsinger, David M., Emily W. Tow, Kishor G. Nayar, Laith A. Maswadeh, and John H. Lienhard V. "Energy Efficiency of Batch and Semi-Batch (CCRO) Reverse Osmosis Desalination." Water Research 106 (December 2016): 272-282. As Published: <http://dx.doi.org/10.1016/j.watres.2016.09.029> Publisher: Elsevier. Persistent URL: <http://hdl.handle.net/1721.1/105441>

# MIT Batch RO Example with Isobaric ERD



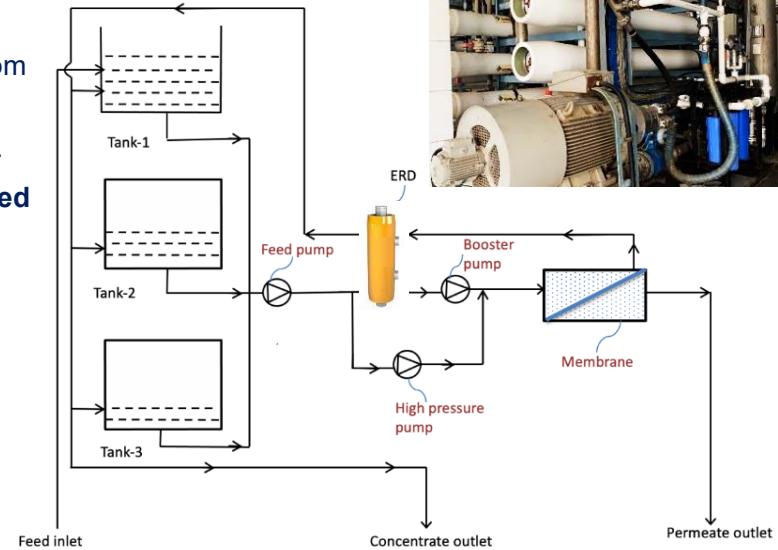
Alternative batch RO design, in which a pressure exchanger is used to reduce the pressure of the recirculating stream so that a standard, low-pressure tank can be used.

Source: Energy efficiency of batch and semibatch (CCRO) reverse osmosis desalination. The MIT Faculty has made this article openly available. Citation: Warsinger, David M., Emily W. Tow, Kishor G. Nayar, Laith A. Maswadeh, and John H. Lienhard V. "Energy Efficiency of Batch and Semi-Batch (CCRO) Reverse Osmosis Desalination." Water Research 106 (December 2016): 272-282. As Published: <http://dx.doi.org/10.1016/j.watres.2016.09.029> Publisher: Elsevier. Persistent URL: <http://hdl.handle.net/1721.1/105441>

# Example: Batch RO Pilot on Textile Waste; Tirupur Region, Tamil Nadu, India

## Project Drivers

- 100 m<sup>3</sup> feed / day batch RO system with ERD (patent pending).
- Batch feed is collected continuously in a dedicated tank.
- Batch feed is supplied to RO in pass1. Permeate is removed from RO and pass1 brine is collected in tank 1.
- Tank 1 is feed for RO pass2; Pass2 brine is collected in Tank 2.
- Process is repeated in subsequent passes to achieve desired batch recovery. This project included 3 tanks per batch.



# Example Continued: Batch RO Benefits & Data For Textile MLD

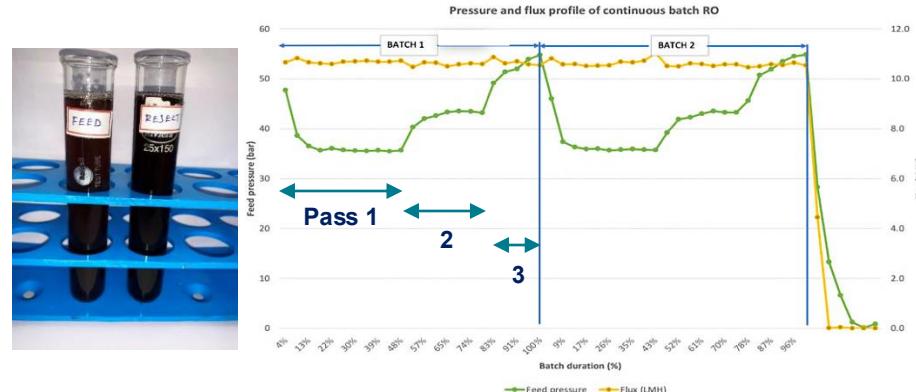
## Batch Process Benefits

- ERDs have quick payback at operating pressures & recovery
- Operating flux independent of batch recovery.
- Improved scaling & biofouling data vs. traditional RO
- Capital cost is competitive with traditional multistage RO
- Stable flux achieved over 18 months
- Operational flexibility

## Comparison with Existing Continuous RO

Parameter	Units	Continuous RO	Batch RO
Feed TDS	g/L	17	25
Reject TDS	g/L	25	57
Recovery	%	32%	56%
Flux	LMH	12.5 – 13	10 – 10.5

## Pressure and Flux Profile of Continuous Batch RO



# Conclusions

- Isobaric energy recovery devices such as pressure exchangers can be fully integrated in OARO processes helping to reduce the size and energy consumption of the main HPP.
- Isobaric ERD's can work with any OARO configuration.
- OARO technology is applicable to ZLD processes, mineral extraction (e.g Lithium), brine mining, etc.
- Isobaric ERD can benefit semi-batch RO processes by recovering the wasted energy during the flushing sequences of the process and allowing flushing the system with feedwater.
- Isobaric ERD can benefit batch RO processes by eliminating the need for a high-pressure variable-volume tank, and allowing an atmospheric low pressure tank to be used instead while recovering energy from the high-pressure recirculating stream.

# Muchas Gracias!



energy recovery®