

Capítulo 6. De la energía a la inteligencia

Entre un megavatio y un modelo útil hay siete eslabones. Hay tres maneras de armarlos: dejar que lo haga otro, hacerlo el Estado, o hacerlo entre privados y Estado con condiciones escritas. Las tres se probaron en el mundo. Solo una funciona en un país con poco capital y mucha desconfianza.

Mendoza, 1816. La maestranza

Fray Luis Beltrán era un cura franciscano que sabía de metales. San Martín lo puso al frente de la maestranza del ejército, un galpón con cientos de trabajadores. Ahí se fabricaba lo que no se podía comprar: cañones, herraduras, monturas, carros angostos de ruedas bajas para pasar la artillería por senderos de mula, y cartuchos de fusil por centenares de miles.

El bronce de los cañones salió de las campanas de las iglesias de Cuyo. Las bajaron, las fundieron y las convirtieron en artillería. Nadie fabricó bronce nuevo. Se transformó el que había.

Ese galpón es la imagen de este capítulo. La Argentina tiene el bronce: gas, viento, ingenieros, empresas. La pregunta es quién funde las campanas, con qué reglas, y quién se queda con los cañones.

En una frase. *El capital lo pone el privado, la energía la certifica el Estado, el acceso se reserva por escrito y el beneficio depende del cumplimiento. Eso es el modelo híbrido, y es el único que le sirve a la Argentina.*

La cadena, eslabón por eslabón. El error habitual es mirar un solo eslabón. Son siete, y el país tiene el primero y parte del cuarto.

Primero, la energía: gas y viento. Segundo, la potencia firme: transporte y respaldo, el tema del capítulo 3. Tercero, el cómputo: el centro de datos con sus procesadores. Cuarto, el talento que lo opera y lo programa. Quinto, las empresas y universidades que usan ese cómputo. Sexto, los productos: modelos, servicios y aplicaciones, muchos en castellano. Séptimo, las exportaciones y el trabajo.

La Argentina tiene el primer eslabón y parte del cuarto. Todo lo del medio hay que construirlo. Y la forma de construirlo depende del modelo que se elija.



Datos actualizados, correcciones y novedades del libro:
www.waroftheecosystems.com

Infografía 13. Los siete eslabones de la cadena del cómputo, y dónde está la Argentina

El error habitual es mirar un solo eslabón. Son siete, y el país tiene el primero y parte del cuarto. Todo lo del medio hay que construirlo.

1. Energía gas y viento	2. Potencia firme transporte y respaldo	3. Cómputo centros de datos	4. Talento operadores e ingenieros	5. Empresas usan el cómputo	6. Productos modelos y servicios en castellano	7. Exportaciones y trabajo
----------------------------	--	-----------------------------------	--	-----------------------------------	---	-------------------------------



MODELO A: LA SUCURSAL

El país pone tierra, energía e incentivos; otro construye, opera y exporta. Es el más rápido y el más peligroso: el valor se captura afuera. Irlanda: 15.000 millones de euros y más de un quinto de la electricidad a cambio de 8.316 empleos.



MODELO B: EL CÓMPUTO DEL ESTADO

El Estado compra y opera la supercomputadora. Da soberanía y poco mercado: Cheyenne, la supercomputadora del NCAR puesta en servicio en 2016, se remató en 2024 por 480.085 dólares. El libro propone un tercer camino: cómputo privado con reserva pública, las Horas de Cómputo Argentinas.

Azul: el eslabón existe. Azul claro: existe en parte. Blanco: hay que construirlo. La Argentina tiene el primero y parte del cuarto. Fuentes: capítulo 6 de El Nuevo Cruce; KPMG y CSO de Irlanda (fichas 148 y 52); GSA Auctions, remate de Cheyenne (ficha 83). Datos al 30 de septiembre de 2026.

Infografía 13. Los siete eslabones de la cadena del cómputo, y dónde está la Argentina.

