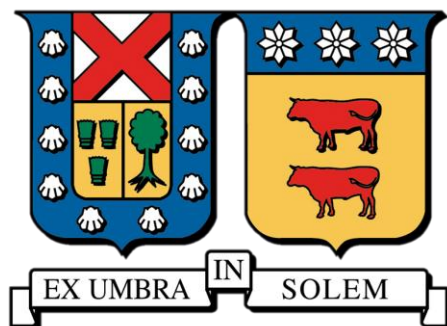




UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA MARÍA
DEPARTAMENTO DE INDUSTRIAS

**ANÁLISIS TÉCNICO Y ECONÓMICO DE UN DATA CENTER DE
ÚLTIMA TECNOLOGÍA ALIMENTADO CON ENERGÍA RENOVABLE
24/7 EN LA REGIÓN METROPOLITANA**

MEMORIA PARA OPTAR AL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL INDUSTRIAL

AUTOR

NICOLÁS ANDRÉS GALLEGO GONZÁLEZ

PROFESOR GUÍA:

MARÍA PILAR GARATE

PROFESOR CORREFERENTE:

NICOLÁS MANCILLA GODOY

SANTIAGO DE CHILE, AGOSTO 2026



CONSTANCIA DE VALIDACIÓN Y CONFIDENCIALIDAD DE MONOGRAFÍA A REPOSITORIO ACADÉMICO

1.- IDENTIFICACIÓN DEL TRABAJO ACADÉMICO

Tipo de monografía (marcar una opción): ☒ Memoria o trabajo de título ☐ Tesis de Postgrado

Título del trabajo: ANÁLISIS TÉCNICO Y ECONÓMICO DE UN DATA CENTER DE ÚLTIMA TECNOLOGÍA ALIMENTADO CON ENERGÍA RENOVABLE 24/7 EN LA REGIÓN METROPOLITANA

Nombre del candidato(a): Nicolás Andrés Gallego González

Carrera / Grado: Ingeniería Civil Industrial

Campus: Vitacura **Departamento:** Industrias

2.- VALIDACIÓN DEL PROFESOR GUÍA/DIRECTOR DE TESIS

Yo, María Pilar Gárate Chateau, en mi calidad de profesor(a) guía/director(a) del trabajo académico mencionado anteriormente **DEJO CONSTANCIA** que:

- He revisado esta versión del documento y corresponde a la versión final aprobada del trabajo.
- El trabajo cumple con los requisitos académicos y de formato establecidos por la institución.

3.- EVALUACIÓN DE CONFIDENCIALIDAD POR PROPIEDAD INDUSTRIAL (marcar una opción)

☒ El trabajo **NO contiene** información que amerite confidencialidad y puede ser publicado de inmediato en repositorio con acceso abierto.

☐ El trabajo **CONTIENE** información con potenciales implicancias de propiedad industrial o intelectual y requiere un periodo de confidencialidad (**embargo**) por (**marcar una opción**):

☐ 6 meses ☐ 12 meses ☐ 2 años ☐ 3 años ☐ 5 años ☐ 10 años

Fundamentación de la necesidad de confidencialidad (obligatorio si se solicita embargo):

4.- FIRMAS

Profesor(a) guía o director(a) de memoria o tesis:

Fecha: 03 de agosto de 2026

Firma:

Estudiante o Candidato(a):

Fecha: 03 de agosto de 2026

Firma:

Este formulario debe ser insertado como página 2 de la memoria o tesis, completado y firmado por estudiante y profesor(a) antes de la entrega en portal PRISMA de Biblioteca USM.

Tabla de Contenidos

1	Agradecimientos	7
2	Resumen	8
3	Abstract	9
4	Introducción	10
5	Problema de Investigación	12
6	Objetivos	14
6.1	Objetivo General	14
6.2	Objetivos Específicos	14
7	Alcance	15
8	Marco Teórico	17
8.1	Data Centers	18
8.1.1	Tipología y rol de los Data Centers en la economía digital	19
8.1.2	Consumo energético en Data Centers	19
8.1.3	Consideraciones ambientales y regulatorias de los Data Centers	21
8.1.4	Impacto ambiental de los Data Centers	22
8.1.5	Impacto social de los Data Centers.....	23
8.1.6	Modelos de negocio: colocation e hyperscale.....	24
8.2	Sistema eléctrico chileno.....	25

8.2.1	Estructura del SEN y mercado de clientes libres	25
8.2.2	Energías renovables en la matriz chilena	26
8.3	Sistemas de Almacenamiento de Energía con Baterías (BESS)	28
8.3.1	Definición, principio de funcionamiento y métricas técnicas	28
8.3.2	BESS stand-alone y su rol en la integración de energías renovables	29
8.4	Suministro energético renovable 24/7	29
8.4.1	Certificación y trazabilidad del suministro renovable.....	30
8.4.2	Condiciones para materializar el suministro renovable continuo	31
8.5	Power Purchase Agreements en Chile.....	31
9	Metodología	33
9.1	Caracterización técnica del Data Center.....	33
9.1.1	Demanda energética total: aplicación del PUE.....	34
9.2	Análisis de la integración energética renovable BESS + Data Center	36
9.2.1	Estrategia operacional del sistema BESS	36
9.2.2	Integración física y conexión eléctrica del proyecto.....	38
9.2.3	Contexto energético y potencial de integración renovable	39
9.2.4	Contrato de suministro energético	40
9.3	Modelo de evaluación económica	42
9.3.1	Estimación de costos	44
9.3.2	Estimación de ingresos	47
9.3.3	Construcción del flujo de caja.....	49
9.3.4	Estructura de financiamiento	51
9.3.5	Cálculo de indicadores económicos.....	52

9.3.6	Análisis de sensibilidad y escenarios.....	54
10	Resultados	57
10.1	Estimación de la tasa de descuento	57
10.2	Resultados del escenario base	57
10.3	Sensibilidad del precio PPA	59
10.4	Determinación del PPA límite	61
10.5	Sensibilidad del PUE.....	62
10.6	Sensibilidad del CAPEX	64
10.7	Determinación del CAPEX límite	66
10.8	Sensibilidad de la tarifa de comercialización	67
10.8.1	Determinación de la tarifa mínima de comercialización.....	69
10.9	Condiciones de financiamiento y estructura de deuda.....	70
10.9.1	Estructura de amortización del crédito	71
10.10	Resultados del escenario con financiamiento	73
10.11	Umbral de ocupación comercial del modelo Colocation.....	75
11	Conclusiones	78
12	Discusión	80
13	Limitaciones	82
14	Anexos	84
14.1	Supuestos generales del modelo económico	84
14.2	Proyección de ingresos.....	84

14.3	Estimación del consumo energético	86
14.4	Estimación de costos operacionales (OPEX)	88
14.5	Depreciación y valor residual	90
14.6	Flujo de caja del escenario base: modelo Colocation	91
14.7	Flujo de caja base del modelo Colocation	92
14.8	Flujo de caja base del modelo Hyperscale.....	93

Lista de Tablas

1	Consumo hídrico declarado en el SEA por Data Centers en la Región Metropolitana.	23
2	Comparación entre modelos de negocio de Data Center	25
3	Categorización de clientes finales en el SEN según potencia conectada.	26
4	Costo Marginal Real barra Lo Aguirre 220, año 2025.	41
5	Distribución temporal del CAPEX del proyecto.	43
6	Vida útil referencial de componentes de infraestructura en Data Centers.	44
7	Curva de ocupación considerada para el modelo colocation.	51
8	Curva de ocupación considerada para el modelo hyperscale.....	51
9	Indicadores económicos del escenario base.	58
10	Sensibilidad del modelo Colocation frente al precio del contrato PPA	60
11	Sensibilidad del modelo Hyperscale frente al precio del contrato PPA.....	60
12	PPA límite para cada modelo de negocio.	61
13	Sensibilidad del modelo Colocation frente a variaciones del PUE.....	63
14	Sensibilidad del modelo Hyperscale frente a variaciones del PUE.	63

15	Sensibilidad de los indicadores económicos frente a variaciones del CAPEX para el modelo Colocation.....	65
16	Sensibilidad de los indicadores económicos frente a variaciones del CAPEX para el modelo Hyperscale.	65
17	CAPEX límite para los modelos de negocio evaluados.....	66
18	Sensibilidad de los indicadores económicos frente a variaciones de la tarifa de comercialización para el modelo Colocation.....	68
19	Sensibilidad de los indicadores económicos frente a variaciones de la tarifa de comercialización para el modelo Hyperscale.	68
20	Tarifa mínima de comercialización para alcanzar un VAN igual a cero.	69
21	Parámetros considerados para el escenario financiado.	72
22	Cronograma de desembolso y amortización del financiamiento.	73
23	Indicadores financieros del inversionista para el escenario con financiamiento.	74
24	Curva de ocupación límite para el modelo Colocation (VAN = 0).	76
25	Supuestos generales del modelo económico.....	84
26	Proyección de ingresos del modelo Colocation.	85
27	Proyección de ingresos del modelo Hyperscale.	86
28	Estimación del consumo energético del modelo Colocation.	87
29	Estimación del consumo energético del modelo Hyperscale.....	88
30	Estimación de costos operacionales del modelo Colocation.	89
31	Estimación de costos operacionales del modelo Hyperscale.....	90
32	Depreciación anual del proyecto.	91
33	Estimación del valor residual.	91

