PROYECTO FÉNIX VENEZUELA · SISTEMA SEL · LAGO DE VALENCIA

La escalera de la libertad y la prosperidad

Donde el lago se mete y enferma a tanta gente,
la inteligencia artificial lo transforma en una fuente:
el agua llega limpia y, con el campus, menos se paga,
y el sol nos da de lleno la luz que no se apaga.
En cada escuela el niño tiene, cada día,
su plato en la mañana y el futuro que no había.

Fénix no carga a nadie ni regala el camino:
pone peldaños, puentes y barandas al destino.
Cada familia avanza, bien a la venezolana,
con el sudor de su frente y con la mano hermana.

Sin cargas para el pueblo y sin nuevos impuestos,
con reglas bien claritas
que obligan a ser honestos,
de las cenizas del agua hoy
el Fénix renace y vuela,
tierra de gracia, nuestra Venezuela.
Con la bendición de Dios
en cada paso que damos
y la Virgen María
a nuestro lado, subamos.
¡Que en el alma de todos
este grito vibre,
hoy, mañana
y siempre:
seamos libres!

Barandas Fénix: agua, luz y familia
para apoyarnos entre todos



10 Lago recuperado — Año 18
Deja de subir hacia el año 3 y devuelve 8.100 ha

9 Salud — Desde el año 2
1.150–3.800 vidas salvadas en 25 años

8 Mejor educación — Desde el año 3
Hasta 788 M$ al año: comida escolar, pasaje y 57.500 plazas de formación técnica

7 Agua limpia — Desde el año 2
~430.000 m^3 diarios más para Valencia y Maracay; el embalse deja de recibir agua del lago

6 Ingresos públicos — Desde el año 3
Hasta 1.183 M$ al año, sin impuestos nuevos

5 Campus de inteligencia artificial — Años 3–8
400 MW en el año 3 y 3 GW en el año 8: Venezuela entra en la economía digital

4 Electricidad propia — Años 3–8
Solar y ciclo combinado propios del campus y 900 MW de respuesta de demanda contra apagones

3 Empresas venezolanas — Años 1–8
10.000–12.000 M$ en compras a empresas locales

2 Empleo — Años 1–8
~55.000 empleos en obra y ~3.000 permanentes con salarios dignos

1 Inversión internacional — Año 0
~37.500 M$ privados y ~3.800 M$ de Fénix Esencial con crédito multilateral

Iván Da Silva · Noviembre de 2026

Índice

El Proyecto Fénix 4

El Fénix en una página 4

Dos fotografías de la misma cuenca 7

Un proyecto, un mensaje para cada interlocutor 10

La escalera de la libertad y la prosperidad 12

Inversión internacional de capital privado 14

Empleo y reactivación industrial 16

Más oportunidades para empresas venezolanas 17

Más energía y estabilidad eléctrica para el país 18

Campus de inteligencia artificial 20

Ingresos públicos sin aumentar impuestos 22

Agua limpia para Valencia y Maracay 24

Educación: comida y transporte para los que más lo necesitan 26

Salud: vidas salvadas 28

Recuperación ambiental del Lago de Valencia 29

Lo que se logra en un mandato 31

Condiciones de éxito 32

Consejo de Validación Independiente 33

Hoja de ruta 34

Dossier técnico-financiero del Sistema SEL 35

2.1 Resumen ejecutivo 35

2.2 Bases de diseño 37

2.3 Arquitectura del sistema 38

2.4 Refrigeración y balance térmico 40

2.5 Agua potable y tratamiento 41

2.6 Cota, sales y recuperación del lago 42

2.7 Saneamiento de la cuenca 45

2.8 Energía y aporte a la red nacional 46

2.9 Economía del programa 48
2.10 Modelo comercial y estructura de la concesión 49
2.11 Fideicomisos, tarifa y efecto multiplicador 51
2.12 Impacto sanitario y social 53
2.13 Riesgos y debilidades declaradas 54
2.14 Validación independiente y hoja de ruta 56
Anexo: sensibilidades, alternativas descartadas y referencias 58

CAPÍTULO 1

El Proyecto Fénix

Tecnología, inversión y talento para una Venezuela libre, próspera y sostenible.

El Fénix en una página

El Lago de Valencia es el mayor pasivo ambiental de Venezuela. El Proyecto Fénix lo recupera en dos pasos. **Fénix Esencial** es el agua y el saneamiento de la cuenca y funciona aunque nunca llegue un inversor privado. **Fénix Evolución** suma un campus de inteligencia artificial de **3 GW**: Venezuela tiene lo que esa industria ya no encuentra, energía disponible, agua y territorio, y el campus paga un canon que baja la tarifa del agua a la mitad y financia la educación. Con los dos, el país recibe:

Para el país	Qué recibe
Vidas	Entre 54 y 180 muertes evitadas cada año en régimen por agua y saneamiento seguros; 1.150–3.800 en 25 años
Agua	~430.000 m^3 diarios más de agua limpia para Valencia y Maracay. Entre los años 2 y 6 se cierra el bombeo del lago al embalse del que bebe Valencia
Lago de Valencia	Deja de subir hacia el año 3 y vuelve a la cota 408 hacia el año 18: fin de las inundaciones y ~8.100 hectáreas recuperadas
Saneamiento	Depuración del 100 % del agua residual de la cuenca; −87 % del fósforo de origen urbano que llega al lago
Tarifa	~0,73 $/$m^3$ en bloque con Fénix Esencial; 0,50 $/$m^3$ de media cuando el canon de Fénix Evolución la subsidia, hacia el año 5,1
Electricidad	El campus se abastece con su propia solar y su propio ciclo combinado: no le pide potencia nocturna al país. ~3,7 TWh al año de excedente solar para la red, 900 MW de respuesta de demanda contra apagones y +160 MW en La Cabrera
Educación	Hasta 788 M$ al año en régimen: comida escolar para los niños más pobres, pasaje para quien vive lejos y formación técnica
Cuenca	Hasta 394 M$ al año: subsidio de la tarifa, redes, oxigenación, tierras recuperadas y comunidades del lago
Inversión	~3.800 M$ de Fénix Esencial con crédito multilateral y ~37.500 M$ de capital privado de Fénix Evolución. Aparte, el operador instala ~90.000–120.000 M$ en equipos de cómputo importados

Cómo se paga. Fénix Esencial lo financia el Estado con crédito del BID, la CAF o el Banco Mundial al 5 % y 30 años, y lo ejecutan empresas privadas por licitaciones públicas, transparentes y conformes a la ley; la financiación privada queda como alternativa. En Fénix Evolución, el operador del campus tiene un único contrato: compra electricidad y frío a una concesión privada (BOOT) con una tarifa todo incluido, pagada en una cuenta en el exterior. El BOOT paga al Estado un **canon del 30 % de su ingreso bruto, con un piso de 45 $/MWh** de capacidad contratada indexado a la inflación de EE. UU.: **1.183 M$ al año** con los 3 GW, que se depositan en dos fideicomisos independientes. Al final de la concesión, la infraestructura del BOOT pasa a la nación.

Cuándo. Fénix Esencial pone en marcha la ósmosis en el año 2 y construye las depuradoras, el cierre del bombeo y la exportación del efluente entre los años 2 y 6, contando desde el cierre de su financiación. Fénix Evolución arranca con un bloque de 400 MW en el año 3 y llega a 3 GW en el año 8, contando desde la firma del contrato ancla. Las cifras de esta página suponen que ambos años 0 coinciden; si el ancla llega después, el lago y el agua no se retrasan, solo el canon.

Sobre las cifras. Son estimaciones de prefactibilidad (±30 %), calculadas con un modelo paramétrico propio que se pone a disposición de la validación independiente. Cada punto declara sus condiciones, y el capítulo 2 indica qué cifra es compromiso, cuál es objetivo y cuál es escenario: la transparencia es parte de la propuesta.

Después del terremoto. El doblete sísmico del 24 de junio de 2026 (M7,2 y M7,5, con epicentros entre Yaracuy y el occidente de Carabobo) dejó más de 6.000 fallecidos según el balance oficial de agosto de 2026 y daños en Valencia y Maracay. Fénix reserva un sobrecosto sísmico del 12 % sobre la obra, como supuesto de diseño hasta tener el estudio de amenaza, licuefacción y cimentaciones de los suelos del lago, y se ofrece como parte de la reconstrucción de la Región Central: empleo, compras a empresas locales y energía.

SEL · Symbiotic Endorheic Loop, en español **Bucle Endorreico Simbiótico**. *Endorreico* porque el Lago de Valencia es una cuenca cerrada, sin salida al mar; *simbiótico* porque el campus y el lago se benefician mutuamente: el lago enfría al campus y el calor del campus evapora agua y sales del lago; *bucle* porque energía, calor, agua y sales circulan en un ciclo donde nada se desperdicia.

El sistema se explica con detalle en el capítulo 2, el dossier técnico-financiero del Sistema SEL.

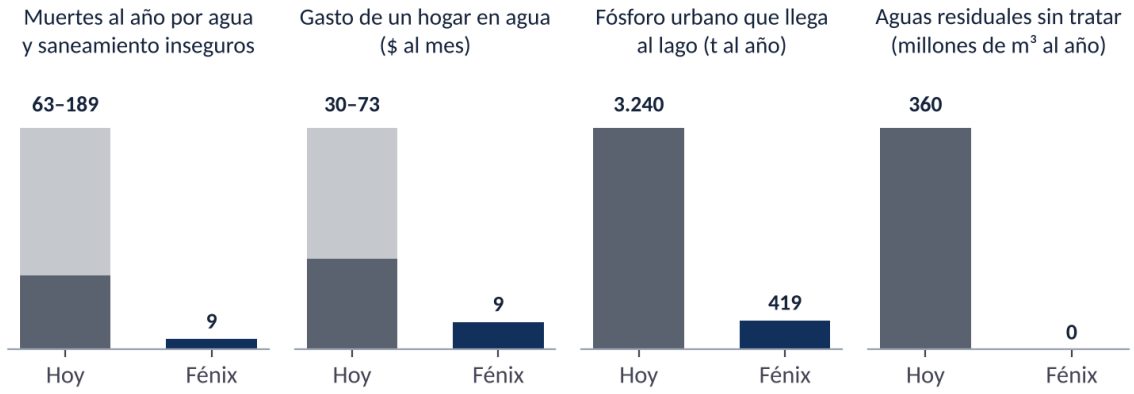


El Sistema SEL en el Lago de Valencia: solar flotante, campus de inteligencia artificial, planta de agua y red eléctrica, junto a una orilla recuperada.

Dos fotografías de la misma cuenca

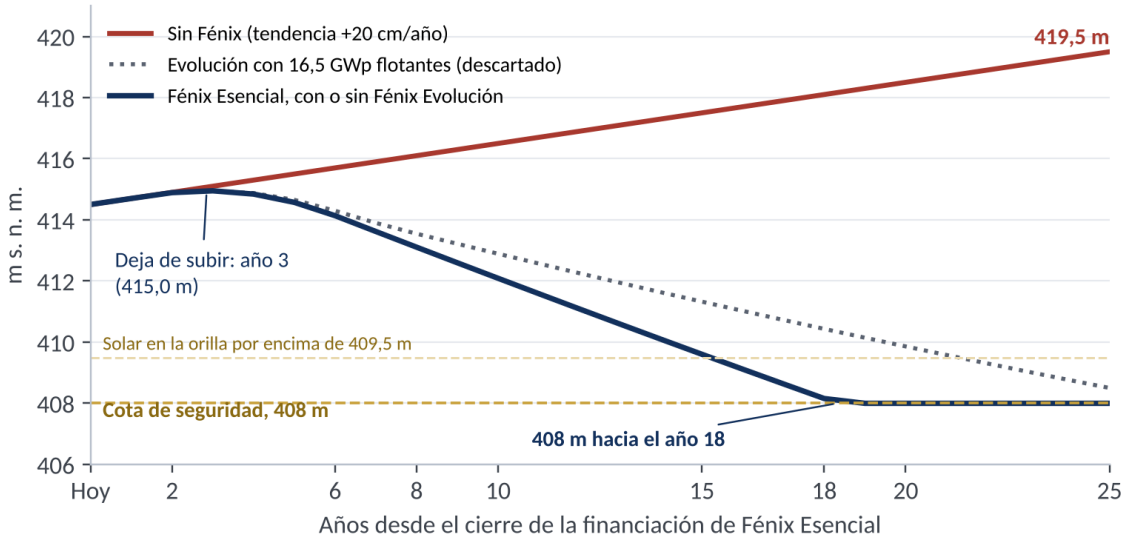
Carabobo y Aragua viven hoy con agua intermitente, cortes de luz diarios y un lago que crece y contamina. Estas son las cifras de la región hoy y con el Proyecto Fénix en régimen: Fénix Esencial completo, el campus de 3 GW hacia el año 8 y el lago en la cota 408 hacia el año 18.

54–180 vidas salvadas cada año	**430.000 m³** más de agua limpia al día	**−87 %** del fósforo urbano que llega al lago
8.000 familias fuera del riesgo de inundación	**900 MW** de reserva del campus contra apagones	**1.183 M$** al año para educación y la cuenca



Barras claras: rango alto de la estimación. Gris: hoy. Azul: Fénix en funcionamiento.

Hoy frente a Fénix en funcionamiento. Muertes: estimación con la tasa de la OMS para Venezuela (2016) multiplicada por 1–3 por el deterioro posterior, frente a la tasa de Chile. Gasto del hogar: cisternas y botellones a precios de Caracas (2024) frente a la tarifa media de 0,50 $/m³.



Nivel del Lago de Valencia. Sin Fénix, si sigue la tendencia de unos 20 cm al año. Con Fénix Esencial, el lago deja de subir hacia el año 3 y vuelve a la cota de seguridad hacia el año 18. Fénix Evolución no retrasa la bajada: con 16,5 GWp de solar flotante, la cota 408 llegaría hacia el año 27.