Modelo A: la sucursal del hiperescalador. *El país pone tierra, energía e incentivos; otro construye, opera y exporta. Es el más rápido y el más peligroso.*

Malasia es el caso de estos años. En el estado de Johor, pegado a Singapur, al segundo trimestre de 2025 el estado tenía aprobados 42 proyectos de centros de datos por 164.450 millones de ringgit, según su jefe de gobierno. Y a fines de 2025 el gobierno de Johor dejó de aprobar los proyectos que se refrigeran con agua, porque buena parte de sus habitantes sufría cortes de suministro. El estado no publica esas decisiones en un documento propio; lo verificable son declaraciones de funcionarios recogidas por la prensa. Johor no es un fracaso. Es lo que pasa cuando se elige el modelo A sin condiciones y después hay que ponerlas a las apuradas: en sus primeros meses el comité de evaluación rechazó 4 de 14 solicitudes, según un funcionario del estado en noviembre de 2024^{74 75 76}.

Singapur, al lado, hizo lo contrario en el orden correcto. En 2019 frenó por completo la construcción de centros de datos, cuando consumían el siete por ciento de su electricidad. En 2022 reabrió con condiciones de eficiencia y de energía renovable escritas en el pliego, adjudicó de a poco, ochenta megavatios en 2023, y en 2025 lanzó una nueva ronda con eficiencia más estricta. Primero las reglas, después los megavatios. Irlanda, que ya conocemos, escribió en diciembre de 2025 la regla definitiva: todo centro de más de diez megavatios trae su propia generación y cubre el ochenta por ciento de su consumo con renovables nuevas en seis años^{77 21}.

Modelo B: el cómputo del Estado. *El Estado compra y opera la supercomputadora. Acceso abierto, modelo propio, y dos problemas que no se pueden discutir.*

España es el buen ejemplo. MareNostrum, en Barcelona, costó unos 151 millones de euros, es propiedad de la empresa común europea de supercomputación y la opera el centro de Barcelona. Se inauguró en diciembre de 2023 y de ahí salió un modelo de lenguaje en castellano y en las lenguas de España gobernado por un convenio de quince instituciones. No es un solo Estado el que compra: es un consorcio de gobiernos europeos. El principio es el mismo: plata pública compra la máquina y un centro público la opera. Es el modelo de la ciencia pública, y tiene una virtud que ningún otro tiene: el acceso es abierto y el modelo que se entrena es propio^{78 79}.

Pero tiene dos problemas. El primero es la obsolescencia. Cheyenne, una supercomputadora científica de Estados Unidos que costó decenas de millones de dólares y entró en servicio en enero de 2017, se vendió en subasta pública en 2024 por 480.085 dólares. Tenía fugas en la refrigeración y errores de memoria que el propio pliego de venta declaraba ⁸⁰. El precio exacto de compra no está publicado por el laboratorio, y por eso esta propuesta no pone una cifra de pérdida: la conclusión no depende de ella. El precio de remate mide el fierro y no el uso: en esos siete años la máquina produjo una enormidad de ciencia. Lo que dice el número es otra cosa: comprar la máquina es la peor forma de tener cómputo, porque el activo se derrite mientras el trabajo sigue. Las máquinas de inteligencia artificial envejecen más rápido todavía.

El segundo problema es la demora. Brasil incluyó en su plan nacional una supercomputadora por la que licitó 959 millones de reales, con un costo total estimado de 1.060 millones. La licitación prevista para octubre de 2025 se postergó y hubo que cambiar la sede porque la ciudad elegida no tenía energía suficiente ¹⁷. Tardó, pero llegó: en agosto de 2026 el gobierno brasileño lanzó el plan definitivo, y vale mirarlo con cuidado porque es la versión más completa del modelo B que existe hoy en la región. Chile compró procesadores para una máquina en Arica; su modelo regional se entrenó en la nube de una empresa estadounidense, y la máquina de Arica está pensada para la etapa siguiente ^{81 82}.

El Estado compra bien lo que no cambia: un puente, una represa. Compra mal lo que se deprecia un tercio por año: los procesadores; el edificio y la energía se amortizan en quince o veinte. Por eso el modelo B sirve como capa de investigación pública, chica y renovable, y no como la infraestructura nacional.

¿Quién lo hizo bien? Modelo C, el privado construye y el Estado pone reglas. Brasil, India, Francia y los Emiratos lo están escribiendo con distintos grados de detalle. Es el que esta propuesta recomienda.