34	Flujo de caja base del modelo Colocation (años 0–10).	92
35	Flujo de caja base del modelo Colocation (años 11–20).	92
36	Flujo de caja financiado del modelo Colocation (años 0–10).	93
37	Flujo de caja financiado del modelo Colocation (años 11–20).	93
38	Flujo de caja financiado del modelo Hyperscale (años 0–10).	94
39	Flujo de caja financiado del modelo Hyperscale (años 11–20).	94

Lista de Figuras

1	Capacidad ERNC instalada en Chile y participación porcentual en el total, 2013– 2025 (ACESOL, 2025).	27
2	Generación solar y eólica y vertimientos en Chile, enero 2022 – junio 2025 (Ember, 2025; Coordinador Eléctrico Nacional, 2025).	27
3	Diagrama de proceso de la estructura metodológica (elaboración propia).	33
4	Esquema operacional de integración energética entre el sistema BESS y el Data Center (adaptado de ETICA AG, 2025).	37
5	Composición del CAPEX en proyectos de Data Center de gran escala (Dgtl Infra, 2024).	45
6	Precio mensual de colocation por mercado para requerimientos de 250–500 kW, mínimo y máximo (CBRE Research, Q1 2025).	48

1 Agradecimientos

Quiero empezar agradeciendo a mi familia, en especial a mis padres Julián Gallego y Blanca González; también a mi hermana Monserrat Gallego, a mi padrino Juan Carlos Salas, y una mención muy especial a mi abuela Ana María Hill y mi madrina Marisol González, quienes fueron parte de este proceso y siempre han sido un pilar fundamental en mi vida. Soy muy afortunado de tenerlos a mi lado, les agradezco de corazón.

Agradezco a Francisca, mi polola, por acompañarme en cada momento y darme ánimos con tus palabras de aliento cada vez que lo necesité. Gracias por todo tu amor, paciencia y apoyo incondicional.

También quiero dar las gracias a mis amigos, quienes han hecho de este proceso una etapa mucho más amena y memorable.

Finalmente, agradezco al equipo de Lader Energy por proponerme esta memoria y confiar en mí para apoyarlos en estos comienzos de mi carrera profesional.

2 Resumen

El crecimiento acelerado de la economía digital y el desarrollo de la inteligencia artificial han incrementado la demanda por Data Centers y, con ello, la necesidad de soluciones que permitan un suministro eléctrico continuo y de origen renovable. En este contexto, los sistemas de almacenamiento de energía mediante baterías (BESS) surgen como una alternativa para facilitar la integración de energías renovables y mejorar la confiabilidad del abastecimiento energético.

La presente investigación evalúa la viabilidad técnica y económica del desarrollo de un Data Center de 100 MW de capacidad TI en la Región Metropolitana, asociado al proyecto BESS Lo Prado de Lader Energy Chile. Para ello, se caracterizan los requerimientos energéticos de la instalación, se analiza la integración del sistema BESS dentro de una estrategia de suministro renovable 24/7 y se desarrolla un modelo de evaluación económica para comparar los modelos de negocio Colocation e Hyperscale mediante análisis de sensibilidad de las principales variables económicas.

Los resultados muestran que ambas configuraciones presentan viabilidad técnica y económica bajo los supuestos evaluados. El modelo Colocation presenta un mayor potencial de generación de ingresos, aunque su desempeño depende en mayor medida del cumplimiento de las proyecciones de ocupación comercial. Por su parte, el modelo Hyperscale ofrece una estructura comercial más estable basada en contratos de largo plazo, con menores requerimientos de comercialización. Asimismo, el estudio identifica los valores críticos de PPA, CAPEX, tarifas de comercialización y ocupación comercial que permiten mantener la viabilidad económica de ambos modelos, junto con la influencia del PUE en los requerimientos energéticos y costos de operación del Data Center.

3 Abstract

The rapid growth of the digital economy and the expansion of artificial intelligence have increased the demand for data center infrastructure, creating the need for reliable and renewable energy supply solutions. In this context, Battery Energy Storage Systems (BESS) have emerged as a promising alternative to facilitate the integration of renewable energy sources while improving the reliability of power supply.

This research evaluates the technical and economic feasibility of developing a 100 MW IT capacity data center in the Metropolitan Region of Chile, using the BESS Lo Prado project developed by Lader Energy Chile as a case study. The study characterizes the data center's energy requirements, analyzes the integration of the BESS within a 24/7 renewable energy supply strategy, evaluates cooling alternatives through the analysis of the Power Usage Effectiveness (PUE) indicator and its technical implications, and develops an economic evaluation model to compare two representative business models in the industry: Colocation and Hyperscale. A sensitivity analysis is performed to assess the impact of the main economic variables on project profitability.

The results show that both configurations are technically and economically feasible under the evaluated assumptions. The Colocation model presents greater revenue generation potential; however, its performance depends more strongly on achieving the projected commercial occupancy levels. In contrast, the Hyperscale model provides a more stable commercial structure based on long-term contracts, with lower commercialization requirements. Furthermore, the study identifies the critical threshold values of Power Purchase Agreement (PPA) price, CAPEX, commercialization tariffs, and commercial occupancy required to maintain the economic viability of both business models, while highlighting the influence of PUE on energy demand and operating costs.

4 Introducción

Durante la última década, el crecimiento de la economía digital ha impulsado una expansión sostenida de la infraestructura tecnológica a nivel mundial. La masificación de los servicios de computación en la nube, el aumento del tráfico de datos y el desarrollo de aplicaciones basadas en inteligencia artificial han incrementado significativamente la necesidad de infraestructura capaz de almacenar, procesar y transmitir grandes volúmenes de información de manera continua y confiable. En este contexto, los Data Centers se han consolidado como activos estratégicos para el funcionamiento de múltiples sectores productivos, financieros y tecnológicos.

Paralelamente, la creciente adopción de energías renovables ha transformado la forma en que se planifican y desarrollan nuevos proyectos energéticos. La incorporación masiva de generación solar y eólica ha permitido avanzar hacia una matriz eléctrica más limpia, pero también ha generado nuevos desafíos asociados a la gestión de la energía, especialmente en escenarios donde la generación renovable supera temporalmente la demanda del sistema. Frente a esta situación, los sistemas de almacenamiento mediante baterías (Battery Energy Storage Systems, BESS) han adquirido un rol cada vez más relevante como herramienta para aumentar la flexibilidad operativa y facilitar una mayor integración de energías renovables.

En este escenario surge la oportunidad de analizar proyectos que combinen infraestructura digital e infraestructura energética dentro de un mismo modelo de desarrollo. La presente investigación se desarrolla en el marco de la evaluación de un proyecto de Data Center de gran escala impulsado por Lader Energy Chile, el cual se plantea asociado energéticamente al proyecto BESS Lo Prado. Esta configuración permite estudiar una alternativa que integra una demanda eléctrica intensiva y continua con un sistema de almacenamiento energético capaz de respaldar esquemas



de suministro renovable y aportar flexibilidad al sistema eléctrico.

5 Problema de Investigación

La transformación digital, la computación en la nube y el desarrollo de la inteligencia artificial han incrementado la necesidad de infraestructura capaz de almacenar, procesar y transmitir grandes volúmenes de datos. En este contexto, los Data Centers se han consolidado como infraestructura crítica para el funcionamiento continuo de servicios digitales y el desarrollo tecnológico (Ministerio de Ciencia, 2024).

En Chile, el desarrollo de Data Centers ha mostrado un crecimiento relevante, pasando de menos de 35 MW en 2013 a cerca de 198 MW en 2023, con múltiples proyectos en distintas etapas de desarrollo hacia los próximos años (Ministerio de Ciencia, 2024). Esta tendencia ha continuado consolidándose, alcanzando aproximadamente 242,7 MW operativos de capacidad instalada, posicionando al país como el segundo mercado más importante de Sudamérica después de Brasil. Asimismo, se proyecta la incorporación de al menos 367 MW adicionales asociados a más de 15 proyectos actualmente en desarrollo (La Tercera, 2026). Sin embargo, esta expansión plantea desafíos desde el punto de vista energético, ya que estas instalaciones requieren operar de manera continua, implicando elevados requerimientos eléctricos (Molina Tapia, 2022).

En este contexto, el sistema eléctrico enfrenta una creciente presión asociada al aumento de la demanda de los Data Centers, lo que plantea la necesidad de incorporar soluciones que permitan gestionar de forma eficiente el suministro energético (H2News, 2026). En este escenario, los sistemas de almacenamiento de energía mediante baterías (BESS) surgen como una alternativa para aportar flexibilidad al sistema eléctrico y facilitar la integración de energías renovables (International Renewable Energy Agency (IRENA), 2025).

En particular, el proyecto BESS Lo Prado, desarrollado por Lader Energy Chile SpA, co-

responde a un sistema de almacenamiento del tipo stand-alone que podría contribuir a la gestión del suministro energético en este tipo de proyectos.