Vidas y salud	Hoy	Con Fénix
Muertes por agua y saneamiento inseguros en la cuenca	63–189 al año *Estimación con la tasa de la OMS*	~9 al año: 54–180 vidas salvadas cada año en régimen y 1.150–3.800 en 25 años *Estimación*
Hospitales con fallas de agua	Dos de cada tres hospitales del país tienen fallas en el suministro de agua *Encuesta Nacional de Hospitales, 2022*	Agua continua producida en la cuenca y energía firme en la región central *Proyecto*

Agua	Hoy	Con Fénix
Agua por tubería	Solo el 19 % de la población tiene agua continua. La principal potabilizadora de Valencia procesa ~2.500 L/s de los ~7.000 L/s que necesita la ciudad *ENCOVI 2025 · Centro de Ingenieros de Carabobo, 2021*	~430.000 m³ diarios más de agua limpia: la ósmosis complementa el agua del embalse y la potabilizadora rehabilitada suma ~2.500 L/s *Cálculo*
Lo que paga un hogar por el agua	30–73 $ al mes en cisternas y botellones (2,5–6 $/m³) *Precios en Caracas, 2024*	~12–16 $ al mes por 12 m³ con Fénix Esencial; ~9 $ por 18 m³ con el canon (0,50 $/m³ de media) *Proyecto*
De dónde bebe Valencia	Del embalse Pao-Cachinche, al que se bombean ~3.500 L/s de agua del lago mezclada con aguas residuales *Centro de Ingenieros de Carabobo, 2022 · iAgua, 2017*	Del mismo embalse, ya sin agua del lago: el bombeo se cierra entre los años 2 y 6. El efluente depurado sale de la cuenca por el río Pao *Proyecto*

Saneamiento y lago	Hoy	Con Fénix
Aguas residuales sin tratar	~360 millones de m³ al año llegan al lago sin tratar. De 17 depuradoras previstas se construyeron 3 *Armando.info, 2017*	Ninguna: se depura el 100 %, con eliminación de nitrógeno y fósforo *Cálculo*
Fósforo urbano que llega al lago	~3.200 t al año *Estimación sobre el caudal de 2017*	~420 t al año (−87 %) *Cálculo*
Estado del lago	Hipereutrófico: floraciones masivas de algas y mortandad de peces cada diciembre y enero *Copernicus, 2021 · iAgua, 2017*	~180 kt de sales retiradas al año y oxigenación del fondo; el lago se recupera en 10–30 años *Cálculo*

Inundaciones y tierras	Hoy	Con Fénix
Nivel del lago	~414,5 m y sube 20–25 cm al año: 6,5 m por encima de la cota de seguridad *Centro de Ingenieros de Carabobo · estimación*	Deja de subir hacia el año 3; cota 408 hacia el año 18, y se mantiene *Cálculo*
Familias bajo amenaza del agua	~8.000 familias en riesgo en el sur de Maracay. La Vaquera perdió 420 viviendas, 5 escuelas y 3 centros de salud *Armando.info, 2017*	Riesgo eliminado. Compensación y reasentamiento sobre la cota 411 para quienes perdieron su casa *Medida propuesta*
Tierra bajo el agua	Más de 15.000 ha inundadas desde 1978 *El Diario, 2023*	~8.100 ha recuperadas: humedal, bosque, parques y barrios *Cálculo*

Electricidad	Hoy	Con Fénix
Cortes de luz	El 39 % de los hogares sufre cortes diarios de varias horas. Solo el 10 % no tiene cortes *ENCOVI 2025*	De día, la solar cubre el campus y entrega ~3,7 TWh al año a la red, más a medida que crece en la orilla; de noche, el campus usa su propio ciclo combinado *Cálculo*
Déficit de generación del país	3.000–4.000 MW, con cortes de hasta 16 horas en 2026 *Observatorio Venezolano de Servicios Públicos · El Diario, 2026*	+160 MW de La Cabrera con el mismo gas y hasta 900 MW de reserva del campus en minutos. El campus no pide potencia nocturna al sistema nacional *Medida propuesta*

Educación	Hoy	Con Fénix
Escolarización	64 % de cobertura entre 3 y 24 años: 7,1 millones escolarizados de 11,1 millones *ENCOVI 2025*	Hasta 788 M$ al año para el fideicomiso educativo, desde el año 3 y pleno en el año 8 *Proyecto*
Por qué faltan a clase	Fallas de agua (26 %), apagones (21 %) y falta de comida en el hogar (21 %) *ENCOVI 2025*	Agua y luz en la región. Con el fideicomiso, desayuno y almuerzo para 2,1 millones de niños en pobreza extrema, almuerzo condicionado a la asistencia para 1,1 millones, pasaje para 0,65 millones que viven lejos y ~57.500 plazas de formación técnica al año *Proyecto*

Economía	Hoy	Con Fénix
Empleo e ingresos	Pobreza de ingresos del 68,5 %. Un asalariado privado gana ~230 $ al mes *ENCOVI 2025*	~55.000 empleos en la obra, ~3.000 permanentes y 15.000–40.000 en pesca, agricultura, turismo y empleo inducido *Proyecto*
Industria de Carabobo y Aragua	La industria del país trabaja al 51,7 % de su capacidad *Banca y Negocios, 2.° trimestre de 2026*	Agua y energía estables para el corazón industrial del país *Proyecto*
Talento que se fue	~7,8 millones de venezolanos viven fuera del país *R4V, 2024*	Empleo de alta tecnología en energía, agua y centros de datos para volver *Proyecto*
Dinero público para el lago	~385 M$ gastados en unos 13 años sin detener el problema *Armando.info, 2017*	Crédito multilateral para Fénix Esencial y hasta 1.183 M$ al año en fideicomisos fijados por ley, sin impuestos nuevos *Proyecto*

Las cifras de hoy son datos publicados con su fuente y su año; la ENCOVI y la encuesta de hospitales describen al país, porque la cuenca no tiene encuesta propia. Las cifras con Fénix son el proyecto en régimen, calculado con el modelo del capítulo 2.

Un proyecto, un mensaje para cada interlocutor

Para	Mensaje
La ciudadanía	**Agua limpia por tubería y más energía para la red.** Valencia deja de beber de un embalse contaminado por el lago, y Valencia y Maracay reciben más agua; de día, la solar del campus entrega su excedente al país.
Las comunidades del lago	**El lago deja de crecer y sus tierras vuelven.** Mariara, Los Guayos y Paraparal dejan de vivir bajo la amenaza del agua, con prioridad para las familias desplazadas.

Para	Mensaje
Las familias	**La inteligencia artificial alimenta y lleva a los niños a la escuela.** Hasta 788 M$ al año para comida escolar, pasajes y formación técnica, primero para los que más lo necesitan.
Caracas	**Una cuenca que deja de amenazar el agua de la capital.** Camatagua, que da a Caracas más de la mitad de su agua, ya sufrió eutrofización cuando se le enviaron efluentes de la cuenca por el Tucutunemo. Fénix depura toda el agua residual y la saca por el Pao, lejos de Camatagua.
El liderazgo político	**Resultados medibles en un mandato.** Agua y saneamiento con crédito multilateral y licitaciones transparentes; el lago que deja de crecer; inversión privada histórica sin deuda pública para el campus; comida escolar, con cifras que se pueden mostrar al país y al mundo.
Los inversores	**Gigavatios en plazo, con un canon único y estable.** Mientras en Texas una cola de ~474 GW, en buena parte especulativa, está en auditoría y en España los permisos esperan, Venezuela ofrece energía disponible, un contrato único con el BOOT, pagos en el exterior y arbitraje internacional.
Los aliados internacionales	**Cómputo aliado en el hemisferio.** En el huso horario de la costa este de Estados Unidos, sin cargar sus redes y con instituciones de libre mercado.
La diáspora	**Trabajo de alta tecnología para volver a casa.** Ingenieros, técnicos y científicos venezolanos tienen un motivo concreto para regresar.
El mundo ambiental	**El único centro de datos que deja un lago más limpio.** Su calor evapora agua del lago en torres en lugar de calentarlo, y la purga se lleva sales que se convierten en fertilizantes.

La escalera de la libertad y la prosperidad

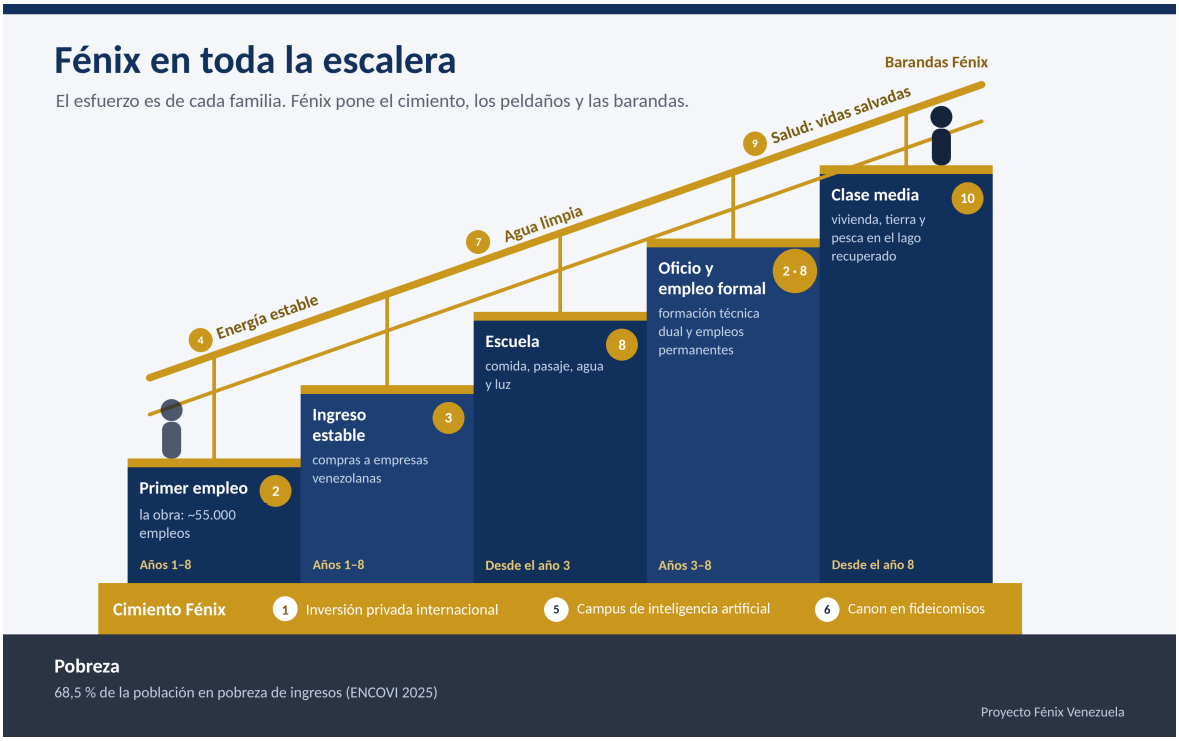
> ***Fénix es una escalera, no un ascensor. Nadie sube por ti, pero nadie debería tener que subir sin peldaños ni barandas. Fénix pone la escalera; el esfuerzo es tuyo, y vale la pena porque esta vez lleva a algún sitio.***

La pobreza no se supera con subsidios permanentes sino con ingresos propios: empleo, oficio, negocio. Ese esfuerzo es de cada familia y nadie puede hacerlo por ella. Pero el esfuerzo solo rinde si hay escalera: un niño sin comida no aprende, una madre que pasa horas buscando agua no puede trabajar, y sin luz no hay estudio ni empleo.

Por eso Fénix pone el cimiento, los peldaños y las barandas. Y quien no puede subir, por edad, enfermedad o discapacidad, no queda abajo: el agua continua, la electricidad estable y los familiares que ahora trabajan forman su red de apoyo. Cuando una familia sube, sube con los suyos.

Fénix no obliga a nadie a subir. Da las herramientas para que cada persona decida su camino y prospere por su propio esfuerzo: esa es la libertad que la escalera protege.

Los diez puntos del proyecto son también diez pasos de esa escalera, de la pobreza a la prosperidad, y van en este orden:



Fénix en toda la escalera. Cimiento: inversión, campus de inteligencia artificial y canon. Peldaños: empleo, ingreso, escuela, oficio y clase media. Barandas: energía, agua y salud.

Paso	Punto	Cuándo	Papel en la escalera
1	Inversión internacional	Preparación y año 0	Cimiento
2	Empleo y reactivación industrial	Años 1–8	Peldaño: primer empleo
3	Empresas venezolanas	Años 1–8	Peldaño: ingreso estable
4	Energía y estabilidad eléctrica	Años 3–8	Baranda
5	Campus de inteligencia artificial	400 MW en el año 3; 3 GW en el año 8	Cimiento: el motor que lo paga todo
6	Ingresos públicos sin impuestos nuevos	Desde el año 3; pleno en el año 8	Cimiento: financia peldaños y barandas
7	Agua limpia	Desde el año 2; completa hacia el año 6	Baranda
8	Educación	Desde el año 3, creciendo con el campus	Peldaños: escuela y oficio
9	Salud: vidas salvadas	Desde el año 2; pleno hacia el año 6	Baranda
10	Recuperación del Lago de Valencia	Deja de subir hacia el año 3; cota 408 hacia el año 18	Peldaño: tierra, vivienda y pesca

PUNTO 1

Inversión internacional de capital privado

> ***Una de las mayores inversiones privadas de la historia de Venezuela; deuda pública, declarada, solo para el agua y el saneamiento.***

Fénix moviliza **~41.000 M$ de inversión dentro de Venezuela**: ~3.800 M$ públicos de Fénix Esencial y ~37.500 M$ privados de Fénix Evolución, en obras, equipos instalados y empleo que se quedan en el país. Aparte, el operador del campus instala equipos de cómputo (chips, servidores y redes) por ~90.000–120.000 M$ en cada generación, importados y renovados cada 4–5 años. Se informan por separado porque su impacto en el país es pequeño:

Bloque	Quién invierte	Orden de magnitud
Fénix Esencial: ósmosis de 2,6 m^3/s (430), rehabilitación de la Alejo Zuloaga y del bombeo (200), depuradoras y colectores (2.240) y exportación del efluente al Pao (390)	Estado, con crédito multilateral; obra por licitación	~3.260 M$
Redes de distribución (347), medidores (149) y reasentamiento (40)	Fénix Esencial, en el mismo crédito	~540 M$
Generación y frío: solar flotante y en la orilla, ciclo combinado, La Cabrera, baterías, torres y ampliación de la línea de sales	Concesión BOOT	~10.500 M$
Edificios, distribución eléctrica y refrigeración interna del campus	Operador del campus	~27.000 M$
Inversión en el país		**~41.000 M$**
Equipos de cómputo: chips, servidores y redes (no se suman)	Operador del campus	~90.000–120.000 M$ por generación, importados

- **Deuda pública declarada:** el crédito de Fénix Esencial (~3.800 M$ al 5 % y 30 años, ~250 M$/año de cuota) lleva garantía soberana y exige regularizar antes los atrasos de Venezuela con la banca multilateral. Se paga con la tarifa y, cuando llega el canon, con el subsidio del fideicomiso de la cuenca.
- **Sin deuda pública para Fénix Evolución:** el BOOT y el campus se financian con capital privado, seguros de riesgo político (MIGA, DFC) y contratos bajo arbitraje internacional; el WACC del 8 % depende de obtenerlos.
- **Pasivos contingentes declarados:** la compra del excedente solar por el sistema eléctrico y la opción de recompra soberana ante cambios jurídicos. No son deuda,

pero comprometen al Estado y se publican.

- **Incluye el sismo:** sobrecosto del 12 % sobre la obra civil de Fénix Esencial y la mitad de la generación.
- **Activos y operadores separados:** Fénix Esencial, el BOOT y el campus van en vehículos distintos, cada uno con su balance, sus contratos y su financiación (ver 2.10). El retraso de uno no paraliza a los demás.
- **Condición para Evolución:** un contrato ancla con un operador de inteligencia artificial de primer nivel y una ley de Zona Económica Especial con estabilidad jurídica a largo plazo. Fénix Esencial no depende de ellos.

Edificios del campus a 9 $/W IT y equipos de cómputo a 30–40 $/W IT [ASUMIDO].

PUNTO 2

Empleo y reactivación industrial

> ***Decenas de miles de empleos y un motivo para que el talento regrese.***

Fuente de empleo	Puestos estimados
Construcción de Fénix Esencial, la generación y el campus	~55.000 en el pico de obra
Operación del campus y de la infraestructura	~3.000 permanentes
Obras y operación del fideicomiso de la cuenca	3.000–5.000 en obra durante 8–10 años; 1.200–1.800 permanentes
Pesca, agricultura y turismo en el lago recuperado	4.300–10.500
Empleo inducido por el gasto que liberan los hogares	10.000–30.000

- **Reactivación industrial:** construcción, montaje eléctrico, metalmecánica y servicios de la Región Central, cuya industria trabaja hoy al 51,7 % de su capacidad.
- **Talento que regresa:** casi 8 millones de venezolanos viven fuera; el proyecto ofrece empleo de alta tecnología en energía, agua y centros de datos con salarios internacionales.
- **Formación:** una nueva generación de técnicos formados en la obra y en la operación.