1. Brasil eligió el incentivo con condiciones. Su régimen para centros de datos, conocido como Redata, nació como medida provisoria en septiembre de 2025, caducó sin votación y volvió como proyecto de ley 278/2026, aprobado por la Cámara en febrero y por el Senado el 1 de septiembre de 2026, y promulgado por el presidente el 15 de septiembre de 2026. Es la Ley 15.504 de 2026. Suspende por cinco años el impuesto de importación a servidores, almacenamiento, redes y refrigeración; los demás impuestos quedan suspendidos solo hasta fin de 2026 por la reforma tributaria. A cambio pide cuatro condiciones escritas. Toda la energía contratada, de fuentes renovables o de baja emisión, según el texto final del Senado. Un mínimo del diez por ciento de la capacidad

instalada reservado para el mercado interno, ocho en las regiones más pobres. El dos por ciento del valor de los equipos beneficiados será invertido en investigación local, 1,6 en las regiones priorizadas. Y una eficiencia hídrica de no más de 0,05 litros de agua por kilovatio hora, informada cada año. Es el único caso que encontramos donde la reserva de cómputo para el país está escrita con un porcentaje ⁸³.

2. India eligió otra vía, y es la más interesante para un país sin plata. El Estado no compró ni una sola máquina. Hizo otra cosa, en tres pasos.

Primero llamó a licitación pública, pero no para comprar equipos: para comprar horas. Les pidió a las empresas privadas de nube que le ofrecieran capacidad de cómputo, con precio por hora de procesador. Se presentaron varias, diez pasaron la parte técnica y en enero de 2025 se abrieron los sobres con los precios. Ganaron empresas indias conocidas, entre ellas Jio, Tata Communications y Yotta.

Segundo, puso el precio al alcance de quien no puede pagarlo. La hora de procesador de gama alta sale unas ciento cincuenta rupias, y el Estado paga el cuarenta por ciento. El usuario final termina pagando menos de cien rupias por hora, algo así como un dólar, cuando en el mercado mundial la misma hora cuesta entre dos dólares y medio y tres. No hay un peso de subsidio a la empresa: el descuento va a la factura del que usa la máquina, y solo si la usa.

Tercero, definió quién entra. Emprendedores y universidades indias, por un portal único donde se pide la hora y se rinde cuenta de para qué se usó.

El resultado se mide en meses. A los diez meses del arranque había 18.693 procesadores disponibles. Para fines de 2025 eran más de 38.000. La misión se lanzó en marzo de 2024 con unos 1.140 millones de dólares para cinco años, que en presupuesto público es poco: menos de lo que cuesta un centro de datos mediano. Lo que compró con eso no fue una máquina sino acceso.

3. Francia anunció en febrero de 2025 compromisos por 109.000 millones de euros, identificó 35 sitios con procedimiento acelerado sobre electricidad 95 por ciento descarbonizada, y puso por escrito una rebaja de 10,5 euros por megavatio hora para los grandes centros de datos, condicionada al desempeño ambiental ⁸⁴.

4. Los Emiratos, donde vivo, acordaron con Estados Unidos en mayo de 2025 un marco de cooperación tecnológica que los documentos oficiales describen como un campus de cinco gigavatios en Abu Dhabi, con un primer centro de un gigavatio cuya primera etapa es de 200 megavatios ^{85 15}. El reparto de chips que se comentó en la prensa, una parte

para la empresa nacional y el resto para operadores estadounidenses instalados en el país, no figura en ningún documento oficial: lo informó Reuters citando fuentes no identificadas, y así hay que leerlo ⁸⁶.

Cuatro países distintos, una misma estructura: el capital lo pone el privado, la energía la certifica el Estado, el acceso se reserva por escrito y el beneficio depende del cumplimiento.

¿Qué lo frena? Tres obstáculos: la pileta sin salvavidas, el auto en el garaje y la mesa reservada que nadie ocupa.

La pileta abierta sin salvavidas. Abrir la pileta del club a todo el barrio y contratar al salvavidas después del primer susto: eso hizo Johor. Adjudicar primero y poner reglas después deja al Estado negociando con la gente sin agua. Cómo se destraba: el orden de Singapur, reglas en el pliego antes del primer megavatio.