No obstante, es importante considerar que un sistema BESS no genera energía por sí mismo, sino que almacena energía producida por otras fuentes, por lo que su integración debe analizarse como parte de una configuración energética más amplia.

En consecuencia, si bien Chile presenta condiciones favorables para el desarrollo de infraestructura digital, aún existe una brecha de conocimiento respecto de las condiciones técnicas y económicas necesarias para desarrollar proyectos de Data Centers asociados a configuraciones energéticas basadas en energías renovables y almacenamiento energético.

Es en este contexto que surge la necesidad de evaluar la viabilidad de abastecer un Data Center de gran escala con energía renovable 24/7 mediante una estrategia que integre generación renovable y almacenamiento energético. En base a lo anterior, se plantea la siguiente pregunta de investigación: ¿Bajo qué condiciones técnicas y económicas es viable desarrollar un Data Center de gran escala en la Región Metropolitana con suministro energético renovable y almacenamiento mediante BESS? A partir de esta interrogante surgen además las siguientes preguntas: ¿Cuáles son los requerimientos técnicos y energéticos de un Data Center de gran escala? y ¿Qué variables económicas determinan su viabilidad?

6 Objetivos

6.1 Objetivo General

Evaluar la viabilidad técnica y económica del desarrollo de un Data Center de gran escala en la Región Metropolitana asociado al sistema de almacenamiento energético BESS Lo Prado, mediante la caracterización de sus requerimientos energéticos, la construcción de un modelo de evaluación económica y el análisis de sensibilidad de sus variables críticas, con el fin de analizar su potencial implementación bajo una estrategia de suministro energético basada en energías renovables y almacenamiento BESS.

6.2 Objetivos Específicos

1. Caracterizar los requerimientos técnicos y energéticos de un Data Center de gran escala, con el fin de establecer la base del análisis del proyecto.
2. Analizar el rol del sistema de almacenamiento energético BESS en el suministro energético del Data Center, considerando su aporte a una operación basada en energías renovables.
3. Desarrollar un modelo de evaluación económica del proyecto, considerando los principales costos e ingresos, con el propósito de calcular indicadores como VAN, TIR y periodo de recuperación.
4. Realizar un análisis de sensibilidad de las variables críticas del modelo económico y concluir respecto a la viabilidad técnica y económica del desarrollo del proyecto, identificando las condiciones bajo las cuales este resulta viable.

7 Alcance

El presente estudio está enfocado en una evaluación de prefactibilidad técnico-económica para la implementación de un Data Center de 100 MW de capacidad TI abastecido mediante un sistema de almacenamiento de energía con baterías (BESS), considerando como caso de estudio el proyecto BESS Lo Prado. La investigación comprende la caracterización de la demanda energética del Data Center, la definición de los principales parámetros técnicos de operación y diseño, y la evaluación de dos modelos de negocio representativos de la industria: Colocation e Hyperscale.

El alcance del estudio incluye la estimación de la inversión inicial (CAPEX), los costos de operación (OPEX), la estimación de ingresos para ambos modelos de negocio y la construcción de flujos de caja descontados para un horizonte de evaluación de veinte años. Asimismo, se analizan indicadores financieros tales como VAN, TIR y Payback, complementados con análisis de sensibilidad sobre variables críticas como el precio del suministro eléctrico, el costo de inversión y el nivel de ocupación del Data Center.

El presente estudio debe ser comprendido como una evaluación conceptual de prefactibilidad técnico-económica para el desarrollo del proyecto de Data Center de gran escala asociado al proyecto BESS Lo Prado. Su objetivo es entregar antecedentes técnicos y económicos que permitan evaluar la viabilidad del proyecto y establecer una base para apoyar futuras decisiones de inversión y el desarrollo del proyecto.

En consecuencia, se reconoce que las etapas posteriores serán las encargadas de desarrollar la ingeniería de detalle, definir la configuración definitiva de la infraestructura, establecer las condiciones comerciales del suministro energético y profundizar los aspectos constructivos, regulatorios y contractuales que no forman parte del alcance de este documento. Asimismo, los resultados de



la evaluación podrán ser actualizados conforme se disponga de información más específica del proyecto y de las condiciones de mercado vigentes.

8 Marco Teórico

El desarrollo de Data Centers de gran escala implica altos requerimientos energéticos, operando de manera continua bajo esquemas de suministro confiables y eficientes. En un contexto de transición energética, la integración de energías renovables y sistemas de almacenamiento energético (BESS) surge como una alternativa para satisfacer esta demanda, aunque plantea desafíos técnicos y económicos asociados a la intermitencia de las fuentes renovables y a la gestión del suministro eléctrico.

En este escenario, el análisis de configuraciones energéticas que combinen generación renovable, almacenamiento y estructuras de suministro resulta fundamental para evaluar la viabilidad de este tipo de proyectos. En particular, la utilización de sistemas BESS stand-alone permite aportar flexibilidad al sistema eléctrico, facilitando el desplazamiento temporal de energía y contribuyendo a la estabilidad del suministro.

El presente capítulo tiene por objetivo establecer los fundamentos teóricos necesarios para el desarrollo de la investigación. Para ello, se abordan los principales conceptos asociados a Data Centers, el sistema eléctrico y las energías renovables, el funcionamiento de los sistemas de almacenamiento energético, y finalmente los criterios de evaluación económica utilizados para analizar la viabilidad del proyecto.

8.1 Data Centers

Los Data Centers corresponden a infraestructuras físicas destinadas al almacenamiento, procesamiento y transmisión de grandes volúmenes de datos, mediante el uso de servidores, sistemas de almacenamiento, redes de telecomunicaciones y sistemas de soporte asociados a su operación continua (Ministerio de Ciencia, 2024). Estas instalaciones permiten el funcionamiento de servicios digitales críticos, tales como plataformas en la nube, comercio electrónico y sistemas financieros.

A nivel global y nacional, esta industria ha evolucionado hacia la construcción de instalaciones de mayor escala, conocidas como Data Centers hyperscale y colocation. Los Data Centers hyperscale corresponden a instalaciones de gran capacidad operadas generalmente por grandes empresas tecnológicas, mientras que los Data Centers colocation permiten a múltiples clientes alojar sus equipos en una infraestructura compartida, optimizando costos y eficiencia operativa (Servicio de Evaluación Ambiental, 2026).

Desde el punto de vista energético, los Data Centers se caracterizan por ser instalaciones altamente intensivas en consumo eléctrico, debido a la necesidad de operar de manera continua las 24 horas del día y los 7 días de la semana. Este consumo no solo está asociado a la carga informática, sino también a sistemas auxiliares como refrigeración, respaldo energético y seguridad operativa, lo que incrementa significativamente su demanda energética total (International Energy Agency, 2024a).

8.1.1. Tipología y rol de los Data Centers en la economía digital

La función principal de los Data Centers es garantizar la continuidad operacional y disponibilidad necesarias para la operación de servicios digitales, plataformas cloud, inteligencia artificial y aplicaciones empresariales (Servicio de Evaluación Ambiental, 2026)

De acuerdo con su modelo operativo y escala, los principales tipos de Data Centers corresponden a:

- **Enterprise Data Centers:** infraestructura destinada al uso exclusivo de una organización o empresa específica.
- **Colocation Data Centers:** centros donde múltiples clientes comparten infraestructura física, mientras mantienen control sobre sus propios servidores y sistemas.
- **Hyperscale Data Centers:** instalaciones de gran escala operadas por proveedores globales de servicios cloud e inteligencia artificial, caracterizadas por alta automatización y elevados requerimientos energéticos.
- **Edge Data Centers:** instalaciones de menor escala ubicadas cerca de los usuarios finales con el objetivo de reducir latencia y mejorar tiempos de respuesta.

8.1.2. Consumo energético en Data Centers

El consumo energético de los Data Centers constituye uno de los principales factores críticos en su desarrollo, debido a la elevada demanda eléctrica asociada a la operación continua de servidores, sistemas de almacenamiento, redes de telecomunicaciones y sistemas de climatización necesarios para su funcionamiento (Ministerio de Ciencia, 2024)

La demanda eléctrica de un Data Center se compone principalmente de la carga informática (IT load), que incluye servidores, sistemas de almacenamiento y equipos de red, junto con sistemas auxiliares necesarios para su operación. Entre estos, los sistemas de climatización o enfriamiento representan una fracción significativa del consumo total, ya que permiten mantener condiciones térmicas adecuadas para el funcionamiento de los equipos. Adicionalmente, existen consumos asociados a infraestructura de respaldo, como sistemas de alimentación ininterrumpida (UPS), pérdidas eléctricas e iluminación, los cuales en conjunto incrementan la demanda energética total del Data Center (International Energy Agency, 2024a)

A nivel global, se estima que la industria de Data Centers representa aproximadamente un 2 % del consumo eléctrico mundial, con proyecciones de crecimiento impulsadas por el desarrollo de tecnologías como la computación en la nube y la inteligencia artificial (Ministerio de Ciencia, 2024)

En términos de magnitud, los Data Centers presentan requerimientos de potencia elevados, que pueden variar desde aproximadamente 10 MW en instalaciones de menor escala, hasta valores superiores a 50 MW en centros de gran tamaño, e incluso superar los 100 MW en instalaciones de tipo hyperscale (Servicio de Evaluación Ambiental, 2026). Esta amplia variabilidad da cuenta de la relevancia del consumo energético como factor estructural en el desarrollo de este tipo de infraestructura.