Las cifras de empleo son órdenes de magnitud y no se suman entre sí: los ~55.000 son trabajadores simultáneos en el pico de obra, no empleos-año; los ~3.000 son directos y permanentes; el resto es indirecto o inducido, sin un modelo de empleo neto que descarte la actividad desplazada. Las dos primeras se escalan con la inversión en el país [ASUMIDO]; un estudio económico regional las afinará.

PUNTO 3

Más oportunidades para empresas venezolanas

> ***10.000–12.000 M$ en compras a empresas venezolanas durante la construcción.***

El grueso del contenido local está en la obra civil, los montajes, las estructuras, los flotadores, las depuradoras, el transporte, la alimentación y los servicios. Los equipos de cómputo, que son la mayor parte de la inversión del operador, se importan.

- **Contenido local como criterio de adjudicación** en las licitaciones de Fénix Esencial y en los contratos de construcción del BOOT, sobre un mapa de proveedores venezolanos por sector, capacidad y calendario de compras que muestre qué parte de la cifra pueden atender.
- **Contratos de operación a 25–30 años:** depuradoras, mantenimiento, limpieza de paneles, servicios técnicos y logística.
- **Nuevas cadenas productivas:** fertilizantes del lago, agricultura en las tierras recuperadas y bajo la solar de la orilla, secado de granos con el calor del campus, pesca, comida escolar comprada a productores locales y turismo.
- **Agua y energía estables** para la industria de Carabobo y Aragua, que hoy pierde producción por los cortes.

PUNTO 4

Más energía y estabilidad eléctrica para el país

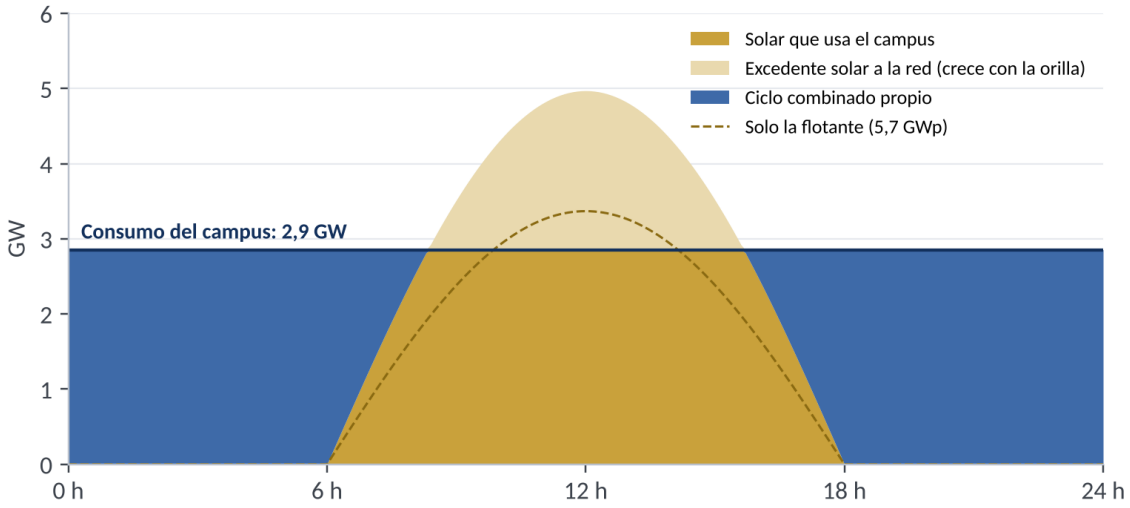
> ***El campus se abastece con su propia solar de día y su propio ciclo combinado de noche; el Guri queda de respaldo.***

En 2026 hay regiones con cortes de hasta 16 horas y los analistas estiman un déficit de generación de 3.000–4.000 MW, sobre todo en la punta de la noche. Por eso el campus no le pide potencia nocturna al país: de noche usa su propio ciclo combinado. De día, la solar cubre el campus y entrega su excedente a la red, y el Guri puede ahorrar agua para la noche de todos.

- **Solar flotante sobre ~10 % del lago** (5,7 GWp, ~42 km²), que crece con el campus. Se limita a ese tamaño porque retiene evaporación: así, lo que deja de evaporar el lago bajo los paneles lo evaporan las torres del campus, y la bajada del lago no se retrasa.
- **Solar en la orilla**: a medida que baja el lago, hasta ~2,7 GWp sobre el ~40 % de las tierras que emergen por encima de la cota 409,5, con agrivoltaica donde se pueda. Cuesta ~35 $/MWh, por debajo de los 40 $/MWh a los que se vende el excedente.
- **Excedente para la red:** ~3,7 TWh al año en régimen, con un pico de ~2,1 GW a mediodía, que llega poco a poco con la orilla y da tiempo a reforzar la red.
- **Ciclo combinado propio para la noche** (3.100 MW, ~55 % de factor de carga): ~14,9 TWh al año con ~255 millones de pies cúbicos diarios de gas, que requieren un suministro firme y dedicado. A medida que se recuperen el Guri y la red, parte de la noche puede venir de la hidroeléctrica: con un cuarto, el gas baja a ~195 MMpcd.
- **El Guri como respaldo** ante fallas del ciclo combinado o del gas, no como fuente diaria: la troncal de 765 kV no tiene que traer potencia nocturna al centro.
- **El ciclo combinado se construye por bloques con el campus.** En el año 3 la noche del primer bloque (400 MW) la cubre un primer bloque de ciclo combinado; los +160 MW de La Cabrera van a la red.
- **Gas incremental, no desviado:** el campus solo usa gas nuevo o gas que hoy se ventea o se quema en antorcha en oriente, ligado a la apertura gasífera. Nunca el gas que hoy alimenta a otras centrales del país.
- **La Cabrera en ciclo combinado:** la planta de Mariara (320 MW) produce +160 MW con el mismo gas.
- **Respuesta de demanda:** el campus reduce hasta el 30 % de su carga cuando el sistema lo necesita: 900 MW de consumo que se desconectan en minutos para evitar apagones. No es generación que se inyecta a la red, y su duración y sus horas al año

se pactan por contrato.

- **Baterías e inversores que forman red:** regulación de frecuencia, control de las rampas solares y estabilidad para integrar el excedente de mediodía.



Un día medio en régimen. La solar abastece al campus de día y entrega el excedente a la red; de noche, el campus usa su propio ciclo combinado. La línea discontinua es la solar flotante sola; el resto es la solar de la orilla.

PUNTO 5

Campus de inteligencia artificial

> ***Venezuela entra en la economía digital con un campus de 3 GW de cómputo.***

La energía, no los chips, decide hoy dónde se construye cómputo. En Texas hay unos 474 GW de solicitudes de conexión y las nuevas conexiones de centros de datos están en auditoría estatal, con esperas de años; en España, unos 12 GW con permiso esperan bajo nuevas restricciones.

Ubicación	Energía y frío por MWh IT	Plazo de conexión
Texas	~90–180 $ (centro ~130)	Cola de ~474 GW en auditoría
España	~140–240 $ (centro ~180)	Permisos bloqueados
Venezuela	135–150 $ (media ~142) de referencia, con el canon incluido	Primer bloque en ~3 años

Misma base en los tres casos: energía y refrigeración por MWh IT, sin los edificios, que el operador paga en cualquier ubicación. Referencia: la industria de Texas paga ~67 $/MWh en 2026 (EIA), ~80–95 $/MWh IT con un PUE de 1,2–1,4 antes de los equipos de frío y del costo de una conexión nueva; la industria electrointensiva española, ~71 €/MWh (AEGE, abril de 2026). Venezuela queda dentro del rango de Texas y por debajo de España; el tramo bajo de Texas es el de la red existente, que está en cola. La ventaja decisiva es el plazo [ASUMIDO].

- **Condiciones cómodas para el operador:** un solo contrato, con el BOOT; tarifa todo incluido en dólares, pagada en una cuenta en el exterior; sin contrato de pago con el Estado venezolano. El BOOT y el operador pactan la tarifa entre sí: los 135–150 $/MWh IT son la referencia del modelo.
- **Propuesta de valor:** gigavatios en plazo (cada año de espera cuesta al operador más que la diferencia de precio), un canon único y estable sin impuestos nuevos, y el único campus que deja un lago más limpio.
- **Comercialización:** un cliente ancla elegido entre pocos candidatos precalificados y, después, un remate competitivo del resto. El campus admite varios operadores, para no concentrar el riesgo en una sola empresa.
- **Conectividad:** un campus de 3 GW necesita conectividad internacional de primer nivel: al menos dos rutas de cable submarino, latencia baja hacia EE. UU. y centros de operación redundantes.
- **Talento:** empleo especializado, formación técnica y acceso a herramientas de inteligencia artificial para estudiantes.
- **Cómputo aliado:** el hardware es propiedad de un hiperescalador estadounidense o de un consorcio autorizado por Washington, con seguridad física auditada por EE.

UU. y sin acceso del Estado venezolano a los equipos ni a los datos. Así se encuadran las licencias de exportación de chips.

- **Condición:** licencias de exportación de chips y una alianza estratégica con Estados Unidos, con dictámenes jurídicos previos sobre controles de exportación, sanciones, propiedad de los equipos y protección de datos. La licencia no se da por supuesta.

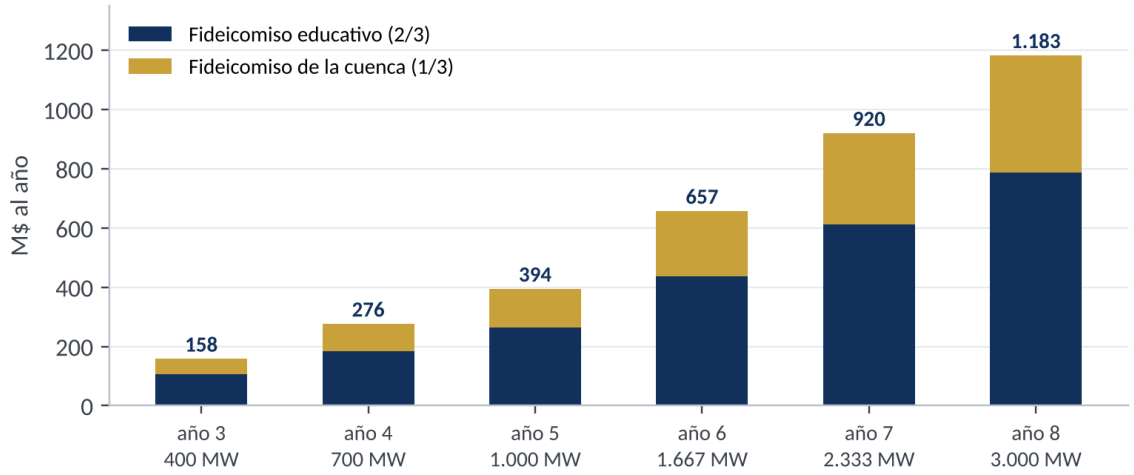
PUNTO 6

Ingresos públicos sin aumentar impuestos

> ***Hasta 1.183 M$ al año en régimen para educación y la cuenca, sin impuestos nuevos para el ciudadano.***

El BOOT paga al Estado un **canon del 30 % de su ingreso bruto, con un piso de 45 $/MWh** de capacidad contratada. El piso y el umbral de 150 $/MWh, a partir del cual el 30 % supera al piso, se indexan a la inflación de EE. UU. Si la tarifa baja, el Estado cobra el piso; si sube, el canon sube con ella. No se crean impuestos nuevos ni se cobra nada al ciudadano, y el canon no entra al presupuesto ordinario: va directamente a dos fideicomisos con fines fijados por ley.

Fideicomiso	En régimen (año 8)	Destino
Educación (2/3)	788 M$	Comida escolar focalizada, pasajes y formación técnica
Cuenca (1/3)	394 M$	Subsidio de la tarifa de Fénix Esencial (~140 M$), oxigenación, tierras recuperadas, pesca, monitoreo y reserva



El canon crece con el campus: 158 M$ con el primer bloque de 400 MW (año 3) y 1.183 M$ con los 3 GW (año 8), al piso de 45 $/MWh. Con tarifas de 175 o 200 $/MWh IT, el canon en régimen sube a 1.380 o 1.577 M$.

Efecto multiplicador. Entre el gasto del fideicomiso de la cuenca, el dinero que los hogares dejan de pagar por cisternas y botellones, y la nueva pesca, agricultura y turismo, cada año se generan **1.200–2.700 M$ de actividad económica**. Es un escenario, no un multiplicador demostrado: la mayor parte es renta que los hogares dejan de gastar en cisternas, no producción nueva, y falta un modelo de impacto regional que descuente el gasto desplazado y las importaciones.

- **Gobernanza:** fiduciario independiente, auditoría internacional, reglas de asignación blindadas por ley y un panel público de resultados.
- **Precedentes:** el fondo soberano de Noruega y los fondos del cobre de Chile.

PUNTO 7

Agua limpia para Valencia y Maracay

> ***Primero, agua limpia; después, a precio social.***

Fénix Esencial suma **~430.000 m³ al día** de agua limpia, de dos fuentes. Una planta de ósmosis inversa de 2,6 m³/s toma agua del fondo del lago y entrega ~220.000 m³/día desde el año 2. Y la potabilizadora Alejo Zuloaga, de ~8.000 L/s de diseño, que hoy procesa ~2.500 L/s, se rehabilita: limitada por el aporte natural del embalse Pao-Cachinche sin trasvase (~5.000 L/s, pendiente de confirmar), suma ~2.500 L/s más, de un embalse que ya no recibe agua del lago. Valencia y Maracay tienen déficit: la ósmosis complementa el agua del embalse, no la sustituye.

Entre los años 2 y 6 se cierra el bombeo de agua del lago al embalse Pao-Cachinche: el embalse del que bebe Valencia deja de recibir agua del lago. A 150 litros por persona y día, el agua adicional alcanza para ~2,2 millones de personas con un 25 % de pérdidas en la red, y para ~2,9 millones sin pérdidas.

Concepto	Hoy	Con Fénix
Lo que paga un hogar	30–73 $ al mes en cisternas y botellones, comprando solo ~12 m³	Con Esencial: ~12–16 $ por 12 m³ con la distribución. Con el canon: ~9 $ por 18 m³ en bloque (0,50 $/m³), ~14–20 $ con la distribución
Costo del m³	2,5–6 $	~0,73 $ en bloque con Esencial (0,15 de la producción actual + 0,58 de Esencial); 0,50 $ de media con el canon
De dónde bebe Valencia	Del embalse Pao-Cachinche, al que se bombean 3,2–5,3 m³/s de agua del lago	Del mismo embalse, ya sin agua del lago, con la potabilizadora rehabilitada, más la ósmosis
Agua continua	Solo el 19 % de la población del país	Con la red rehabilitada y los medidores

- **Calidad:** la ósmosis retira sales, cianotoxinas y microorganismos; el agua se remineraliza antes de llegar a la red. El embalse deja de recibir agua del lago; para que sea una fuente limpia falta tratar o desviar el efluente de la depuradora La Mariposa, que hoy también llega a él (pendiente de estudio).
- **El efluente no va al embalse:** con 1 mg/L de fósforo lo eutrofizaría, como ocurrió con Camatagua. Sale de la cuenca por el río Pao, aguas abajo del embalse.