El auto cero kilómetro en el garaje. Comprar el auto más caro para dejarlo en el garaje: pierde valor aunque no se use, y a los ocho años vale lo que un usado viejo. Es lo que le pasa a una supercomputadora comprada por el Estado, con la diferencia de que además tarda dos años en llegar. Cómo se destraba: que el Estado compre acceso, no fierros, como hizo la India.

La mesa reservada que nadie ocupa. En el restaurante propio, la mesa reservada para la familia se queda vacía si nadie viene a cenar, y se pierden clientes y facturación si no la ocupa otro. Una reserva de cómputo que nadie usa, porque no hay quien sepa usarla o porque el precio interno es igual al de exportación, es un adorno. Brasil escribió el porcentaje; falta ver si lo mide. Cómo se destraba: medir la reserva en horas de procesador entregadas, asignarla por concurso, ponerle un tope de precio y publicar cada trimestre a quién se entregó.

Cómo lo calculamos: Las dos cuentas propias de este capítulo están enteras en el Anexo de cálculos: cálculo 10, lo que vale una supercomputadora al rematarse, y cálculo 11, cuánto es una reserva del dos por ciento.

Cuaderno de campaña

Europa, de fines de los noventa a hoy. HP, Teradata, Amazon Web Services.

La pregunta que me persiguió toda la carrera es por qué los productos peores siguen ganando. Desde fines de los noventa, en distintos mercados, vi productos con peor ficha técnica quedarse con clientes y sectores enteros que otros mejores tendrían que haber ganado. En Teradata perdimos contra bases de datos técnicamente inferiores pero mejor rodeadas de socios. Después, en el equipo fundador del marketplace de Amazon Web Services en Europa, Medio Oriente y África, terminé de entenderlo. La tecnología había dejado de ser la protagonista. La fuerza real estaba en la malla de socios, integradores y fabricantes de software que la rodeaba. Los competidores no perdían por producto. Perdían por órbita.

Pasé treinta años armando ecosistemas de socios para empresas de tecnología. Lo que más me costó aceptar es que un ecosistema no se construye con doscientos socios: se construye con ocho o doce alineados, cada uno con una tarea clara y un incentivo que le conviene. Sumar nombres a una lista no suma capacidad. **Hay que construir el ecosistema mínimo viable.**

La cadena de este capítulo es eso mismo, a escala país. No hacen falta cien actores. Hace falta una generadora, una transportista, un operador de centro de datos, dos o tres universidades, un puñado de empresas que compren cómputo y una oficina pública que certifique y mida. Si esos diez están alineados por contrato, el resto llega solo. Si no lo están, no hay régimen impositivo que lo arregle.

Para usted

Si es investigador: el acceso subsidiado por hora de procesador, como en la India, es lo que le cambia la carrera. Es más útil pedir eso que pedir una supercomputadora propia. Acá lo que pesa es la confidencialidad de sus datos; aun así hay arquitecturas mixtas para repartirlos.

Si tiene una startup: un régimen con reserva de capacidad para el mercado interno, como el de Brasil, es la diferencia entre poder competir y tener que alquilar afuera en dólares. Pregunte si el proyecto que llega a su provincia lo tiene.

Si es funcionario: elija el modelo antes que el proyecto. Singapur puso las reglas en 2022 y adjudicó en 2023. Johor adjudicó primero y puso las reglas después, con la gente sin agua.

La propuesta de este capítulo: Horas de Cómputo Argentinas

Que todo proyecto de cómputo que reciba beneficios reserve capacidad para universidades, investigadores, pymes y organismos públicos argentinos, medida en horas de procesador y no en megavatios, y en dos capas. Una capa firme del dos por