En este contexto, la infraestructura eléctrica disponible, así como la capacidad de suministro y redundancia del sistema, se posicionan como factores determinantes en la localización de Data Centers. Estudios recientes indican que la disponibilidad de energía y la calidad del suministro eléctrico constituyen los principales criterios de selección de emplazamiento, por sobre otras variables como disponibilidad de terreno o conectividad digital (Droguett Paillalef, 2025)

Adicionalmente, el crecimiento sostenido de la industria ha comenzado a generar presión sobre los sistemas eléctricos, particularmente en mercados donde la capacidad de generación y transmisión presenta limitaciones. En el caso chileno, se ha señalado que el alto consumo energético de los Data Centers puede transformarse en una limitante para su desarrollo, evidenciando tensiones entre la expansión de esta industria y la capacidad del sistema eléctrico para abastecerla (Eyzaguirre, 2024)

En consecuencia, el consumo energético deja de ser únicamente una característica operativa para transformarse en un factor estructural que condiciona la viabilidad técnica y económica de nuevos proyectos de Data Centers.

8.1.3. Consideraciones ambientales y regulatorias de los Data Centers

El Servicio de Evaluación Ambiental (SEA) elaboró en 2025 un criterio de evaluación ambiental para proyectos de Data Centers, en el marco del artículo 81 letra d) de la Ley N°19.300 y el artículo 4 del Reglamento del SEIA (DS N°40/2012), con el objetivo de uniformar la evaluación ambiental para este tipo de infraestructura (Servicio de Evaluación Ambiental, 2026).

Dentro de las principales tipologías de ingreso al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA) asociadas a proyectos de Data Centers destacan:

- **Infraestructura eléctrica:** líneas de transmisión superiores a 23 kV y con longitudes mayores a 2 km, conforme al artículo 3 literal b.1 del Reglamento del SEIA (Servicio de Evaluación Ambiental, 2026).
- **Grupos electrógenos de respaldo:** sistemas de generación eléctrica con potencias superiores a 3 MW, según el artículo 3 literal c del Reglamento del SEIA (Servicio de Evaluación

Ambiental, 2026).

- **Manejo y almacenamiento de combustibles:** proyectos que superen 80.000 kg/día o capacidades de almacenamiento superiores a 1.000 toneladas, de acuerdo con el artículo 3 literal ñ.3 del Reglamento del SEIA (Servicio de Evaluación Ambiental, 2026).

Adicionalmente, la operación de Data Centers implica elevados requerimientos energéticos y sistemas de climatización intensivos, generando desafíos asociados a sostenibilidad energética, emisiones indirectas y consumo de recursos para refrigeración.

8.1.4. Impacto ambiental de los Data Centers

Uno de los principales aspectos ambientales corresponde a la alta demanda eléctrica requerida para garantizar operación continua, climatización y respaldo energético. En este contexto, el uso de grupos electrógenos diésel implica emisiones atmosféricas, ruido y almacenamiento de combustibles en grandes volúmenes, constituyendo uno de los componentes más relevantes desde el punto de vista ambiental.

Asimismo, los sistemas de refrigeración pueden requerir elevados consumos de agua dependiendo de la tecnología utilizada, particularmente en sistemas evaporativos o adiabáticos. Debido a ello, el consumo hídrico asociado a Data Centers ha adquirido creciente relevancia en zonas con estrés hídrico y alta concentración urbana (Zúñiga, 2025). La magnitud de este consumo en proyectos de gran escala emplazados en la Región Metropolitana se presenta en la Tabla 1.

Tabla 1: Consumo hídrico declarado en el SEA por Data Centers en la Región Metropolitana.

Proyecto	Consumo de agua (L/día)
Data Center PARAM II (Google)	4.380.000
Cerrillos Data Center	9.637.000
Centro de Datos Puente Alto (Amazon)	2.987.000
CIRIÓN	1.145.000
SCLO2 – SCLO3	1.145.000
Scala DC Campus	487.500

Fuente: Adaptado de Zúñiga (2025).

Adicionalmente, la operación de Data Centers genera residuos electrónicos asociados a servidores, baterías y equipos eléctricos, los cuales requieren manejo especializado al término de su vida útil.

8.1.5. Impacto social de los Data Centers

El desarrollo de la industria de Data Centers en Chile genera impactos sociales que se manifiestan principalmente en la generación de empleo y la formación de capital humano especializado.

Desde el punto de vista del empleo, si bien el Plan Nacional de Data Centers proyecta inversiones superiores a USD 4.000 millones y la creación de más de 950 empleos directos permanentes (Diario Financiero, 2025c), estudios basados en solicitudes de información pública al SEIA revelan que los proyectos planificados generarían solo 909 puestos permanentes en un horizonte operacional de 30 años (Rodríguez Salamanca y Rest of World, 2025). Esto refleja que los Data Centers son una industria de bajo impacto en empleo directo, cuyo mayor efecto laboral se produce de forma indirecta en sectores como construcción, ingeniería y servicios.

Desde el punto de vista del capital humano, el crecimiento acelerado del sector ha evidenciado una brecha estructural de talento especializado. En respuesta, el Ministerio de Ciencia y

ChileValora desarrollaron perfiles ocupacionales formales para la industria, con la meta de reducir la brecha de personal cualificado en al menos un 10 % al año 2030 (ChileValora, 2026).

8.1.6. Modelos de negocio: colocation e hyperscale

Desde el punto de vista comercial y operativo, el proyecto de Data Center puede desarrollarse bajo distintas configuraciones de mercado. Para el presente estudio se consideran dos modelos de negocio ampliamente utilizados en la industria: colocation e hyperscale.

El modelo hyperscale corresponde a instalaciones destinadas a un único cliente de gran escala, normalmente asociado a empresas globales de servicios cloud e inteligencia artificial, tales como Google, AWS o Microsoft. Este tipo de Data Center se caracteriza por presentar altas densidades de potencia, contratos de largo plazo y elevados requerimientos de continuidad operacional y eficiencia energética.

Por otro lado, el modelo colocation consiste en infraestructura compartida entre múltiples clientes, donde el operador proporciona energía, refrigeración, conectividad y seguridad física. En este esquema, los clientes mantienen el control de sus propios equipos informáticos, mientras que el operador administra la infraestructura crítica del Data Center.

Ambos modelos presentan diferencias relevantes desde el punto de vista técnico y económico, particularmente en términos de ocupación, estabilidad de ingresos y evolución de la demanda energética. Por esta razón, ambas configuraciones serán consideradas en el análisis económico del proyecto.

Las principales diferencias entre ambos modelos de negocio se resumen en la Tabla 2.

Tabla 2: Comparación entre modelos de negocio de Data Center.

Característica	Hyperscale	Colocation
Tipo de cliente	Empresas globales de servicios cloud e inteligencia artificial, como Google, AWS o Microsoft	Empresas que requieren infraestructura TI sin construir un Data Center propio
Modelo operativo	Cliente único con infraestructura dedicada	Infraestructura compartida entre múltiples clientes
Capacidad contratada	Alta y centralizada	Fraccionada y progresiva
Contratos	Largo plazo	Variables según ocupación
Ocupación esperada	Alta desde etapas iniciales	Crecimiento gradual

Fuente: Elaboración propia.

8.2 Sistema eléctrico chileno

El Sistema Eléctrico Nacional (SEN) constituye el marco regulatorio e infraestructural en el que opera el presente proyecto. Su comprensión es relevante tanto para la contratación energética de grandes consumidores como para evaluar el potencial de integración de energías renovables y sistemas de almacenamiento en el suministro del Data Center.

8.2.1. Estructura del SEN y mercado de clientes libres

El SEN corresponde al sistema eléctrico interconectado que abastece a la mayor parte del país, extendiéndose por aproximadamente 3.100 km desde Arica hasta Chiloé. Se organiza en tres segmentos: generación, transmisión y distribución, coordinados operacionalmente por el Coordinador Eléctrico Nacional (CEN) (Coordinador Eléctrico Nacional, 2025b).

Desde el punto de vista de la contratación energética, la Ley General de Servicios Eléctricos distingue entre clientes regulados, con potencia conectada igual o inferior a 5.000 kW y sujetos a tarifas definidas por la CNE, y clientes libres, con potencia superior a 5.000 kW, quienes negocian directamente sus contratos con generadores a precios de mercado (Biblioteca del Congreso

Nacional, 2024). Un Data Center de 155 MW opera necesariamente bajo esta última categoría, lo que le otorga capacidad negociadora para suscribir contratos de largo plazo como un PPA. La Tabla 3 resume esta categorización.

Tabla 3: Categorización de clientes finales en el SEN según potencia conectada.

Categoría	Potencia conectada	Régimen tarifario
Cliente regulado	$\leq 5.000 \text{ kW}$	Tarifa regulada por la CNE
Cliente elegible	300 – 5.000 kW	Puede optar entre regulado o libre
Cliente libre	$> 5.000 \text{ kW}$	Precio negociado libremente

Fuente: Elaboración propia.