- **Tanques en altura:** el agua sube fría a depósitos elevados y baja a la red por gravedad, con presión estable y reserva ante apagones.
- **Quién paga:** sin canon, el usuario paga el crédito con la tarifa. Todo se reparte sobre el agua en bloque de la cuenca (~610 hm^3/año): ~0,15 $/$m^3$ de la producción actual de la hidrológica, que ya existe, y ~0,58 $/$m^3$ de Fénix Esencial: 0,14 del agua nueva, 0,38 del saneamiento y 0,06 de las redes. En total ~0,73 $/$m^3$ en bloque; con el canon de Fénix Evolución baja a 0,50 $/$m^3$ de media hacia el año 5,1.
- **La tarifa paga el agua, no la distribución:** operar la red, cobrar y reducir pérdidas cuesta 0,3–0,6 $/$m^3$ más. Propuesta: la rehabilitación de redes y los medidores de Fénix Esencial se ejecutan con un contrato de gestión privada de la distribución, con un recibo único que integra el agua en bloque y la última milla.
- **Condición:** un ensayo piloto de 6–12 meses con agua real del lago, con análisis de mercurio, sílice y composición química, antes del diseño final de la ósmosis; el primer módulo lo confirma a escala real. Y la rehabilitación de las redes de distribución.

PUNTO 8

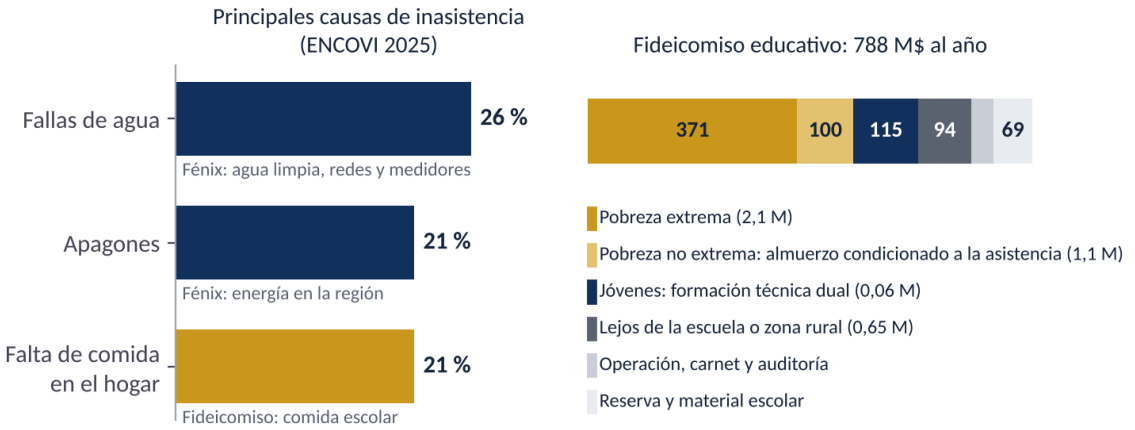
Educación: comida y transporte para los que más lo necesitan

> ***La inteligencia artificial alimenta y lleva a los niños a la escuela.***

El fideicomiso educativo es **nacional**: el canon de la concesión se reparte entre los ~6,5 millones de niños escolarizados del país, no solo los de la cuenca de ~4,5 millones de habitantes.

La Encuesta de Condiciones de Vida (ENCOVI 2025) muestra por qué los niños venezolanos faltan a clase: **fallas de agua (26 %), apagones (21 %) y falta de comida en el hogar (21 %)**. El transporte no figura entre las causas principales. Solo el 19 % de las escuelas del Programa de Alimentación Escolar sirve comida todos los días, y la cobertura educativa entre 3 y 24 años cayó al 64 %.

El Proyecto Fénix ataca las tres causas a la vez. El agua continua y la energía estable de la región resuelven las dos primeras; el fideicomiso educativo resuelve la tercera, y pone el foco en los niños que más lo necesitan:



Izquierda: principales causas de inasistencia (ENCOVI 2025). Derecha: reparto del fideicomiso educativo.

Grupo	Niños	Qué recibe	M$ al año
Pobreza extrema	2,1 M	Desayuno y almuerzo	371
Pobreza no extrema: almuerzo condicionado a la asistencia	1,1 M	Almuerzo	100
Jóvenes: formación técnica dual	0,06 M	Plaza de formación ligada a empleo	115
Lejos de la escuela o zona rural	0,65 M	Pasaje de ida y vuelta	94

Grupo	Niños	Qué recibe	M$ al año
Operación, carnet y auditoría	—	—	39
Reserva y material escolar	—	—	69
Total			**788**

- **Asistencia:** la comida se sirve en la escuela, así que funciona como incentivo directo para ir a clase.
- **Rendimiento escolar:** un niño que desayuna y almuerza, que tiene agua en la escuela y luz en casa para estudiar, aprende más. La evidencia internacional sobre alimentación escolar asocia estos programas con más asistencia y mejores resultados.
- **Foco en los que más lo necesitan:** desayuno y almuerzo para los niños en pobreza extrema, almuerzo condicionado a la asistencia para los niños en pobreza con riesgo de abandono y pasaje para quien vive lejos de la escuela. La focalización se hace por escuela y con el carnet del Dividendo Educativo.
- **Una escalera, no un subsidio permanente:** ~57.500 plazas al año de formación técnica dual ligada a los empleos del sistema (energía, agua, centros de datos). Cada ayuda tiene un criterio de salida, completar la secundaria o conseguir empleo, y el fideicomiso se mide por cuántos salen, no por cuántos reciben.
- **Pago por resultados:** el fideicomiso asigna por ley, con auditoría internacional, y paga por raciones efectivamente servidas, asistencia, menos abandono, formación terminada e inserción laboral, no por alumnos inscritos, sin penalizar a las escuelas que atienden a los niños con más dificultades.
- **Padrón antes de pagar:** las cifras por grupo aplican la pobreza nacional; el padrón real de beneficiarios se levanta por municipio, edad, situación socioeconómica y distancia a la escuela, y cada niño se cuenta una sola vez.
- **Si la comida cuesta más:** a 1,5 $/día por desayuno y almuerzo, el mismo presupuesto cubre ~1,4 millones de niños en pobreza extrema en lugar de 2,1; la reserva no alcanza para compensarlo [ASUMIDO].
- **Calendario:** el fideicomiso arranca en el año 3 con ~105 M$ y llega a 788 M$ con los 3 GW, en el año 8. Crece por tramos: primero desayuno y almuerzo en pobreza extrema; después el almuerzo condicionado, la formación técnica y el pasaje.

PUNTO 9

Salud: vidas salvadas

> ***Agua segura y saneamiento pueden salvar entre 54 y 180 vidas cada año en la cuenca.***

Con la tasa de mortalidad por agua y saneamiento inseguros que la Organización Mundial de la Salud estima para Venezuela, la cuenca pierde hoy **63–189 vidas al año**, sobre todo por diarreas en niños pequeños. Con agua potable y saneamiento completos, la tasa baja al nivel de Chile: **54–180 vidas salvadas cada año en régimen y 1.150–3.800 en los primeros 25 años**, porque el agua y el saneamiento de Fénix Esencial entran entre los años 2 y 6.

- **Menos enfermedades diarreicas**, sobre todo en niños pequeños.
- **Hospitales con agua:** hoy dos de cada tres hospitales del país tienen fallas en el suministro de agua.
- **Menos exposición** a cianotoxinas y a vectores de enfermedad en las orillas inundadas.
- **Menos gasto de los hogares:** las familias de la región gastan hoy 160–650 M$ al año en cisternas y botellones (equivale a que compre agua entre el 40 % y el 66 % de los hogares).
- **Menos horas cargando y almacenando agua**, una carga que recae sobre todo en mujeres y niños.
- **Medición:** población con agua continua, hogares conectados a saneamiento, calidad microbiológica del agua en escuelas y hospitales, enfermedades diarreicas y mortalidad atribuible, medidas antes y después de la puesta en marcha y publicadas por el fideicomiso.

Las vidas salvadas son un escenario, no una medición: parten de la tasa nacional de 2016 y de la de Chile, porque la cuenca no tiene un registro propio de muertes por agua. Se confirman con la línea base epidemiológica. El capítulo 2 detalla el método.

PUNTO 10

Recuperación ambiental del Lago de Valencia

> ***El lago deja de crecer, se limpia y devuelve sus tierras.***

El lago está por encima de la cota 414 y sigue subiendo unos 20 cm al año. Con Fénix Esencial sube todavía unos 0,5 m (~560 ha más bajo el agua) y **deja de subir hacia el año 3**. Después baja ~0,45 m al año y vuelve a la **cota de seguridad de 408 hacia el año 18**, donde se mantiene. Fénix Evolución no la retrasa: sus torres evaporan lo que retiene la solar flotante.

- **Saneamiento:** depuradoras para toda el agua residual que llega al lago, con eliminación de nitrógeno y fósforo, construidas por Fénix Esencial entre los años 2 y 6. El fósforo de origen urbano baja un 87 %; quedan la escorrentía agrícola y el que liberan los sedimentos, que ataca la oxigenación.
- **Exportación del efluente:** ~14 m^3/s de agua depurada, el 90 % del efluente, salen de la cuenca por el río Pao, aguas abajo del embalse: es lo que baja el lago.
- **Sales:** ~180 kt al año retiradas: ~130 de la ósmosis y ~50 de la purga de las torres del campus, convertidas en su mayoría en fertilizantes. La salinidad sube mientras baja el volumen, hasta ~2,2 g/L hacia el año 19, y después baja.
- **Calor sin pluma caliente:** el campus disipa su calor en torres que evaporan agua del lago; el agua que vuelve no calienta el lago ni favorece floraciones.
- **Oxígeno para el fondo del lago:** corta los malos olores y retiene el fósforo en los sedimentos.
- **Fin de las inundaciones** en Mariara, Los Guayos, Paraparal y el resto de la costa sur, una vez que el lago empieza a bajar; hasta entonces, protección temporal de orillas y prioridad de reasentamiento.
- **~8.100 hectáreas vuelven a emerger:** humedal natural entre las cotas 408 y 409,5; por encima, vegetación nativa contra el polvo, parques, ~40 % para solar con agrivoltaica donde se pueda, y barrios por encima de la cota 411, con prioridad para las familias que perdieron su casa.
- **Las tierras tienen dueño antes de tener uso:** registro de titularidad, derechos de los antiguos propietarios e indemnizaciones pendientes, situación de ocupantes y arrendatarios, remediación de suelos y protección de humedales, con participación de las comunidades. El reasentamiento se somete a una valoración social independiente.

- **Pesca recuperada:** 2.000–8.000 toneladas al año posibles, con control sanitario del pescado.

> **Círculo virtuoso.** Cuanto más limpio el lago, más barato resulta operar todo el sistema. El efecto se consolida en 10–30 años, porque los sedimentos liberan fósforo durante décadas; la oxigenación acorta ese plazo.

Lo que se logra en un mandato

Un mandato presidencial dura seis años. Si la financiación de Fénix Esencial y el contrato ancla se cierran a la vez, esto es lo que Fénix entrega dentro de él:

Cuándo	Qué se ve
Años 0–2	Crédito multilateral y licitaciones de Fénix Esencial; ley de Zona Económica Especial y fideicomisos aprobados; línea base sanitaria y campaña de datos del lago; obra en marcha, con decenas de miles de empleos
Año 2	Ósmosis de 2,6 m^3/s para Valencia y Maracay; empiezan las depuradoras, el cierre del bombeo y la exportación del efluente; el lago deja de subir hacia el año 3
Año 3	+160 MW de La Cabrera en ciclo combinado; primer bloque comercial de 400 MW del campus; arranca el canon (158 M$ al año) y la tarifa empieza a bajar
Año 6	Fénix Esencial completo: depuración del 100 %, embalse sin agua del lago y ~14 m^3/s de efluente al Pao; tarifa de 0,50 $/$m^3$; campus de ~1.700 MW; canon de 657 M$ al año: 438 M$ para educación, que alcanza para desayuno y almuerzo de los 2,1 millones de niños en pobreza extrema, y 219 M$ para la cuenca

El siguiente gobierno recibe el motor en régimen: 3 GW en el año 8, canon pleno de 1.183 M$ al año y el lago en la cota 408 hacia el año 18. Con la transición en curso, el año 0 caería hacia 2028, los 3 GW hacia 2036 y la cota 408 hacia 2046 [estimación].

Condiciones de éxito

Un proyecto creíble dice de qué depende. Estas son las condiciones que sostienen sus cifras:

- **Para Fénix Esencial:** crédito multilateral con garantía soberana, que exige regularizar antes los atrasos de Venezuela con el BID, la CAF y el Banco Mundial; licitaciones públicas, transparentes y conformes a la ley.
- **Contrato ancla para Fénix Evolución** con un operador de inteligencia artificial de primer nivel, que además sostenga su propia inversión en equipos (~90.000–120.000 M$ por generación, renovados cada 4–5 años). Sin él no hay canon, pero Fénix Esencial sigue.
- **Marco legítimo y estable:** la concesión, la ley de Zona Económica Especial y los fideicomisos se aprueban por instituciones democráticas, para que ningún cambio posterior pueda impugnarlos.
- **Licencias y garantías:** exportación de chips, seguros de riesgo político y arbitraje internacional.
- **Diseño sísmico:** el doblete sísmico del 24 de junio de 2026 (M7,2 y M7,5, más de 6.000 fallecidos según el balance oficial de agosto de 2026) tuvo su epicentro principal en el occidente de Carabobo. El sobrecosto del 12 % sobre la obra es un supuesto de diseño, no un resultado geotécnico: lo sustituye el estudio de amenaza, licuefacción, asentamientos y cimentaciones de los suelos lacustres, también para los barrios nuevos sobre la cota 411 y la solar de la orilla.
- **Calidad del agua del lago:** mercurio, sílice y composición química por confirmar con un piloto y una campaña de datos; también la recuperación del 95 % de la ósmosis y los ciclos de concentración de las torres.
- **Balance hídrico mensual:** la bajada del lago se confirma con un modelo mensual y plurianual, con sequías, años húmedos, fallas de la ósmosis y retrasos de las depuradoras.
- **El embalse sin trasvase y el río Pao:** confirmar cuánto rinde el Pao-Cachinche sin el agua del lago, el caudal real del trasvase, qué parte de las aguas residuales de Valencia llega al embalse por La Mariposa, y que el río Pao admite el efluente sin reingresar a la cuenca ni dañar los usos del embalse Pao-La Balsa.
- **Gas incremental para la noche:** gas nuevo o hoy venteado, nunca el de otras centrales; suministro firme y dedicado de ~255 millones de pies cúbicos diarios para el ciclo combinado, menos a medida que se recupere la hidroeléctrica; acuerdo de respaldo con el Guri.

- **Red eléctrica:** estudio de estabilidad, inversores que forman red y compensadores síncronos para integrar ~2 GW de excedente solar a mediodía, y un comprador del excedente con contrato de largo plazo.
- **Calendario:** el canon y los beneficios del campus crecen con él; las cifras de régimen llegan con los 3 GW, hacia el año 8.
- **Redes de agua rehabilitadas** y operadas por la hidrológica, para que el agua llegue a la llave todos los días; la tarifa paga el agua en bloque, no la distribución.
- **Fertilizantes:** con los precios de 2026, la venta de sales cubre ~80 % de su costo; la diferencia es un costo del saneamiento.

Consejo de Validación Independiente

Para que ninguna cifra dependa de la palabra de su autor, el proyecto propone un consejo de expertos independientes que publique un dictamen técnico, financiero y social **antes de cualquier licitación**.