ciento, que existe siempre, esté o no esté quien la use. Y una capa flexible que puede llegar al cinco por ciento cuando hay demanda de verdad: una campaña de investigación, un curso con quinientos estudiantes, un piloto del Estado. La razón de las dos capas es simple: un porcentaje fijo y alto termina siendo una mesa reservada que nadie ocupa, y un porcentaje fijo y bajo termina siendo un adorno. La capa firme garantiza que exista; la flexible garantiza que sirva. Y el porcentaje no se fija el primer día. Durante los primeros doce meses el programa compra horas en el mercado, por licitación entre varios proveedores, como hizo India. Mide quién las usa, para qué y a qué precio. Con esa demanda medida se fija el porcentaje definitivo. Una reserva escrita antes de medir la demanda es una mesa reservada; una reserva escrita después es un contrato. Que esa capacidad se asigne por concurso, con reglas publicadas, y que se informe cada trimestre cuántas horas se entregaron y a quién. Que el precio interno tenga un tope, como en la India. Y que el incumplimiento haga caer el beneficio de manera automática.

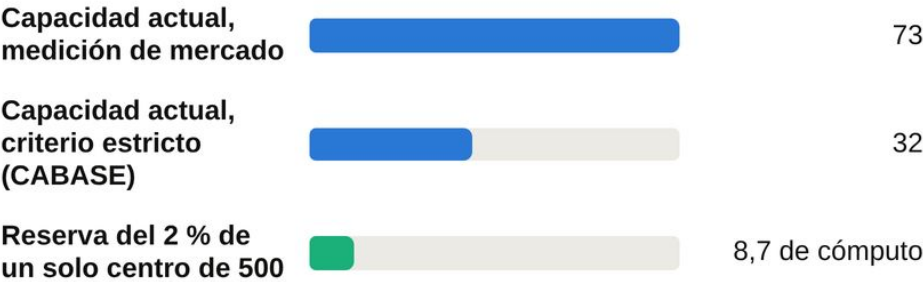
Es barata para el proyecto y es la única forma de que el eslabón cinco de la cadena, las empresas y universidades que usan el cómputo, exista alguna vez.

La prueba a doce meses: que la primera convocatoria de Horas de Cómputo Argentinas esté publicada, con precio tope y reglas de concurso, aunque el primer centro todavía no haya encendido. Si en septiembre de 2027 no hay convocatoria, la decisión no se tomó.

Infografía 14. Cuánto es una reserva del 2 por ciento

El 2 por ciento de un solo centro de 500 megavatios equivale a entre un octavo y más de un cuarto de todo el cómputo que la Argentina tiene hoy.

⚡ QUÉ ES EL 2 POR CIENTO DE UN CENTRO DE 500 MEGAVATIOS, COMPARADO CON LO QUE EL PAÍS TIENE HOY (MEGAVATIOS)



La reserva se define en horas de procesador, no en megavatios; esta cuenta la traduce a potencia solo para dar el orden de magnitud. Fuentes: Cushman & Wakefield vía La Nación y CABASE (ficha 36); cálculo 11 del anexo; decisión 4 del capítulo 12. Datos al 30 de septiembre de 2026.

Infografía 14. Cuánto es una reserva del 2 por ciento.

Cierre

Beltrán no fabricó bronce: fundió las campanas que había. La Argentina no va a fabricar chips ni tiene que comprar la supercomputadora más grande del mundo. Tiene que decidir quién funde y para quién.

El modelo A deja un galpón. El modelo B deja una máquina vieja. El modelo C, con la reserva escrita, medida y cobrada, **deja lo único que dura: gente que aprendió a usar el cómputo para hacer cosas que se venden.**

Máxima del Nuevo Cruce

Las campanas ya están. Lo que decide la guerra es quién funde y para quién.

Para que usted responda

1. De los siete eslabones, ¿en cuál trabaja usted o le gustaría trabajar? ¿Qué eslabón vecino le falta conocer?

2. Si su universidad o su empresa recibiera mañana mil horas de procesador gratis, ¿para qué las usaría? Si no sabe la respuesta, ese es el problema que la reserva no resuelve sola.

3. Johor adjudicó primero y puso reglas después. ¿Conoce un caso argentino, en cualquier rubro, donde pasó lo mismo? ¿Cómo terminó?

4. Elija los diez actores de su Ecosistema Mínimo Viable para un centro de cómputo en su provincia. Nómbralos.



Datos actualizados, correcciones y novedades del libro:
www.waroftheecosystems.com