8.2.2. Energías renovables en la matriz chilena

La matriz eléctrica chilena ha experimentado una transformación significativa en la última década. La capacidad instalada total del SEN pasó de 34.588 MW en enero de 2025 a 38.456 MW en diciembre del mismo año, con un dominio creciente de las energías renovables. Las Energías Renovables No Convencionales (ERNC) pasaron de representar un 20 % de la capacidad instalada en 2017 a superar el 48 % en 2025, lideradas por la energía solar fotovoltaica (Asociación Chilena de Energía Solar (ACESOL), 2025), tal como se ilustra en la Figura 1.

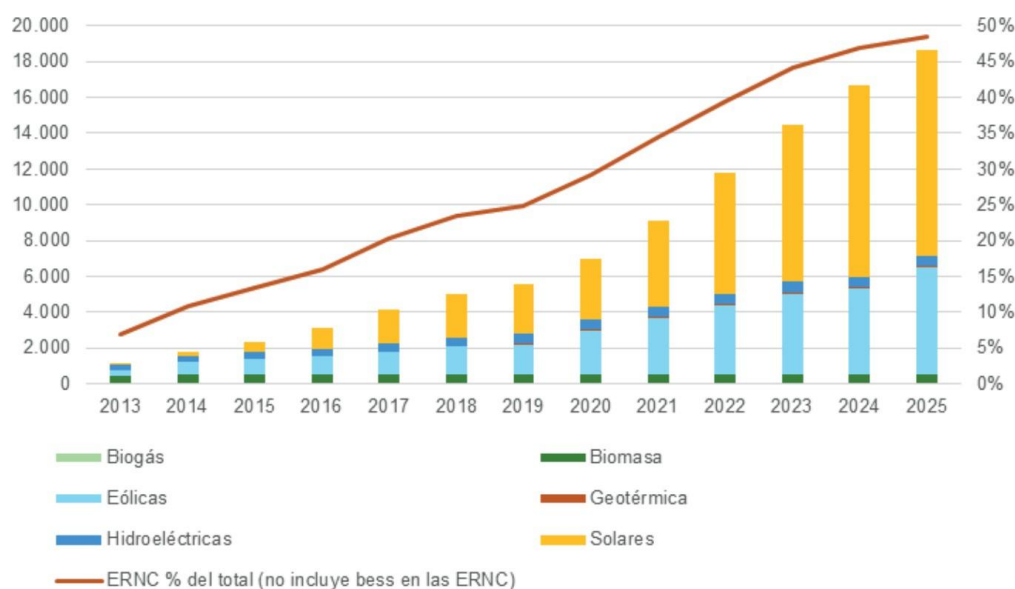


Figura 1: Capacidad ERNC instalada en Chile y participación porcentual en el total, 2013–2025 (ACESOL, 2025).

Sin embargo, este crecimiento ha generado un desafío estructural conocido como vertimiento o curtailment: la sobreoferta de energía renovable supera la capacidad del sistema de transmitirla o consumirla (Ember, 2025), tal como se ilustra en la Figura 2. En este contexto, los sistemas de almacenamiento energético emergen como solución para aprovechar estos excedentes y garantizar el suministro continuo, rol que se desarrolla en la sección siguiente.

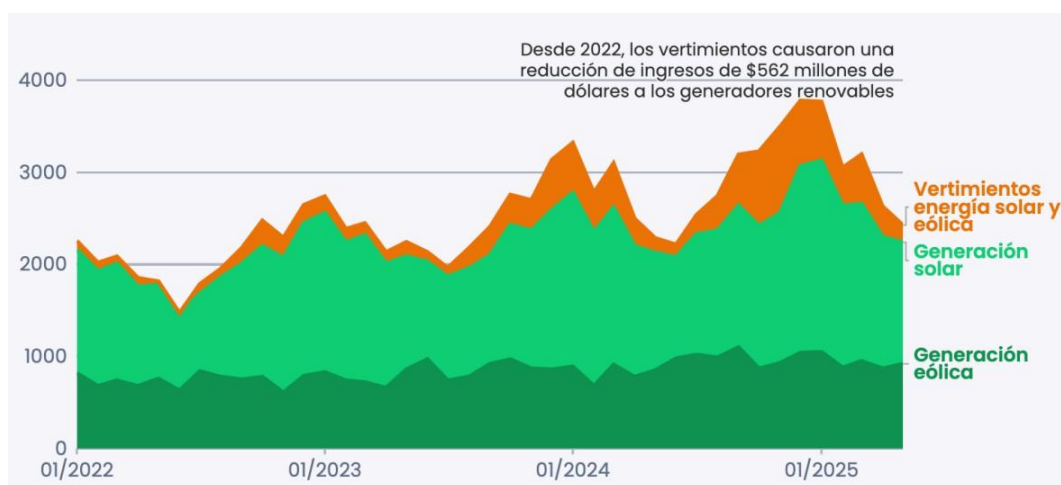


Figura 2: Generación solar y eólica y vertimientos en Chile, enero 2022 – junio 2025 (Ember, 2025; Coordinador Eléctrico Nacional, 2025).

8.3 Sistemas de Almacenamiento de Energía con Baterías (BESS)

Los sistemas de almacenamiento de energía con baterías (BESS, por su sigla en inglés *Battery Energy Storage System*) emergen como una solución para abordar los desafíos inherentes a la intermitencia y variabilidad de las energías renovables. En Chile, esta tecnología no solo permite estabilizar la generación fluctuante de energía renovable, sino que también se perfila como una alternativa eficaz para minimizar el curtailment, almacenando excedentes de generación que no pueden ser inyectados a la red por limitaciones en la transmisión. (Monje Cid, 2024).

8.3.1. Definición, principio de funcionamiento y métricas técnicas

Un sistema BESS almacena energía eléctrica en baterías electroquímicas y la libera según los requerimientos del sistema. Su operación es bidireccional: durante la carga, convierte energía eléctrica en energía química almacenada en las celdas; durante la descarga, realiza el proceso inverso, inyectando energía al sistema o al consumidor conectado.

Desde el punto de vista técnico, un sistema BESS se caracteriza mediante tres métricas fundamentales. La potencia nominal, expresada en MW, indica la velocidad máxima a la que el sistema puede entregar o absorber energía. La capacidad de almacenamiento, expresada en MWh, determina la cantidad total de energía disponible. La autonomía, expresada en horas, corresponde al cociente entre ambas y representa el tiempo durante el cual el sistema puede operar a su potencia nominal.

$$\text{Autonomía (h)} = \frac{\text{Capacidad (MWh)}}{\text{Potencia (MW)}} \quad (1)$$

8.3.2. BESS stand-alone y su rol en la integración de energías renovables

Un sistema BESS stand-alone corresponde a una instalación de almacenamiento energético que opera de forma independiente, conectada directamente a la red eléctrica sin estar acoplada físicamente a una planta generadora específica. A diferencia de los sistemas de almacenamiento asociados a proyectos solares o eólicos particulares, el BESS stand-alone puede cargar energía desde cualquier fuente disponible en la red.

Su operación se basa en el principio de arbitraje energético: el sistema carga energía durante los períodos de mayor generación renovable y menores costos marginales en el sistema eléctrico, correspondientes principalmente al horario diurno, para posteriormente descargarla durante las horas de mayor demanda y precios más elevados.

8.4 Suministro energético renovable 24/7

Los Data Centers alojan infraestructura crítica como plataformas en la nube, sistemas financieros y servicios de inteligencia artificial, cuya interrupción puede generar pérdidas económicas significativas y afectar a miles de usuarios simultáneamente. Por ello, requieren disponibilidad eléctrica continua las 24 horas del día, los 7 días de la semana, sin tolerancia a interrupciones.

En este contexto, los Data Centers deben operar bajo esquemas de suministro energético altamente confiables, redundantes y tolerantes a fallas, capaces de minimizar interrupciones operacionales y garantizar continuidad de servicio. Según Shaukat et al. (2022), una falla en un Data Center puede generar pérdidas de hasta USD 5.600 por minuto, razón por la cual este tipo de infraestructura incorpora sistemas de respaldo y redundancia energética para asegurar alta disponibilidad (Shaukat et al., 2022).

La creciente presión por reducir emisiones y acreditar el uso de energía limpia ha impulsado el desarrollo del concepto de suministro energético renovable 24/7, orientado a garantizar que la energía consumida provenga de fuentes renovables de manera continua y trazable durante todas las horas de operación.

8.4.1. Certificación y trazabilidad del suministro renovable

Los contratos de suministro renovable (PPA verdes) y los certificados de atributos energéticos permiten acreditar que la energía consumida proviene de fuentes renovables. En Chile, la disponibilidad de energías renovables y la trazabilidad asociada a contratos de suministro limpio han favorecido el desarrollo de infraestructura digital con metas de sostenibilidad energética (Diario Financiero, 2025a).

En los últimos años, empresas tecnológicas como Google y Microsoft han comenzado a avanzar hacia esquemas de suministro energético renovable 24/7, orientados a garantizar disponibilidad de energía libre de emisiones durante todas las horas de operación. Bajo este enfoque, no resulta suficiente contratar generación renovable anual, sino asegurar correspondencia temporal entre generación y consumo energético.