Área	Qué valida
Limnología y calidad del agua	Diagnóstico del lago, mercurio, oxigenación, pesca, río Pao
Sistemas eléctricos	Integración con la red nacional, Guri, La Cabrera, estabilidad
Desalinización y tratamiento	Ósmosis, Alejo Zuloaga, depuradoras, aprovechamiento de sales
Salud pública	Línea base sanitaria y vidas salvadas
Sismología y geotecnia	Amenaza sísmica y suelos de las orillas
Finanzas de proyecto y banca multilateral	Crédito de Fénix Esencial, estructura BOOT, canon, garantías
Derecho de inversión y arbitraje	Ley de Zona Económica Especial y contratos
Gobernanza y transparencia	Reglas y auditoría de los fideicomisos
Comunidades del lago	Reasentamiento, tierras recuperadas, pescadores
Educación	Uso del fideicomiso educativo e indicadores

Hoja de ruta

Hito	Contenido
Preparación	Consejo de validación, ensayo piloto y campaña de datos del lago, cartas de intención con operadores, diseño de la ley y de los fideicomisos
Gobierno electo, primeros 100 días	Gestión del crédito multilateral y licitaciones de Fénix Esencial; ley de Zona Económica Especial y fideicomisos listos para su aprobación; convocatoria al cliente ancla
Años 2–6: Fénix Esencial	Ósmosis de 2,6 m^3/s en el año 2; rehabilitación de la Alejo Zuloaga, cierre del bombeo, depuradoras y exportación del efluente al Pao en rampa
Año 3: primer bloque	Primer bloque comercial de 400 MW, energizado por módulos: el primero (~50 MW) valida el lazo térmico y las torres antes de cargar el resto; arranca el canon
Años 3–8: Fénix Evolución	Ampliación por bloques hasta 3 GW; con cada bloque crecen el canon, la solar flotante, el ciclo combinado y las torres; la solar de la orilla avanza a medida que baja el lago
Régimen	Fideicomisos plenos desde el año 8; el lago deja de subir hacia el año 3 y llega a la cota 408 hacia el año 18

Un país que renace

El fénix renace de sus propias cenizas. El Lago de Valencia es hoy el mayor pasivo ambiental del país: inunda a sus comunidades, contamina su agua y acumula pérdidas humanas, materiales y ambientales incontables. El Proyecto Fénix lo convierte en el motor de la reconstrucción: agua limpia para Valencia y Maracay, energía para la Región Central, vidas salvadas, un lago que vuelve a ser de su gente y comida y transporte para los niños que más lo necesitan.

El agua y el saneamiento, con crédito multilateral y licitaciones transparentes. El campus, con capital privado, reglas claras y fideicomisos independientes, sin deuda pública.

> ***El motor existe y está calculado. La Venezuela libre decide cuándo arranca.***

CAPÍTULO 2

Dossier técnico-financiero del Sistema SEL

Fénix Esencial, agua y saneamiento de la cuenca, y Fénix Evolución, un campus de inteligencia artificial de 3 GW: refrigeración, agua potable, retirada de sales, control de la cota, saneamiento, energía y financiación.

Convenciones

- [DATO] fuente externa · [ASUMIDO] supuesto a validar · [CALC] resultado del modelo · [USUARIO] decisión del promotor.
- Caudales en m^3/s medios anuales salvo que se indique "nominal" (100 % de carga). Potencias en MW; calor en MWt.
- Costos en millones de dólares (M$). TAC: costo anual total, es decir, capital anualizado más operación.
- Base financiera: Fénix Esencial, crédito multilateral al 5 % y 30 años; Fénix Evolución, WACC 8 % y 25 años (factor de recuperación de capital 0,0937), factor de planta 92 %. El WACC del 8 % depende de seguros MIGA/DFC; se da la sensibilidad al 12 %.
- Todas las cifras proceden de un modelo paramétrico propio. Exactitud de costos unitarios: ±30 %. Los años de Fénix Esencial se cuentan desde el cierre de su financiación y los de Fénix Evolución desde la firma del contrato ancla; salvo que se indique, se suponen coincidentes.

2.1 Resumen ejecutivo

El Sistema SEL tiene dos partes con activos y operadores separados. **Fénix Esencial** recupera el agua y el saneamiento de la cuenca con cuatro obras y las redes, financiadas por el Estado con crédito multilateral y ejecutadas por empresas privadas: una ósmosis inversa que complementa el agua de Valencia y Maracay, la rehabilitación de la potabilizadora Alejo Zuloaga con el cierre del bombeo del lago al embalse, depuradoras para toda el agua residual y la exportación del efluente depurado al río Pao. Eso basta para que el lago deje de subir y vuelva a la cota 408. **Fénix Evolución** suma un campus de inteligencia artificial de 3 GW. Una concesión privada (BOOT) le vende electricidad y frío, disipa el calor en torres con agua del lago y paga un canon que subsidia la tarifa de Esencial y financia la educación.

Indicador	Valor	Estado
Fénix Esencial: inversión	~3.800 M$: ósmosis 430, Alejo Zuloaga 200, depuradoras 2.240, exportación 390, redes, medidores y reasentamiento 540	[CALC] + [ASUMIDO]
Fénix Esencial: costo anual	~353 M$/año (cuota del crédito ~247); tarifa en bloque ~0,73 $/m³ sobre ~610 hm³/año: producción actual de la hidrológica ~0,15 + Fénix Esencial ~0,58	[CALC] + [ASUMIDO]
Agua limpia adicional	~430.000 m³/día: ósmosis 220.000 + Alejo Zuloaga 220.000; 2,2–2,9 millones de personas	[CALC]
Cota del lago	414,5 → 408 m hacia el año 18; deja de subir hacia el año 3 (máximo 415,0 m); Evolución no la retrasa	[CALC]
Exportación del efluente al Pao	~13,9 m³/s, el 90 % del efluente, en rampa entre los años 2 y 6	[USUARIO] + [CALC]
Sales retiradas	~180 kt/año: ósmosis 130 y purga de las torres 50	[CALC]
Fénix Evolución: campus	3.000 MW IT; 400 MW en el año 3, 1 GW en el año 5, 2 GW en el año 6,5 y 3 GW en el año 8	[USUARIO]
Energía del campus	Solar flotante de 5,7 GWp y hasta 2,7 GWp en la orilla; ciclo combinado de 3.100 MW de noche; 50,4 $/MWh	[USUARIO] + [CALC]
Calor	2.850 MWt medios: torres 1.940, línea de sales 820, usos agrícolas e industriales 100; evaporan 0,91 m³/s del lago	[CALC]
Canon	30 % del ingreso bruto del BOOT con piso de 45 $/MWh, indexados a la inflación de EE. UU.: 1.183 M$/año (788 educación + 394 cuenca)	[USUARIO] + [CALC]
Tarifa con el canon	0,50 $/m³ de media desde el año 5,1: el fideicomiso de la cuenca pone ~139 M$/año	[USUARIO] + [CALC]
Inversión privada	~37.500 M$ (BOOT ~10.500, edificios del campus ~27.000); equipos de cómputo ~90.000–120.000 M$ por generación, aparte	[CALC] + [ASUMIDO]
Vidas salvadas	54–180 al año en régimen en la cuenca; 1.150–3.800 en 25 años	[CALC]

Lectura. Fénix Esencial cierra solo: con crédito multilateral, el agua y el saneamiento cuestan ~0,73 $/m³ en bloque, menos de la mitad de lo que pagan hoy los hogares en cisternas, y el lago vuelve a la cota 408 hacia el año 18. Fénix Evolución no es necesario para el lago: aporta el canon, que lleva la tarifa a 0,50 $/m³, la educación y la energía. El BOOT produce a ~49 $/MWh IT y, con la tarifa de referencia, le queda una renta de ~1.250 M$/año después del canon. La ingeniería cierra en prefactibilidad con balances anuales que deben confirmarse con un balance hídrico mensual, el ensayo piloto y el estudio del río Pao. La viabilidad de Evolución depende del contrato ancla, del gas, del comprador del excedente solar y de las licencias de chips.

2.2 Bases de diseño

Parámetro	Valor	Estado
Área y volumen del lago	406 km² a 414,5 m; 12,5 km²/m; 6,3 km³ a 405 m	[DATO] + [ASUMIDO]
Subida actual de la cota	0,20 m/año; evaporación neta 0,70 m/año	[ASUMIDO]
Salinidad del lago	1,64 g/L; composición iónica por confirmar	[ASUMIDO]
Aguas residuales que llegan al lago	~360 hm³/año sin tratar (2017); con el agua adicional de Esencial, ~490 hm³/año a depurar	[DATO] + [CALC]
Retorno del agua entregada	80 % vuelve al lago como agua residual	[ASUMIDO]
Trasvase lago → Pao-Cachinche	3,2–5,3 m³/s según la fuente (el modelo usa 3,2); se cierra	[DATO]
Alejo Zuloaga	~8.000 L/s de diseño; procesa hoy ~2.500; el embalse sin trasvase rinde ~5.000 L/s (rango 4.000–6.000); rehabilitación ~200 M$ (rango 100–300) y 0,08 $/m³	[DATO] + [ASUMIDO]
Ósmosis de Esencial	2,6 m³/s de toma a −30 m; recuperación del 95 %; sin calor del campus: 430 M$ con línea de sales de compresión mecánica de vapor (140 M$, ~10 MWe)	[USUARIO] + [CALC]
Exportación del efluente	90 % del efluente al río Pao, aguas abajo del Pao-Cachinche; rampa años 2–6	[USUARIO]
Depuradoras y colectores	~700 $ por m³/día de capacidad con remoción de nutrientes (+33 % en sensibilidad); efluente con 10 mg/L de nitrógeno y 1 mg/L de fósforo	[ASUMIDO]
Crédito de Fénix Esencial	5 % y 30 años, con garantía soberana; alternativa privada al 12–15 %	[USUARIO]

Parámetro	Valor	Estado
Base del recibo	Todo el agua en bloque de la cuenca (~610 hm^3/año); producción actual de la hidrológica a ~0,20 $/$m^3$ (rango 0,15–0,30) sobre el agua que ya produce	[USUARIO] + [ASUMIDO]
Servidores	Refrigeración líquida directa; refrigerante a 45 °C de entrada y ~55 °C de salida, sin enfriadoras	[DATO]
Factor de planta y PUE	92 % y PUE 1,034: 25,0 TWh en la cerca al año; 2,85 GW medios	[ASUMIDO]
Torres del campus	Agua del lago; bulbo húmedo de diseño 24,5 °C, agua fría a 30,5 °C; 85 % del calor como evaporación; 4 ciclos de concentración (limitados por la sílice); ~0,10 M$/MWt	[ASUMIDO]
Solar	Flotante 5,7 GWp a 0,65 $/Wp, que retiene ~0,21 m^3/s de evaporación por GWp; orilla hasta 2,7 GWp a 0,50 $/Wp y 1,2 ha/MWp, en el 40 % de la tierra emergida sobre la cota 409,5; 1.650 kWh/kWp	[USUARIO] + [ASUMIDO]
Ciclo combinado	3.100 MW a 1.000 $/kW y 5,9 MMBtu/MWh; gas a 3 $/MMBtu; sus torres evaporan ~0,30 m^3/s	[ASUMIDO]
Excedente solar	Vendido a 40 $/MWh al sistema eléctrico	[ASUMIDO]
Tarifa de referencia del BOOT	135 / 150 / 140 $/MWh IT por GW (media ~142), energía y frío, sobre capacidad; la pactan el BOOT y el operador	[USUARIO]
Canon	30 % del ingreso bruto con piso de 45 $/MWh; piso y umbral de 150 $/MWh indexados a la inflación de EE. UU.; 2/3 educación, 1/3 cuenca	[USUARIO]
Tarifa media del agua con el canon	0,50 $/$m^3$; bloque vital de 10 m^3/mes a 0,30 $/$m^3$ y 0,75 $/$m^3$ por encima	[USUARIO]
Sobrecosto sísmico	+12 % sobre el CAPEX de obra, tras el doblete del 24-jun-2026; supuesto hasta el estudio geotécnico	[USUARIO]

2.3 Arquitectura del sistema

Dos sistemas comparten el lago como fuente, sumidero y objeto de recuperación, con activos, operadores y financiación separados:

- **Fénix Esencial (público, ejecutado por privados):** ósmosis de 2,6 m^3/s con su línea de sales; rehabilitación de la Alejo Zuloaga y del bombeo Cachinche, con el cierre del bombeo del lago al embalse; depuradoras y colectores para toda el agua residual;

conducción del efluente al río Pao.

- **Fénix Evolución, el BOOT (privado):** solar flotante y en la orilla, ciclo combinado, La Cabrera, baterías e interconexión; refrigeración del campus con torres sobre agua del lago; ampliación de la línea de sales para su purga. Vende electricidad y frío al operador del campus y el excedente solar a la red.
- **Fénix Evolución, el campus (privado):** 3 GW IT con refrigeración líquida directa; las unidades de distribución de refrigerante transfieren el calor al lazo de instalación (33 → 52 °C), que enfría el BOOT.
- **Interfaces:** el BOOT cede sin costo el calor residual a la línea de sales de Esencial, que deja la compresión mecánica de vapor, y a usos agrícolas e industriales; envía la purga de sus torres a la línea de sales. Una autoridad de cuenca asigna las cuotas de toma, vertido y exportación y vigila la cota y la salinidad.

Decisiones de diseño

- La ósmosis complementa el agua del embalse, no la sustituye: Valencia y Maracay tienen déficit. Lo que baja el lago es la exportación del efluente, no la ósmosis.
- El efluente no va al embalse Pao-Cachinche: con 1 mg/L de fósforo lo eutrofizaría, como ocurrió con Camatagua. Va al río Pao aguas abajo del embalse.
- El calor del campus no va al lago: las torres lo disipan evaporando agua del lago, lo que baja la cota en lugar de calentarlo.
- La solar flotante se limita a 5,7 GWp, lo que retiene de evaporación lo mismo que evaporan las torres: Evolución es neutra para la cota. La solar nueva va a la orilla, que no evapora del lago. Con 16,5 GWp flotantes, la cota 408 se retrasaría al año 27.
- Activos separados: el BOOT no compra la deuda ni los activos de Esencial. Cambiaría crédito al 5 % por capital al 12–15 % y mezclaría el riesgo de una tarifa regulada con el de un contrato en dólares. El vínculo entre ambos es solo financiero: el fideicomiso de la cuenca.
- La licitación de Esencial no exige capacidad para escalar a Evolución: reduciría la competencia y ataría el agua a un inversor. Evolución se licita aparte, cuando haya contrato ancla.

2.4 Refrigeración y balance térmico

Destino del calor (medias anuales, 3 GW)	MWt	Detalle
Torres evaporativas con agua del lago	1.940	Lazo de instalación 52 → ~35 °C; agua de torres 30,5 → ~46 °C; evaporan 0,68 m^3/s
Línea de sales (Esencial y purga de torres)	820	Evaporador de baja temperatura a ~46 °C: evapora el concentrado de la ósmosis (0,11 m^3/s) y la purga de las torres (0,23 m^3/s)
Usos agrícolas e industriales	100	Secado de granos, café y cacao, invernaderos, acuicultura y precalentamiento industrial, a ~55–58 °C [ASUMIDO]
Total	**2.850**	2,85 GW medios del campus con PUE 1,034

Agua que sale del lago por el calor: **0,91 m^3/s** (0,68 evaporados en las torres y 0,23 de purga evaporada en la línea de sales), con ~47 kt de sal al año. Cada MWt cedido a usos externos evapora ~0,35 L/s menos: con 100 MWt, ~0,035 m^3/s, que no compiten con la cota. El orden es una cascada de mayor a menor temperatura: usos externos a ~55–58 °C, línea de sales a ~46 °C y torres hasta ~30 °C.

Inversión del BOOT en refrigeración: torres, bombeo e intercambiadores ~290 M$ y ampliación de la línea de sales ~170 M$ [ASUMIDO]. Con el calor del campus, la línea de sales de Esencial cambia la compresión mecánica de vapor por evaporación térmica y ahorra ~10 MWe.

Sin pluma caliente

El agua que vuelve al lago sale de las torres a ~30 °C, cerca de la temperatura del lago, o no vuelve, si la purga va a la línea de sales. Desaparecen la pluma de ~40 °C, la zona de mezcla y el riesgo de floraciones de cianobacterias por calor. Las torres no pueden enfriar por debajo del bulbo húmedo; por eso los usos externos del calor no bajan más la temperatura del agua, solo la evaporación.

Riesgos: la sílice limita los ciclos de concentración y puede exigir ablandamiento o antiincrustante; la química del lago se confirma con el ensayo piloto. El primer módulo del campus (~50 MW) opera el tren térmico completo a escala real antes de cargar el resto. El diseño ejecutable requiere el diagrama P&ID; con caudales, temperaturas, presiones y pérdidas de carga.

2.5 Agua potable y tratamiento

Ósmosis de Fénix Esencial

- Toma hipolimnética a −30 m (2,6 m^3/s): retira agua anóxica rica en nutrientes, una técnica reconocida de restauración de lagos.
- Stripping de H2S y ultrafiltración, con carbón activo en el gas para evitar emisiones de mercurio.
- Retirada de calcio y control de sílice: ablandamiento cáustico aprovechando la alcalinidad natural, catiónica débil regenerada con ácido o desilicación entre etapas. Se decide con el piloto.
- Acidulación con H2SO4 y ósmosis inversa al 95 %; pulido de mercurio en el concentrado (precipitación con sulfuro y resina quelante de tiol, ≥ 98 % de retirada).
- Línea de sales: el concentrado (~0,13 m^3/s, ~130 kt de sal al año) no vuelve al lago; se cristaliza en fertilizantes. Sin el campus, con compresión mecánica de vapor; con el campus, con su calor.
- Remineralización y conducción a las redes de Valencia y Maracay hasta tanques en altura, desde los que el agua baja a la red por gravedad [ASUMIDO].

Alejo Zuloaga y embalse Pao-Cachinche

- Rehabilitación de la planta (~8.000 L/s de diseño) y del bombeo Cachinche: ~200 M$ [ASUMIDO, rango 100–300; la rehabilitación de 2018 costó ~50 M$].
- El embalse, sin el agua del lago, rinde ~5 m^3/s [ASUMIDO, rango 4–6; en estiaje su aporte natural no supera ~5]: la planta pasa de ~2,5 a ~5,0 m^3/s.
- Agua adicional total: ~430.000 m^3/día. El agua nueva cuesta ~0,82 $/$m^3$ la de la ósmosis y mucho menos la de la planta rehabilitada; repartida sobre toda el agua de la cuenca, ~0,14 $/$m^3$.
- Pendiente de estudio: qué parte de las aguas residuales de Valencia llega al embalse por la depuradora La Mariposa y no al lago, y su saneamiento.

Corrientes de Fénix Esencial (medias anuales)

Corriente	m^3/s
Toma de la ósmosis −30 m	2,60
Agua potable de la ósmosis	2,52
Concentrado a la línea de sales	0,13
Agua potable adicional de la Alejo Zuloaga	2,50
Trasvase del lago al embalse que se cierra	3,20

Corriente	m³/s
Agua residual a depurar	15,43
Efluente exportado al río Pao (90 %)	13,89

2.6 Cota, sales y recuperación del lago

Bajar de 414,5 a 408 m exige evacuar 2,38 km³. A eso se suma el excedente natural del lago, que pasa de 2,58 m³/s hoy a 4,38 m³/s a la cota 408, porque un lago más pequeño evapora menos.

Balance en régimen (m³/s)	Extracción (+) o aporte (−)
Fénix Esencial: exportación del efluente al Pao	+13,89
Fénix Esencial: ósmosis, neta del 80 % que vuelve como agua residual	+0,58
Fénix Esencial: cierre del trasvase (el lago deja de perderlo)	−3,20
Fénix Esencial: retorno del agua adicional de la Alejo Zuloaga	−2,00
Neto de Fénix Esencial	**+9,27**
Fénix Evolución: torres y purga	+0,91
Fénix Evolución: torres del ciclo combinado	+0,30
Fénix Evolución: evaporación retenida por la solar flotante	−1,21
Neto de Fénix Evolución	**0,00**

- Con la rampa de las obras entre los años 2 y 6, el lago sube todavía 0,5 m, deja de subir hacia el año 3 y llega a 408 hacia el año 18. Después, la exportación se reduce a lo que mantiene la cota.
- La ósmosis casi no baja el lago: el 80 % del agua que entrega vuelve como agua residual. Lo que baja el lago es sacar de la cuenca el efluente depurado.
- Evolución es neutra para la cota: lo que evaporan sus torres y el ciclo combinado compensa lo que retienen los 5,7 GWp flotantes. La solar de la orilla no afecta al lago.
- Límite del diseño: la exportación usa el 90 % del efluente (13,9 de 15,4 m³/s), con poco margen para reúso.
- Este balance es anual. Antes de la financiación se reconstruye mes a mes, con sequías, años húmedos, fallas de la ósmosis y retrasos de las depuradoras. Hasta entonces, la bajada del lago es un resultado de modelo, no una garantía.

El río Pao, el punto más vulnerable

Fénix Esencial envía al Pao ~14 m^3/s de efluente depurado, casi tres veces el rendimiento natural que se supone para el Pao-Cachinche (~5 m^3/s): aguas abajo del embalse, el río pasaría a ser sobre todo efluente. A 1 mg/L, ese caudal lleva ~440 t de fósforo al año; por comparación, el trasvase al Tucutunemo se descartó porque ~3,5 m^3/s llevarían ~110 t a Camatagua. Con un terciario más estricto, de 0,1–0,3 mg/L, quedan ~45–130 t.

Si el Pao admite menos: ósmosis que sustituye importación

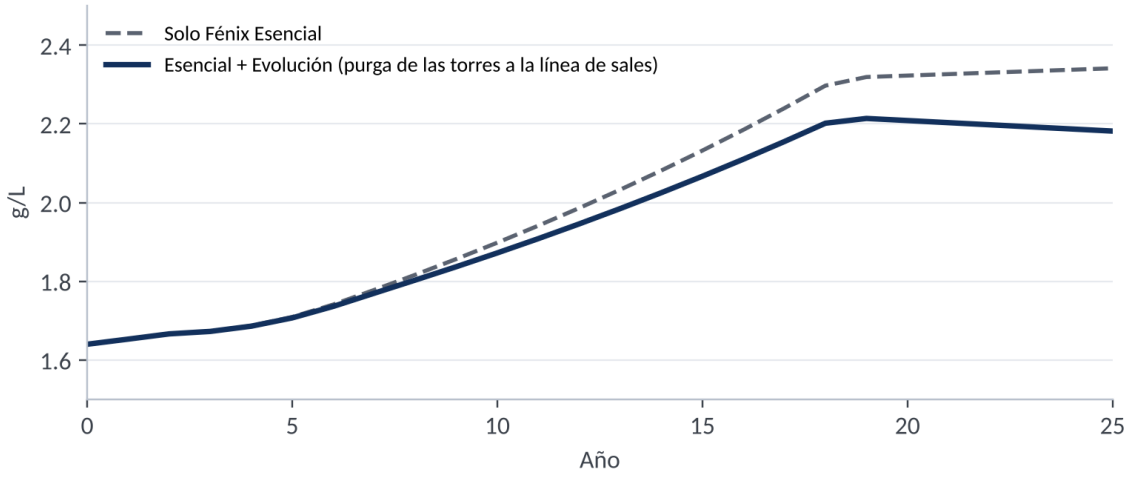
Exportación al Pao	Con la ósmosis de 2,6 m^3/s	Ósmosis adicional para llegar a 408 hacia el año 18	Inversión adicional	Tarifa en bloque
8,0 m^3/s	se estanca hacia la cota 411,6	5,9 m^3/s	~970 M$	~0,97 $/$m^3$
10,0 m^3/s	no llega a 408 en 40 años	3,9 m^3/s	~640 M$	~0,89 $/$m^3$
12,0 m^3/s	cota 408 hacia el año 25	1,9 m^3/s	~310 M$	~0,81 $/$m^3$
13,9 m^3/s	cota 408 hacia el año 18	0,0 m^3/s	—	~0,73 $/$m^3$

La ósmosis adicional sustituye agua que hoy se importa de otras cuencas, por eso cuenta entera como extracción: la región recibe la misma agua, pero sacada del lago. Hoy la región importa ~10,1 m^3/s de otras cuencas [ASUMIDO; desglose por sistema pendiente]; la sustitución no puede salir de la Alejo Zuloaga, que se rehabilita, así que el margen es lo que queda: ~5,1 m^3/s. Con 8 m^3/s de exportación, los ~5,9 m^3/s necesarios superan ese margen, y hay que combinar la ampliación con un plazo más largo. Su costo se estima a ~0,82 $/$m^3$, sin descontar lo que se ahorra en la importación. La ósmosis es así la cobertura del riesgo del Pao: si el río admite menos, se amplía la ósmosis o se acepta un plazo más largo.

- Pendiente de estudio antes de la financiación: caudal natural del Pao y de sus afluentes; usos del embalse Pao-La Balsa, aguas abajo, y de cualquier sistema de abastecimiento que se alimente del río; capacidad de autodepuración; costo del terciario estricto.
- Si el Pao no admite el caudal previsto, la exportación se reduce y la bajada del lago se alarga; las alternativas son el terciario estricto, el reúso industrial y agrícola del efluente y repartir la exportación entre varios cauces.
- El efluente va al Pao, no al Tucutunemo: el trasvase de Taiguaiguay al Tucutunemo se suspendió por la eutrofización de Camatagua, que da a Caracas más de la mitad de su agua. El Pao sigue la solución Oeste (CALTEC, 1995), que enviaba el 92 % del agua residual de la cuenca al Paíto con tratamiento terciario.

Salinidad

La salinidad sube mientras baja el volumen. Con Fénix Esencial y Evolución llega a ~2,2 g/L hacia el año 19 y después baja: la purga de las torres se lleva ~47 kt de sal al año. Con Esencial solo, sigue subiendo lentamente (~2,3 g/L en el año 25), y la ampliación de la línea de sales queda como reserva.



Salinidad del lago con Fénix Esencial solo y con Fénix Evolución. Balance anual de sal: aportes, ósmosis, efluente exportado, cierre del trasvase y purga de las torres.

Tierras emergidas

Banda	Superficie	Emerge	Si el sistema se detiene, el lago la cubre en	Uso
408–409,5 m	1.875 ha	Años 15–18	0–3,8 años	Humedal natural y franja de seguridad, sin obra
409,5–411 m	1.875 ha	Años 12–15	3,8–8,3 años	Vegetación nativa por franjas contra el polvo; solar de la orilla con agrivoltaica
411–414,5 m	4.375 ha	Años 5–12	8,3–22,4 años	Reasentamiento de familias, malecón, comercio de proximidad, solar de la orilla y lotes de mayor valor como subsidio cruzado

- Solar de la orilla: ~40 % de las ~8.100 ha (~3.250 ha), solo por encima de la cota 409,5, para que un año lluvioso no inunde los paneles. Avanza a medida que baja el lago: ~1 GWp hacia el año 10, ~2 GWp hacia el año 15 y ~2,7 GWp en la cota 408.
- Suelo de fondo de lago: blando, salino y quizás con mercurio. Exige estudio geotécnico, cimentación con pilotes y el mapa de mercurio antes de asignar usos.

- La agrivoltaica (cultivo o pasto bajo los paneles) reduce el conflicto con la agricultura y la vegetación contra el polvo.
- Por debajo de 411 solo caben usos reversibles. La banda 411–414,5 eran barrios y tierras secas hasta 2005–2012; hay que retirar lodo contaminado y ruinas.
- Oxigenación del hipolimnion con oxígeno puro (~200–400 t/día): retiene el fósforo en los sedimentos y elimina el H2S. ~5–15 M$/año.
- Pesca: potencial de 2.000–8.000 t/año en un lago oxigenado, sujeto a control de mercurio en el pescado.

2.7 Saneamiento de la cuenca

Las depuradoras de Fénix Esencial tratan toda el agua residual que llega al lago: ~490 hm^3/año, incluida la que devuelve el agua adicional de Esencial. Se construyen por bloques entre los años 2 y 6, con crédito multilateral y licitaciones, y no dependen del campus. Los ~360 hm^3/año sin tratar son el dato medido en 2017. Cada municipio e industria se caracteriza antes del diseño de su planta.

Partida	Valor	Estado
Plantas: secundario, nitrificación-desnitrificación y digestión de lodos	1.010 M$	[ASUMIDO]
Colectores e interceptores	1.170 M$	[ASUMIDO]
Terciario químico de fósforo	60 M$	[CALC]
Operación y mantenimiento	61,9 M$/año	[CALC]
Biogás de lodos	129 GWh/año: 66 % de la energía de las plantas	[CALC]
Metano evitado	401 kt CO2e/año (créditos de carbono no incluidos en la base)	[CALC]
Efluente	Nitrógeno 10 mg/L, fósforo 1 mg/L	[ASUMIDO]
Costo en la tarifa	~0,38 $/$m^3$ de agua en bloque, con la exportación, al 5 % y 30 años	[CALC]

- Resultado: el fósforo de origen urbano que llega al lago baja de ~3.200 a ~420 t/año (−87 %) y el nitrógeno de ~18.000 a ~4.200 t/año (−77 %).
- Inversión de las depuradoras y colectores: ~2.240 M$, con remoción de nutrientes y el sobrecosto sísmico del 12 %. Las redes de distribución, los medidores y el reasentamiento (~540 M$) van en el mismo crédito de Fénix Esencial.

- Descartados: humedales de pulido (208–608 M$, 1.150–1.720 ha) y frutales regados con efluente (rentabilidad privada del 2–5 %). El terciario en planta hace el mismo trabajo sin terreno.

2.8 Energía y aporte a la red nacional

El campus necesita ~2,9 GW medios (~25,0 TWh/año). El ciclo combinado de 3.100 MW iguala la carga total nominal, sin margen N-1 propio: la reserva la dan el Guri, La Cabrera y la interrumpibilidad. La noche del campus no se apoya en el sistema nacional, que tiene su déficit en la punta nocturna [USUARIO].