Debido a la variabilidad de tecnologías renovables como la solar y eólica, este tipo de estrategias requiere complementar el suministro mediante sistemas de almacenamiento energético, contratos de suministro renovable (PPA), acceso al Sistema Eléctrico Nacional y los sistemas de respaldo propios de la infraestructura crítica. En este contexto, los sistemas BESS adquieren relevancia como herramientas para aportar flexibilidad operacional, desplazando energía entre distintos períodos horarios y facilitando una mayor integración de energías renovables (Atlas Renewable Energy, 2025a).

8.4.2. Condiciones para materializar el suministro renovable continuo

Aproximarse a un estándar de suministro renovable 24/7 requiere no solo infraestructura de almacenamiento, sino también un marco contractual que garantice precio, volumen y atributo renovable de forma estable en el largo plazo. La variabilidad inherente de las fuentes renovables implica que los proveedores de energía deben gestionar riesgos asociados a patrones de generación, precios de red y demanda del cliente, lo que exige instrumentos contractuales de largo plazo (Atlas Renewable Energy, 2025a).

En este contexto, los Power Purchase Agreements (PPA) respaldados por almacenamiento en baterías emergen como el instrumento para materializar este suministro, permitiendo establecer contractualmente la entrega de energía renovable y distribuir los riesgos entre generador y consumidor.

8.5 Power Purchase Agreements en Chile

Un Power Purchase Agreement (PPA) es un contrato de compraventa de energía eléctrica de largo plazo suscrito directamente entre un generador y un consumidor, estableciendo de forma contractual el precio, el volumen y las condiciones de suministro (Garrigues, 2024). A diferencia de la tarifa regulada, el PPA permite a los grandes consumidores acceder a energía a precios estables y competitivos, transformando un costo variable y volátil en uno predecible a largo plazo.

Los Data Centers fueron pioneros en los PPAs corporativos, dada su necesidad de grandes volúmenes de energía y su compromiso con metas de sostenibilidad. Con el tiempo, su uso se ha extendido a otras industrias, impulsado por los beneficios económicos y ambientales que ofrecen a ambas partes: precios estables para el consumidor y financiamiento asegurado para el generador.

(Atlas Renewable Energy, 2024).

En este contexto emerge el concepto de PPA verde: un contrato de suministro eléctrico que, además de establecer precio y volumen, certifica que la energía proviene exclusivamente de fuentes renovables y es trazable hora a hora. A diferencia de un PPA convencional, el PPA verde permite al consumidor acreditar ante sus clientes e inversionistas que su operación es alimentada con energía limpia verificable (Diario Financiero, 2025b).

En proyectos de Data Centers de gran escala, los contratos PPA constituyen el principal mecanismo para asegurar un suministro eléctrico de largo plazo con atributos renovables y costos estables. Sin embargo, la variabilidad inherente de las fuentes renovables hace necesario complementar estos contratos con otros elementos del sistema eléctrico, tales como almacenamiento energético, acceso a la red y sistemas de respaldo, de manera de satisfacer los altos requerimientos de continuidad operacional propios de este tipo de infraestructura. En consecuencia, el PPA debe entenderse como uno de los componentes de una estrategia energética integral y no como un mecanismo aislado de abastecimiento.

9 Metodología

La metodología se estructura en torno a dos grandes ejes de análisis. El primero corresponde al análisis técnico, cuyo objetivo es caracterizar los requerimientos energéticos del Data Center y evaluar la capacidad del sistema BESS para satisfacer dicha demanda de forma continua. El segundo corresponde al análisis económico, cuyo objetivo es construir un modelo de evaluación financiera que permita calcular los principales indicadores de rentabilidad del proyecto, considerando el precio de la energía como variable central del modelo. (Ver figura 3).

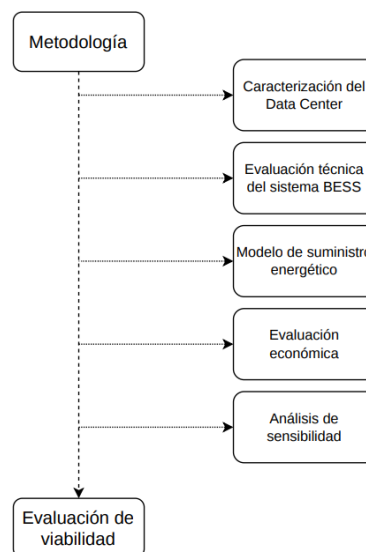


Figura 3: Diagrama de proceso de la estructura metodológica (elaboración propia).

9.1 Caracterización técnica del Data Center

La caracterización técnica del Data Center constituye el punto de partida del análisis, dado que los requerimientos energéticos de la instalación determinan directamente la demanda que debe satisfacer el sistema de BESS Lo Prado. Para ello, se establecen tres elementos fundamentales: la escala de instalación, su estándar de diseño y su demanda energética total.

El proyecto de Data Center a evaluar corresponde a una instalación con una carga informática objetivo de 100 MW, lo que lo sitúa en el límite superior de la categoría de gran escala y en el umbral del de la categoría hyperscale. De acuerdo con la Agencia Internacional de Energía (IEA), esta categoría de Data Centers pueden alcanzar demandas energéticas de 100 MW o más (International Energy Agency, 2024a).

En el contexto nacional, estos criterios están alineados con lo establecido por el SEA, que define los data centers hyperscale como aquellos que superan los 100 MW de potencia y presentan superficies superiores a 100.000 m² (Servicio de Evaluación Ambiental, 2026).

Desde el punto de vista del modelo de negocio, el proyecto presenta características que permiten su desarrollo bajo distintas configuraciones, incluyendo esquemas de colocation de gran escala o la instalación de un cliente de hiperescala. La definición específica dependerá de la estrategia comercial y de la demanda efectiva del mercado, por lo que ambas alternativas serán consideradas en el análisis.

9.1.1. Demanda energética total: aplicación del PUE

La demanda energética de un Data Center se compone de dos elementos principales. En primer lugar, la carga informática (IT load), que corresponde al consumo eléctrico de los equipos de tecnología de la información, tales como servidores, sistemas de almacenamiento y equipos de red. Este consumo representa la carga útil del sistema.

En segundo lugar, existen los consumos auxiliares, asociados a la infraestructura de soporte necesaria para la operación continua del Data Center, tales como sistemas de refrigeración, pérdidas en equipos de respaldo (UPS), iluminación y distribución eléctrica.

Para relacionar ambos componentes, se utiliza el indicador PUE (Power Usage Effective-

ness), el cual mide la eficiencia energética del Data Center y se define como la razón entre la potencia total consumida por la instalación y la potencia utilizada por los equipos IT. Se definen las siguientes variables:

- P_{IT} : Potencia consumida por los equipos informáticos (MW)
- P_{total} : Potencia total demandada por el Data Center (MW)
- PUE : Indicador de eficiencia energética (adimensional)

El PUE se expresa como:

$$PUE = \frac{P_{total}}{P_{IT}} \quad (2)$$

De esta relación se obtiene que la potencia total demandada por el Data Center es:

$$P_{total} = P_{IT} \times PUE \quad (3)$$

En este contexto, la eficiencia energética adquiere un rol central en la operación de Data Centers, dado que el consumo eléctrico constituye uno de los principales componentes de costo, pudiendo representar hasta el 70 % de los costos totales de operación en ciertos modelos operativos (Lavín, 2024). Según el Plan Nacional de Data Centers 2024–2030, el PUE promedio mundial de un Data Center en 2023 fue de aproximadamente 1,55 (Ministerio de Ciencia, 2024).

Para el presente proyecto, la carga informática objetivo se establece en $P_{IT} = 100$ MW, correspondiente a la capacidad IT estimada para el terreno disponible. Adoptando el PUE promedio mundial de 1,55, la potencia total demandada por el Data Center es:

$$P_{total} = P_{IT} \times PUE = 100 \times 1,55 = 155 \text{ MW} \quad (4)$$

Este valor de 155 MW constituye la demanda eléctrica total considerada para el Data Center y corresponde al parámetro de diseño utilizado en el análisis técnico y económico desarrollado en esta investigación. La estrategia de suministro energético capaz de satisfacer esta demanda se presenta en la siguiente sección

9.2 Análisis de la integración energética renovable BESS + Data Center

La integración entre sistemas BESS y Data Centers permite complementar la operación continua y disponibilidad energética requerida por una infraestructura crítica como un Data Center. En este esquema, el sistema BESS puede almacenar energía durante períodos de menor costo o mayor generación renovable, para posteriormente suministrarla durante horas de mayor demanda eléctrica.

Esta configuración permite analizar estrategias de suministro energético basadas en almacenamiento, arbitraje horario y potencial incorporación de energía renovable trazable. En las siguientes subsecciones se aborda la estrategia operacional del sistema BESS, la integración física y eléctrica entre ambos proyectos, y el esquema contractual de suministro energético utilizado en el modelo económico.