Componente	Aporte
Solar flotante	5,7 GWp (~10 % del espejo), por bloques con el campus; neutra para la cota
Solar en la orilla	Hasta 2,7 GWp a medida que baja el lago; en total 13,9 TWh/año, de los que el campus usa 10,1 y 3,7 van a la red, con un pico de ~2,1 GW
Ciclo combinado propio	3.100 MW; 14,9 TWh/año (factor de carga ~55 %); ~255 MMpcd de gas; ~195 si un cuarto de la noche viene de la hidroeléctrica
El Guri	Respaldo ante fallas del ciclo combinado o del gas; con la recuperación del sistema, parte de la noche
La Cabrera a ciclo combinado	2 × 160 MW en ciclo simple desde 2013: +160 MW con el mismo gas
Baterías e inversores que forman red	Regulación de frecuencia, control de rampas solares y estabilidad
Respuesta de demanda del campus	30 % de la carga (900 MW de consumo, no de generación) disponible en minutos

Año 8 frente a la cota 408

Indicador	Año 8: 3 GW, solo la solar flotante	Hacia el año 18: con la solar de la orilla
Solar	5,7 GWp	8,4 GWp
Energía para el campus	50,36 $/MWh	50,44 $/MWh
Gas	~280 MMpcd	~255 MMpcd
CO_2 del ciclo combinado	~5,8 Mt/año	~5,3 Mt/año
Excedente solar para la red	~0,5 TWh/año	~3,7 TWh/año (pico ~2,1 GW)

La energía casi no cambia: la solar de la orilla cuesta ~35 $/MWh y se vende a 40, y lo que ahorra en gas compensa su capital. La solar de la orilla solo se completa cuando el lago llega a la cota 408. Las cifras de energía de régimen de este documento son las de la columna derecha; en el año 8 rige la izquierda.

Costo de la energía para el campus

Partida (M$/año)	Valor
Solar flotante y de la orilla: capital y operación	582
Ciclo combinado: capital y costo fijo	370
Gas	262
Ciclo combinado: costo variable	45
Baterías, red e interconexión	121
Respaldo del Guri (peaje de reserva) [ASUMIDO]	30
Venta del excedente solar a 40 $/MWh	−149
Neto para el campus	**1.261 (50,4 $/MWh)**

Inversión en generación: ~10.000 M$, con sobrecosto sísmico del 12 % sobre la mitad.

- Sensibilidades del costo de la energía ($/MWh): gas a 2 / 5 $/MMBtu: 46,9 / 57,4; excedente vendido a 30 / 50 $/MWh: 51,9 / 49,0; rendimiento solar de 1.500 kWh/kWp: 52,3; WACC del 12 %: 63,7.
- Sin comprador del excedente solar, la energía sube a 56,4 $/MWh y la renta del BOOT baja a ~1.100 M$/año. El canon no cambia: es un piso.
- Emisiones: el ciclo combinado nocturno emite ~5,3 Mt de CO_2 al año (~4,0 con un cuarto de la noche hidroeléctrica). Choca con los compromisos climáticos de los hiperescaladores y deberá compensarse o reducirse con almacenamiento.
- Por qué el Guri no es la batería del campus: el déficit del país es de potencia en la punta nocturna. Con el ciclo combinado propio, el campus no le quita potencia a nadie; con la recuperación de la hidroeléctrica, puede comprarle parte de la noche sin restarla al país.
- Gas en base PCI (0,981 MJ/pie^3), coherente con el rendimiento del 58 % en PCI.
- Condiciones: un comprador del excedente solar con contrato de largo plazo; estudio de flujo de carga, estabilidad dinámica, cortocircuito y protecciones; acuerdo de respaldo con el Guri.
- La solar flotante cubre ~42 km² del lago: cambia radiación, viento, mezcla y oxigenación. Se despliega por bloques, empezando por un área piloto, con límites ambientales fijados antes de cada ampliación.

2.9 Economía del programa

Fénix Esencial

Obra	CAPEX M$	Resultado
Ósmosis de 2,6 m³/s con línea de sales	430	Agua a ~0,82 $/m³ al 5 % y 30 años
Rehabilitación de la Alejo Zuloaga y del bombeo	200	+2,5 m³/s de agua limpia
Depuradoras y colectores	2.240	−87 % del fósforo urbano
Exportación del efluente al Pao	390	~13,9 m³/s fuera de la cuenca
Redes de distribución, medidores y reasentamiento	540	Que el agua llegue a la llave y nadie quede sin compensar
Total	**3.800**	Cuota del crédito ~247 M$/año; costo anual total ~353 M$/año

Tarifa en bloque sin canon: ~0,73 $/m³, repartida sobre ~610 hm³/año de agua en bloque: ~0,15 de la producción actual de la hidrológica y ~0,58 de Fénix Esencial (0,14 agua nueva + 0,38 saneamiento + 0,06 redes). Con la distribución, ~1,0–1,3 $/m³, frente a 2,5–6 $/m³ en cisternas. Con financiación privada al 12–15 %, la tarifa sería de ~1,12–1,29 $/m³ en bloque, a cambio de no comprometer deuda pública: queda como alternativa. Un bloque vital de 10 m³/mes a ~1 $/m³ todo incluido se compensa con los bloques superiores y los usuarios comerciales e industriales [ASUMIDO].

Fénix Evolución: el BOOT

Concepto (M$/año, régimen)	Valor
Ingreso: 3.000 MW × 8.760 h × tarifa de referencia (135 / 150 / 140)	3.723
Energía: 50,4 $/MWh × 25,0 TWh	−1.261
Torres y refrigeración	−32
Canon (30 % con piso de 45 $/MWh)	−1.183
Renta económica remanente	**~1.250**

El BOOT produce energía y frío a ~49 $/MWh IT. Con la tarifa de referencia, el canon queda en el piso (30 % de 142 es menos de 45); a 175 o 200 $/MWh IT, el canon sube a 1.380 o 1.577 M$/año. Con un WACC del 12 %, la renta baja a ~910 M$/año y el canon sigue cubierto.

Productos de las sales

Producto	kt/año	Precio	M$/año
Kieserita (MgSO4·H2O)	43	170 $/t	7,3
Sulfato de sodio	57	110 $/t	6,2
Sulfato de potasio (SOP)	7	550 $/t	3,7
Yeso agrícola, sal, estruvita, sulfato amónico	30	—	1,2
Residuo a vertedero de seguridad	~94	−60 $/t	en costos
Total			18,4

Mezcla de productos escalada desde la composición del lago, para ~180 kt/año de sales retiradas [CALC]. Referencias de mercado 2026: kieserita a granel 80–135 $/t FOB China; sulfato de sodio 67–74 $/t FOB China; SOP soluble ~575 $/t FOB.

2.10 Modelo comercial y estructura de la concesión

El operador del campus tiene un único contrato, con el BOOT: capacidad firme de energía 24/7 y frío entregados en la cerca, con una tarifa todo incluido facturada sobre la capacidad contratada y pagada en una cuenta de recaudación en el exterior. El BOOT y el operador pactan la tarifa entre sí; el modelo usa 135 / 150 / 140 $/MWh IT por GW como referencia. El BOOT es el único pagador del canon y el único sujeto de las condiciones sobre el lago.

Elemento	Diseño
Canon	El mayor entre 45 $/MWh de capacidad contratada y el 30 % del ingreso bruto del BOOT. El piso y el umbral de 150 $/MWh se indexan a la inflación de EE. UU. Sin fórmulas de costos: el BOOT también gana con un lago mejor y con un fideicomiso con más recursos
Cuenta de recaudación en el exterior	Paga en cascada: primero el canon a los fideicomisos, después la deuda del BOOT y al final sus dividendos. Los fideicomisos no dependen de la solvencia del BOOT, solo de que pague el operador
Cuenta de reserva	De 6 a 12 meses de canon, financiada con el depósito de reserva de capacidad del operador (~0,5 M$/MW, acreditable contra sus facturas)
Independencia	El BOOT y el operador no pueden ser empresas vinculadas; si lo son, el 30 % se calcula sobre un precio de referencia de mercado auditado
Condiciones sobre el lago	Torres con agua del lago, purga a la línea de sales, calor residual cedido sin costo, monitoreo ambiental y cuotas de la autoridad de cuenca
Fin de la concesión	Los activos del BOOT pasan a la nación en un estado de conservación fijado en el contrato, con un fondo de renovación constituido en los últimos años

Ubicación	Energía y frío por MWh IT	Plazo de conexión
Texas	~90–180 $ (centro ~130)	Cola de ~474 GW de grandes cargas, en auditoría estatal desde agosto de 2026; espera de años
España	~140–240 $ (centro ~180)	~12 GW con permiso bloqueados por la regulación
Venezuela, SEL	135–150 $ (media ~142) de referencia, canon incluido y sin impuestos nuevos	Primer bloque en ~3 años

Las tres cifras excluyen los edificios del operador (~27.000 M$ en Venezuela, ~105 $/MWh IT), que paga en cualquier ubicación. Venezuela está en el rango de Texas y por debajo de España: compite en precio, pero gana en plazo. Cada año de espera para conectarse cuesta al operador ~300–350 $/MWh IT en capital inmovilizado.

Estrategia de comercialización

- Ancla (primer GW): contrato a 20 años, con entrada en el primer bloque y depósito de reserva de capacidad.
- Lista (segundo GW): contrato a 15 años. Remate (tercer GW): reloj descendente por fechas de entrada.
- Interrumpibilidad: los 900 MW se pactan aparte, con un máximo de horas al año y un descuento por negociar.
- Plazo: concesión de 25 años de operación [ASUMIDO]. Los contratos de 15–20 años dejan un riesgo de recontratación al final, que se cubre con el remate del tercer GW y la opción de renovación.
- Garantías: ley de Nueva York, arbitraje CIADI/CCI, cuentas en el exterior, seguro de riesgo político, disponibilidad 99,95 % con penalidades, opción de recompra soberana a valor contable ante cambios jurídicos.

Vehículos

Vehículo	Función	Paga y cobra
Fénix Esencial	Ósmosis, Alejo Zuloaga, depuradoras, exportación, redes y reasentamiento; contratistas privados por licitación	Toma el crédito multilateral; vende agua en bloque y saneamiento a la hidrológica
BOOT de Fénix Evolución	Solar, ciclo combinado, La Cabrera, baterías, torres y purga	Vende energía y frío al campus y el excedente a la red; paga el canon

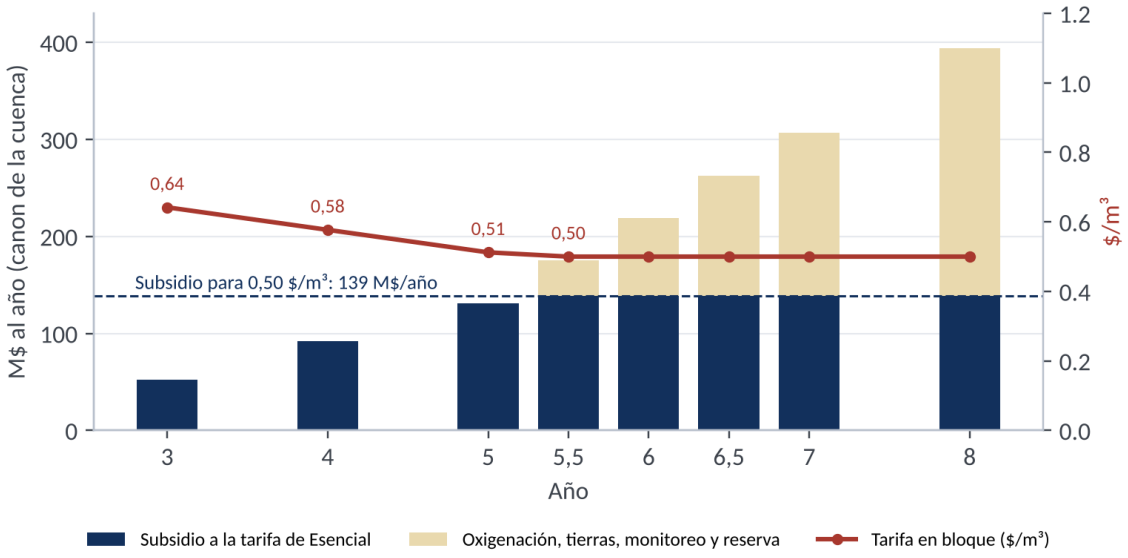
Vehículo	Función	Paga y cobra
Operador del campus	Edificios, equipos e instalaciones	Paga al BOOT la tarifa todo incluido
Fideicomiso educativo	Comida escolar, pasajes y formación técnica	Recibe 2/3 del canon
Fideicomiso de la cuenca	Subsidio de la tarifa de Esencial y recuperación del lago	Recibe 1/3 del canon
Hidrológica	Distribución y cobro	Cobra la tarifa al usuario

2.11 Fideicomisos, tarifa y efecto multiplicador

El canon no entra al presupuesto ordinario. Se deposita en dos fideicomisos con fiduciario independiente, auditoría internacional y reglas de asignación fijadas por ley. El primer bloque de 400 MW deja ~53 M$/año a la cuenca; los 3 GW, 394 M$/año (año 8).

Fideicomiso de la cuenca: la cascada

Año	MW	Canon de la cuenca	Subsidio a Esencial	Tarifa en bloque	Resto
3	400	53	53	0,64 $/m³	0
4	700	92	92	0,58 $/m³	0
5	1.000	131	131	0,51 $/m³	0
5,5	1.333	175	139	0,50 $/m³	36
6	1.667	219	139	0,50 $/m³	80
6,5	2.000	263	139	0,50 $/m³	124
7	2.333	307	139	0,50 $/m³	168
8	3.000	394	139	0,50 $/m³	255



El canon de la cuenca subsidia primero la tarifa de Fénix Esencial y la lleva a 0,50 $/m³; lo que sobra va a oxigenación, tierras, monitoreo y reserva.

- Para llevar la tarifa de ~0,73 a 0,50 $/m³, el fideicomiso pone ~139 M$/año, ~39 % del costo anual de Esencial (~353). Se alcanza hacia el año 5,1; antes, la tarifa baja por escalones con el canon.
- En régimen sobran ~260 M$/año para macromedición, oxigenación, tierras, pesca y monitoreo (~80 M$/año) y una reserva, que puede acelerar el pago del crédito de Esencial.
- Si el contrato ancla llega después que la financiación de Esencial, el usuario paga la tarifa completa hasta que llegue el canon. El crédito de Esencial no cambia.
- Tarifa: cuota fija por catastro al arrancar; tarifa por bloques con medidor cuando haya servicio continuo, con un bloque vital de 10 m³/mes a 0,30 $/m³ y 0,75 $/m³ por encima. Un hogar típico (18 m³) pagaría ~9 $/mes por el agua en bloque y ~14–20 $/mes con la distribución, frente a 30–73 $/mes en cisternas y botellones.
- **La tarifa paga el agua en bloque, no la distribución:** operar la red, cobrar y reducir pérdidas cuesta típicamente 0,3–0,6 $/m³ más y corre por la hidrológica. Debilidad declarada.
- Medición: macromedición por sectores desde el inicio (14 M$); medidores domiciliarios cuando el servicio sea continuo (135 M$).

Fideicomiso educativo (788 M$/año en régimen)

Focalizado en los niños que más lo necesitan, sobre las causas de inasistencia que mide la ENCOVI 2025:

Grupo	Niños	Qué recibe	M$/año
Pobreza extrema	2,1 M	Desayuno y almuerzo	371
Pobreza no extrema: almuerzo condicionado a la asistencia	1,1 M	Almuerzo	100
Jóvenes: formación técnica dual	0,06 M	Plaza de formación ligada a empleo	115
Lejos de la escuela o zona rural	0,65 M	Pasaje de ida y vuelta	94
Operación, carnet y auditoría	—	—	39
Reserva y material escolar	—	—	69

- Ámbito nacional: ~6,5 millones de niños escolarizados del país. Las cifras por grupo aplican la pobreza nacional; el padrón territorial fija los beneficiarios reales, y cada niño se cuenta una sola vez entre los programas.
- Supuestos [ASUMIDO]: 180 días de clase; 1 $/día por desayuno y almuerzo, 0,50 $ por almuerzo y 0,80 $ por pasaje de ida y vuelta; pobreza infantil igual a la de la población (68,5 % y 31,7 % de pobreza extrema). La reserva queda en 69 M$.

Efecto multiplicador: 1.200–2.700 M$/año de actividad económica. El componente mayor es el gasto que liberan los hogares: hoy la región gasta 160–650 M$/año en cisternas y botellones. Empleo permanente asociado: 15.000–40.000 puestos, incluidos los inducidos. Es un escenario: el gasto que liberan los hogares es renta disponible, no producción nueva, y la cifra requiere un modelo de impacto regional que descuente gasto desplazado, importaciones y doble conteo.

2.12 Impacto sanitario y social

Indicador	Hoy	Con Fénix	Método
Muertes por agua y saneamiento inseguros (4,5 M hab.)	63–189/año	~9/año	Tasa OMS de Venezuela 1,4/100.000 (2016) × 1–3; con Fénix, tasa de Chile 0,2
Vidas salvadas	—	54–180/año en régimen; 1.150–3.800 en 25 años	[CALC], con la rampa de Esencial entre los años 2 y 6
Valor estadístico de esas vidas	—	22–72 M$/año	100 × PIB per cápita de 4.000 $ [ASUMIDO]

Indicador	Hoy	Con Fénix	Método
Costo del agua para el hogar	2,5–6,0 $/m³	~0,73 $/m³ en bloque con Esencial; 0,50 con el canon	Cisterna 20–50 $ por 10.000 L; botellón 0,50–1,10 $ por 20 L (Caracas, 2024)
Daño anual de la situación actual	200–740 M$/año	—	Vidas, gasto de los hogares, agricultura perdida y viviendas
Familias en riesgo de inundación	~8.000 en el sur de Maracay	0	[DATO 2017]
Tierra bajo el agua	+15.000 ha desde 1978	~8.100 ha recuperadas	[DATO 2023] / [CALC]

- La cuenca no tiene registro propio de muertes por agua: la cifra es una estimación con la tasa nacional y debe validarse con la línea base sanitaria del Consejo de Validación.
- Reasentamiento: ~2.000 viviendas perdidas, 15.000–25.000 $ por reposición o compensación (~40 M$) [ASUMIDO], sujeto a una valoración social independiente. En 2017, 512 de 1.043 propietarios de La Punta y Mata Redonda seguían esperando indemnización [DATO].

2.13 Riesgos y debilidades declaradas

Riesgo	Mitigación
Crédito multilateral de Esencial	Regularizar los atrasos con el BID, la CAF y el Banco Mundial; alternativa de financiación privada al 12–15 %, con tarifa más alta
Deuda pública de Esencial	~3.800 M$ declarados, con cuota de ~250 M$/año pagada por la tarifa y, desde el canon, por el subsidio del fideicomiso
Río Pao	~14 m³/s de efluente, casi el triple del rendimiento natural supuesto del embalse; ~440 t/año de fósforo a 1 mg/L. Estudio del río y de Pao-La Balsa antes de financiar; terciario estricto, reúso y reparto entre cauces como alternativas
Embalse sin trasvase y Alejo Zuloaga	Rendimiento del embalse (4–6 m³/s), caudal real del trasvase (3,2–5,3) y costo de la rehabilitación (100–300 M$): pendientes de confirmar
La Mariposa	Qué parte de las aguas residuales de Valencia llega al embalse y no al lago: cambia el retorno y el saneamiento del embalse

Riesgo	Mitigación
Contrato ancla: sin operador no hay canon	Fénix Esencial no lo necesita; el canon y la tarifa a 0,50 crecen con cada bloque
Marco institucional	Concesión, ley de Zona Económica Especial y fideicomisos aprobados por instituciones democráticas; arbitraje internacional
Licencias de chips y sanciones	Alianza estratégica con EE. UU.; separación estricta entre el Estado y el operador
Sismicidad: doblete M7,2/M7,5 del 24-jun-2026	El +12 % es un supuesto; lo sustituye el estudio de amenaza específico, licuefacción y geotecnia de suelos lacustres
Composición del lago, mercurio y sílice no confirmados	Campaña de datos y ensayo piloto de 6–12 meses antes del diseño final de la ósmosis y de las torres
Ciclos de concentración de las torres	Limitados por la sílice; ablandamiento o antiincrustante; con menos ciclos, más purga y más sal retirada
Salinidad del lago	Sube a ~2,2 g/L hacia el año 19; sin el campus sigue subiendo lentamente; ampliación de la línea de sales como reserva
Exportación del 90 % del efluente	Poco margen para reúso; seguimiento anual de la cota
Gas para el ciclo combinado nocturno	Suministro firme y dedicado de ~255 MMpcd; menos con la recuperación de la hidroeléctrica; el Guri y La Cabrera como respaldo
Emisiones del ciclo combinado	~5,3 Mt de CO_2 al año: compensación, almacenamiento, hidroeléctrica y más solar en la orilla
Comprador del excedente solar	Contrato de largo plazo por ~3,7 TWh/año; sin él, la energía del campus sube a 56,4 $/MWh
Solar en la orilla	Suelo blando, salino y quizás con mercurio; compite con otros usos de la tierra: agrivoltaica y solo por encima de la cota 409,5
Base del canon	Piso de 45 $/MWh; independencia entre el BOOT y el operador o precio de referencia auditado; cuenta de reserva de 6–12 meses
Lago más alto antes de bajar	Sube 0,5 m hasta el año 3: protección temporal de orillas y prioridad de reasentamiento
Distribución del agua	La tarifa paga el agua en bloque; la operación de la red corre por la hidrológica
Costo de las depuradoras	Con un costo un 33 % mayor, la tarifa de Esencial sube; con el canon, lo absorbe la holgura del fideicomiso

Riesgo	Mitigación
Rentabilidad del operador	Su inversión en equipos (90.000–120.000 M$ por generación, renovados cada 4–5 años) no se modela aquí; la acredita el operador en su oferta
Conectividad internacional	Al menos dos rutas de cable submarino y centros de operación redundantes, contratados antes del primer bloque
Concentración en un operador	Ancla, lista y remate pueden ser empresas distintas
Cobranza del agua	Tarifa en dólares, factura desglosada, servicio continuo antes de subir la tarifa
Vidas salvadas estimadas	Escenario por validar: línea base epidemiológica de Carabobo y Aragua antes de la puesta en marcha
Beneficiarios de la educación	Padrón nacional por municipio, edad y situación; pago por resultados
Tierras recuperadas	Registro de titularidad, indemnizaciones pendientes, ocupantes y humedales antes de asignar usos
Costo de capital del BOOT	Seguros MIGA/DFC y banca multilateral; con WACC del 12 %, la renta baja a ~910 M$/año y el canon sigue cubierto

2.14 Validación independiente y hoja de ruta

Un Consejo de Validación Independiente publicará un dictamen técnico, financiero y social antes de cualquier licitación. Áreas: limnología y calidad del agua; río Pao; sistemas eléctricos; desalinización y tratamiento; salud pública; sismología y geotecnia; finanzas de proyecto y banca multilateral; derecho de inversión y arbitraje; gobernanza de fideicomisos; comunidades del lago; educación.

Hito	Contenido
Preparación	Consejo de validación, campaña de datos del lago y mapa de mercurio, ensayo piloto de 6–12 meses, balance hídrico mensual, estudio del río Pao y del embalse sin trasvase, estudio geotécnico y sísmico, línea base sanitaria, cartas de intención con operadores, diseño de la ley y de los fideicomisos
Gobierno electo, primeros 100 días	Crédito multilateral y licitaciones de Fénix Esencial; ley de Zona Económica Especial y fideicomisos listos; convocatoria al cliente ancla
Años 2–6: Fénix Esencial	Ósmosis, rehabilitación de la Alejo Zuloaga, cierre del bombeo, depuradoras y exportación del efluente

Hito	Contenido
Año 3: primer bloque	Primer bloque comercial de 400 MW; su primer módulo (~50 MW) valida el lazo térmico y las torres; arranca el canon
Años 3–8: Fénix Evolución	Ampliación por bloques hasta 3 GW con solar flotante, ciclo combinado y torres; solar en la orilla a medida que baja el lago
Régimen	Fideicomisos plenos desde el año 8; el lago deja de subir hacia el año 3 y llega a la cota 408 hacia el año 18; después, mantenimiento

Grado de firmeza de cada cifra

Cifra	Cómo debe leerse
~3.800 M$ y ~0,73 $/m³ de Fénix Esencial	Prefactibilidad; la rehabilitación de la Alejo Zuloaga y el rendimiento del embalse, por confirmar
~430.000 m³/día de agua limpia adicional	Capacidad objetivo, condicionada al piloto y al embalse sin trasvase
Lago que deja de subir hacia el año 3 y cota 408 hacia el año 18	Resultado del modelo anual; lo confirman el balance mensual y el estudio del río Pao
3 GW de capacidad IT	Objetivo por fases: cada bloque, con contrato firmado
5,7 GWp flotantes y 2,7 GWp en la orilla	Escenario de diseño, sujeto a impacto ambiental, a la red y a la tierra disponible
~37.500 M$ de inversión privada	Inversión movilizable estimada, no comprometida
10.000–12.000 M$ de compras locales	Objetivo de contenido nacional
1.183 M$/año de canon (788 educación)	Piso con los 3 GW contratados
54–180 vidas salvadas al año	Estimación epidemiológica por validar
~8.100 ha recuperadas	Objetivo hidrológico y territorial
~55.000 empleos	Pico de obra estimado, por verificar
1.200–2.700 M$/año de actividad	Escenario de impacto, no multiplicador demostrado

Anexo: sensibilidades, alternativas descartadas y referencias

Sensibilidades

Caso	Resultado
Fénix Esencial con financiación privada al 12 / 15 %	1,12 / 1,29 $/m³ en bloque
Energía del campus: gas a 2 / 3 / 5 $/MMBtu	46,9 / 50,4 / 57,4 $/MWh
Excedente solar vendido a 30 / 50 $/MWh · sin comprador	51,9 / 49,0 · 56,4 $/MWh
WACC del BOOT al 12 %	63,7 $/MWh; renta ~910 M$/año
Tarifa del BOOT a 175 / 200 $/MWh IT	Canon 1.380 / 1.577 M$/año
Un cuarto de la noche desde la hidroeléctrica	Gas ~195 MMpcd; CO_2 ~4,0 Mt/año
16,5 GWp flotantes en lugar de 5,7	Cota 408 hacia el año 27; energía 56,1 $/MWh
Solo la solar flotante, sin la orilla	Excedente 0,5 TWh/año; gas 280 MMpcd

Tamaño de la ósmosis de Fénix Esencial: ósmosis que complementa

Toma	Agua adicional	Inversión	Tarifa en bloque	Cota 408	Al río Pao	Para reúso
2,6 m³/s (base)	~430.000 m³/día	~3.800 M$	0,73 $/m³	año 18,3	13,9 m³/s (90 %)	1,5 m³/s
4,0 m³/s	~550.000 m³/día	~4.200 M$	0,76 $/m³	año 17,5	13,9 m³/s (84 %)	2,6 m³/s
5,2 m³/s	~650.000 m³/día	~4.500 M$	0,78 $/m³	año 16,9	13,9 m³/s (80 %)	3,6 m³/s
8,0 m³/s	~890.000 m³/día	~5.300 M$	0,82 $/m³	año 15,6	13,9 m³/s (71 %)	5,7 m³/s

La exportación al Pao queda fija en ~13,9 m³/s, como supuesto de diseño por confirmar con el estudio del Pao; lo que varía es el plazo. A diferencia de la tabla de 2.6, aquí la ósmosis complementa el agua de la región y el 80 % vuelve como agua residual; por eso adelanta menos la cota. Más ósmosis da más agua a Valencia y Maracay y adelanta la cota 408, porque la ósmosis saca agua del lago y solo el 80 % vuelve como agua residual. El efluente que no se exporta queda depurado y disponible para reúso industrial y agrícola, o vuelve al lago. Costos de la ósmosis lineales con su tamaño, sin economías de escala, al 5 % y 30 años. El tamaño final se decide con la demanda real de la región, el estudio del Pao y el ensayo piloto.

Alternativas descartadas

- Ósmosis de 8,38 m³/s dentro de la concesión, con el calor del campus: sustituida por la ósmosis de Fénix Esencial, la Alejo Zuloaga y la exportación del efluente, que no

dependen del campus.

- Solar flotante de 16,5 GWp sobre el 30 % del lago: retrasaba la cota 408 al año 27, exigía integrar ~10 GW de excedente a mediodía y su energía sobrante costaba más de lo que se vendía.
- Toda la solar en tierra: exigiría ~25.000 ha cerca del lago.
- Que el BOOT compre la deuda y los activos de Esencial: cambia crédito al 5 % por capital al 12–15 % y mezcla riesgos.
- Exigir a quien licite Esencial capacidad para escalar a Evolución: reduce la competencia y ata el agua al campus.
- Calor del campus vertido al lago en una pasada: calentaba el lago y favorecía floraciones; las torres lo sacan como evaporación.
- Efluente al embalse Pao-Cachinche o al Tucutunemo: eutrofizaría el embalse o Camatagua.
- Venta de agua a Caracas por acueducto: Hidrocapital cobra menos de lo que le cuesta producir, y Caracas tiene opciones más baratas.
- Exportar agua al Guri: tubería de 600–700 km por 2.000–3.000 M$. Túnel de Ocumare al Caribe: cruza el Parque Nacional Henry Pittier.
- Humedales de pulido y frutales regados con efluente (ver 2.7).

Referencias

NVIDIA, presentación de Vera Rubin, CES 2026 (refrigeración a 45 °C). · International Lake Environment Committee, datos limnológicos del Lago de Valencia. · iAgua (2017 y 2026), aguas residuales, área del lago y alternativa Ocumare. · Armando.info (septiembre de 2017), inversión, plantas y familias afectadas. · La Patilla / Centro de Ingenieros de Carabobo (noviembre de 2021 y octubre de 2022), agua de Gran Valencia y trasvase al Pao-Cachinche. · Prensa regional, capacidad y rehabilitación de la potabilizadora Alejo Zuloaga. · El Diario (septiembre de 2023), crecida del lago; (marzo de 2024), precios del agua; (noviembre de 2022), hospitales; (septiembre de 2026), cortes y demanda eléctrica. · ENCOVI 2025 (UCAB, mayo de 2026), vía Bloomberg Línea y El Diario. · OMS, mortalidad atribuida a agua, saneamiento e higiene (2016). · Copernicus (enero de 2021), floración de algas. · Power Technology, planta La Cabrera. · Data Center Frontier (agosto de 2025), respuesta de demanda de cargas de IA. · Banca y Negocios (2026), capacidad industrial. · R4V (2024), migración. · Decreto 883 de Venezuela, vertidos. · Organización Panamericana de la Salud (junio de 2026), Reuters y EFE (3 de agosto de 2026), balance oficial de los terremotos del 24 de junio. · Mondaq y POWER Magazine (agosto de 2026) y Utility Dive, cola de ERCOT y auditoría ordenada el 3 de agosto. · Energía Estratégica (septiembre de 2026), centros de datos en España. · EIA, Short-Term Energy Outlook (tabla 7c, 2026), precio industrial en West South Central. · AEGE vía Energías Renovables (mayo de 2026), precio final de la industria electrointensiva española. · NTN24 / Observatorio Venezolano de Servicios Públicos, déficit de generación. · Precios de productos: ChemTradeAsia, Expert Market Research, cotizaciones FOB China.