9.2.1. Estrategia operacional del sistema BESS

La operación conjunta entre un sistema BESS y un Data Center permite gestionar de manera más eficiente el consumo energético asociado a infraestructura digital de alta demanda. Bajo este esquema, el sistema BESS almacena energía durante períodos de menor demanda eléctrica

y menores costos marginales en el sistema, para posteriormente descargarla durante períodos de mayor consumo o mayores precios de energía.

Esta estrategia operacional se basa en el principio de arbitraje energético, donde el sistema de almacenamiento aprovecha las diferencias horarias del costo de la energía en el Sistema Eléctrico Nacional (SEN). En particular, las horas diurnas con alta generación solar presentan menores costos de carga para el sistema BESS, mientras que las horas punta concentran mayores costos marginales y una mayor demanda eléctrica.

Desde la perspectiva del Data Center, esta configuración permite complementar el suministro energético mediante almacenamiento, reducir la exposición a variaciones horarias del mercado eléctrico y disminuir el uso de sistemas de respaldo convencionales basados en diésel. Asimismo, favorece la incorporación de energía renovable y trazable, aspecto cada vez más relevante para operadores hyperscale y servicios cloud de gran escala.

La estrategia operacional considerada para el presente estudio se ilustra en la Figura 4.

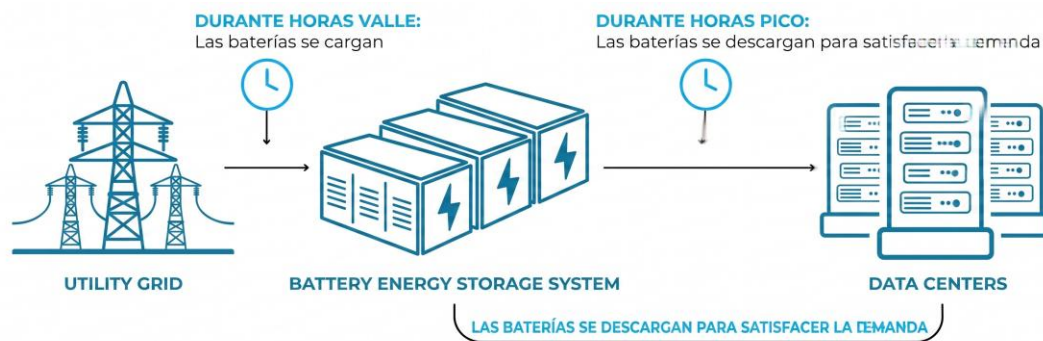


Figura 4: Esquema operacional de integración energética entre el sistema BESS y el Data Center (adaptado de ETICA AG, 2025).

9.2.2. Integración física y conexión eléctrica del proyecto

El proyecto BESS Lo Prado, desarrollado por Lader Energy, corresponde a un sistema de almacenamiento energético stand-alone con una potencia nominal de 508 MW, una capacidad de almacenamiento de 2.709 MWh y una autonomía mínima garantizada de 5 horas. El proyecto considera su conexión al Sistema Eléctrico Nacional (SEN) mediante una subestación elevadora asociada al sistema BESS, la cual se conectará a la Subestación Seccionadora Lo Aguirre (Lader Energy Chile SpA, 2025). Dado que se trata de un sistema stand-alone, el BESS opera conectado al Sistema Eléctrico Nacional (SEN), pudiendo almacenar energía proveniente de la red y entregarla posteriormente según las condiciones operacionales del sistema. En este contexto, BESS Lo Prado actúa como habilitador de flexibilidad y gestión energética dentro de una estrategia de suministro renovable 24/7, complementada con contratos de generación renovable, red y sistemas de respaldo.

Para el presente estudio, se considera el desarrollo conceptual de un Data Center de gran escala emplazado en las cercanías de la Subestación Seccionadora Lo Aguirre, aprovechando la disponibilidad de infraestructura eléctrica existente y la proximidad al proyecto BESS Lo Prado. La selección de esta ubicación no implica que el Data Center sea abastecido exclusivamente por el sistema BESS, sino que ambos proyectos comparten un entorno favorable para implementar una estrategia de suministro energético basada en generación renovable, almacenamiento y acceso al Sistema Eléctrico Nacional.

La conexión eléctrica del Data Center se evalúa mediante un proyecto fehaciente asociado al nodo de conexión del sistema BESS Lo Prado, considerando la capacidad de acceso disponible en el Sistema Eléctrico Nacional. En este contexto, un proyecto fehaciente corresponde a un proyecto con capacidad de conexión reconocida dentro del régimen de acceso abierto del SEN

(Coordinador Eléctrico Nacional, 2020).

La ubicación cercana a la Subestación Seccionadora Lo Aguirre resulta estratégica debido a la alta concentración de proyectos de generación renovable presentes en la zona central del SEN, lo que potencialmente favorece el acceso a suministro eléctrico con atributos renovables.

Asimismo, esta ubicación facilita la contratación de energía renovable mediante PPA, el acceso a una red con alta penetración de energías renovables y la eventual incorporación de almacenamiento energético como herramienta de flexibilidad. En consecuencia, el interés de esta localización radica en la posibilidad de desarrollar una estrategia de suministro renovable 24/7 basada en múltiples componentes energéticos y no exclusivamente en la operación del sistema BESS.

9.2.3. Contexto energético y potencial de integración renovable

La zona poniente de la Región Metropolitana, particularmente el sector de Pudahuel y Lo Aguirre, ha presentado un creciente desarrollo de infraestructura energética durante los últimos años, concentrando proyectos de transmisión, almacenamiento y generación renovable conectados al Sistema Eléctrico Nacional (SEN).

En este contexto, el nodo Lo Aguirre adquiere relevancia estratégica debido a la incorporación de proyectos de generación basados en Energías Renovables No Convencionales (ERNC), particularmente sistemas fotovoltaicos emplazados en la zona. Entre ellos destaca el proyecto Rinconada Solar, iniciativa de generación fotovoltaica que considera una potencia aproximada de 250 MW y conexión a la Subestación Seccionadora Lo Aguirre.

Adicionalmente, el sector Lo Aguirre será uno de los principales nodos energéticos del país mediante el desarrollo del proyecto de transmisión Kimal–Lo Aguirre, una línea de transmisión

eléctrica de alta tensión pionera en Chile, que conectará la Subestación Kimal (Antofagasta) con la Subestación Lo Aguirre (Santiago). Con más de 1.300 km de extensión, busca transportar hasta 3.000 MW de energía limpia (solar/eólica) desde el norte hacia la zona central (Conexión Kimal-Lo Aguirre, 2025).

En este escenario, la integración entre sistemas BESS, infraestructura eléctrica y generación renovable permite evaluar una estrategia energética orientada a mejorar la estabilidad operacional del Data Center y favorecer la incorporación de energía proveniente de fuentes renovables.

9.2.4. Contrato de suministro energético

El suministro energético desde el sistema BESS Lo Prado al Data Center se evaluará mediante un PPA, correspondiente a un contrato de compraventa de energía de largo plazo entre el titular del sistema BESS y el operador del Data Center. Bajo este esquema, el precio de la energía suministrada se establece contractualmente, constituyendo el principal componente del costo operativo del proyecto y la variable central del modelo económico. Este esquema contractual tiene precedente en el mercado chileno: en marzo de 2024, Atlas Renewable Energy y EMOAC firmaron un PPA a 15 años para el proyecto BESS del Desierto, de 200 MW y 800 MWh, destinado al abastecimiento de clientes industriales (Atlas Renewable Energy, 2025b).

A fin de estimar un precio de referencia para el PPA, se analizaron los costos marginales reales de la barra Lo Aguirre 220 durante el año 2025, obtenidos desde el Coordinador Eléctrico Nacional (Coordinador Eléctrico Nacional, 2025a). Esta barra fue seleccionada por corresponder a la subestación de alta tensión más cercana al emplazamiento del proyecto en la comuna de Pudahuel, Región Metropolitana. El análisis distingue dos períodos horarios relevantes para la operación del BESS: el período de carga (08:00–18:00), correspondiente a las horas de mayor ge-

neración solar y menores precios en el sistema eléctrico, y el período de despacho (00:00–07:00 y 19:00–23:00), correspondiente a las horas de mayor demanda y precios más elevados.

Los resultados del análisis se presentan en la Tabla 4, donde se observa que el costo promedio anual de carga del BESS en horario diurno alcanza los 37,51 USD/MWh, mientras que el precio de referencia en horario de despacho es de 81,24 USD/MWh. El costo marginal promedio general del sistema durante 2025 fue de 61,20 USD/MWh. Cabe destacar que durante los meses de invierno (particularmente junio y julio) el costo de carga aumenta significativamente debido a la menor disponibilidad de generación solar, lo que refleja la estacionalidad característica del mercado eléctrico chileno.

Tabla 4: Costo Marginal Real barra Lo Aguirre 220, año 2025.

Mes	Costo de Carga 08:00–18:00 (USD/MWh)	Precio de Despacho 00:00–07:00 + 19:00–23:00 (USD/MWh)	Promedio General (USD/MWh)
Enero	11,54	68,30	42,28
Febrero	30,89	99,57	68,09
Marzo	39,07	91,37	67,40
Abril	66,34	119,95	95,38
Mayo	51,48	70,68	61,88
Junio	104,93	113,09	109,35
Julio	77,64	97,81	88,56
Agosto	28,67	59,98	45,63
Septiembre	14,30	62,70	40,52
Octubre	6,61	55,20	32,93
Noviembre	9,24	77,87	46,41
Diciembre	10,26	61,67	38,11
Promedio Anual	37,51	81,24	61,20

Fuente: Elaboración propia en base a Coordinador Eléctrico Nacional (2025a).

En base a lo anterior, el precio del PPA se establece en 60 USD/MWh como supuesto base del modelo económico. Este valor es consistente con el costo marginal promedio general del sistema durante 2025 (61,20 USD/MWh), resultando atractivo para ambas partes: el Data Center accede a un precio competitivo, estable y con atributo renovable, inferior al precio de despacho referencial del mercado spot (81,24 USD/MWh); mientras que el BESS Lo Prado obtiene un margen bruto de 22,49 USD/MWh sobre su costo de carga promedio, con un cliente de 100 MW garantizado durante el horizonte de evaluación del proyecto.

Cabe señalar que el precio de 60 USD/MWh corresponde a un supuesto base utilizado para efectos de la evaluación económica y no representa necesariamente el precio definitivo de un contrato PPA renovable 24/7 respaldado mediante almacenamiento energético. En la práctica, la determinación de este tipo de contratos depende de variables adicionales que no fueron modeladas explícitamente en esta investigación, tales como la eficiencia round-trip del sistema BESS, la degradación y eventual reposición de capacidad (augmentation), las pérdidas asociadas al almacenamiento y transmisión, el costo de capital del sistema, los peajes eléctricos, la disponibilidad estacional de energía renovable, las condiciones contractuales de respaldo y otros costos operacionales. En consecuencia, el valor adoptado debe entenderse como un supuesto representativo para el desarrollo del modelo, cuya influencia sobre la rentabilidad del proyecto es evaluada mediante el análisis de sensibilidad presentado en el capítulo de resultados.

9.3 Modelo de evaluación económica

El modelo de evaluación económica tiene por objetivo determinar la viabilidad financiera del proyecto. Se estimarán los costos de inversión (CAPEX) y los costos de operación (OPEX), cuyo componente principal corresponde al costo energético asociado al precio del PPA con el

sistema BESS Lo Prado. Los ingresos se proyectarán en función del modelo de negocio adoptado (colocation o hyperscale) y la tasa de ocupación del Data Center.

Los indicadores económicos incluirán el Valor Actual Neto (VAN), la Tasa Interna de Retorno (TIR) y el período de recuperación de la inversión (payback), con un horizonte de evaluación de 20 años y utilizando una tasa de descuento representativa del riesgo asociado al proyecto.

El modelo se construye bajo los siguientes supuestos generales. La evaluación económica se realiza en dólares estadounidenses (USD) y considera un horizonte de evaluación de 20 años, coherente con la vida útil del proyecto y con el período típico de los contratos de infraestructura energética de gran escala. Asimismo, se asume que la inversión se ejecuta de forma progresiva, considerando reinversiones asociadas al incremento de capacidad hasta alcanzar los 100 MW de potencia instalada.

Para representar el desarrollo modular del proyecto, se considera como supuesto una distribución progresiva de la inversión durante los primeros años del horizonte de evaluación. La distribución temporal del CAPEX adoptada para el presente estudio se presenta en la Tabla 5.

Tabla 5: Distribución temporal del CAPEX del proyecto.

Año	Inversión acumulada del CAPEX
0	40 %
1	30 %
2	20 %
3	10 %

Esta aproximación permite representar de manera simplificada la expansión gradual de capacidad observada en proyectos Colocation e Hyperscale, evitando asumir la construcción completa de la infraestructura desde el inicio del proyecto.

Adicionalmente, el modelo considera una tasa de impuesto a la renta del 27 %. Asimismo,

reconoce que los principales componentes de infraestructura de un Data Center presentan vidas útiles diferenciadas según su naturaleza tecnológica y operacional. Algunas referencias de la industria reportan las vidas útiles promedio indicadas en la Tabla 6.

Tabla 6: Vida útil referencial de componentes de infraestructura en Data Centers.

Componente infraestructura	Vida útil referencial
Sistemas UPS	4 años
Sistemas HVAC (CRAC/CRAH)	12 años
Sistemas eléctricos	15–25 años
Generadores de respaldo	30 años
Infraestructura hidráulica HVAC	30 años

Fuente: Morzavi, B. (2022). *Taking a look at the lifespan of Data Centre components*. CIRKLA.

Si bien los distintos componentes de un Data Center presentan vidas útiles variables, para efectos de la presente evaluación económica se adopta una aproximación simplificada mediante depreciación lineal sobre el horizonte de evaluación de 20 años. Dado que la infraestructura civil del proyecto (Land & Shell) posee una vida útil superior a dicho horizonte, se considera un valor residual asociado a este componente al término del período de evaluación.

9.3.1. Estimación de costos

La estimación de costos considera dos componentes principales. En primer lugar, los costos de inversión (CAPEX), que incluyen la construcción e implementación del Data Center. De acuerdo con referencias de la industria, el CAPEX de un Data Center de gran escala se estima entre USD 7 y USD 12 millones por MW instalado, distribuido en cuatro categorías principales: infraestructura civil (Land & Shell), adecuación interior (Building Fit-Out), sistemas eléctricos y sistemas de climatización (Dgtl Infra, 2024). La distribución porcentual de cada componente se ilustra en la Figura 5.

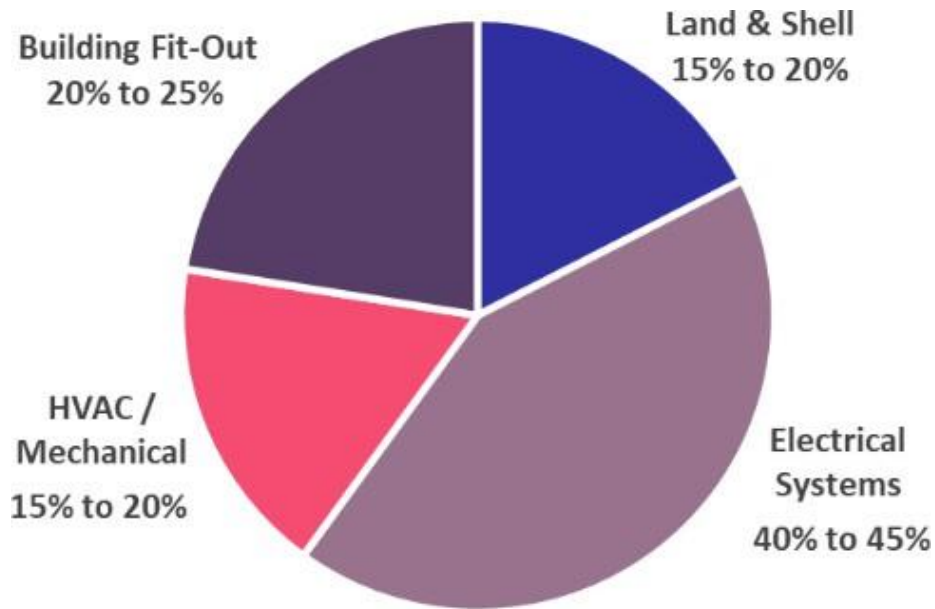


Figura 5: Composición del CAPEX en proyectos de Data Center de gran escala (Dgtl Infra, 2024).

En segundo lugar, los costos de operación (OPEX) se componen de dos elementos. El primero y más relevante corresponde al **costo energético**, calculado a partir del precio del PPA establecido en la sección 4.2.1, mediante la siguiente expresión:

$$\text{OPEX}_{\text{energía}} = P_{\text{total}} \times 8,760 \times P_{\text{PPA}}, \quad (5)$$

donde P_{total} corresponde a la potencia total demandada por el Data Center (155 MW), 8,760 es el número de horas anuales de operación continua, y P_{PPA} es el precio unitario de energía establecido contractualmente (60 USD/MWh), según lo definido en la sección 4.2.1. Este componente representa aproximadamente el 70 % de los costos operacionales totales del Data Center Lavín (2024).

El segundo componente corresponde a los costos de operación y mantenimiento (O&M), los cuales incluyen personal operativo, mantenimiento preventivo y correctivo, seguros, adminis-

tración, seguridad y otros gastos recurrentes asociados a la operación continua del Data Center. Como se mencionó, los costos de operación y mantenimiento comprenden actividades asociadas al personal operativo, mantenimiento preventivo y correctivo, seguros, administración, seguridad y otros gastos recurrentes necesarios para la operación continua del Data Center. Dado que estos costos dependen principalmente de la infraestructura instalada y del nivel de complejidad operacional del modelo de negocio, para efectos del modelo económico se estimaron como un porcentaje anual del CAPEX acumulado del proyecto.

Considerando las diferencias operacionales entre ambos modelos de negocio, se adoptó un porcentaje anual de O&M equivalente al 2,0 % del CAPEX acumulado para el escenario Colocation y al 1,5 % para el escenario Hyperscale. Esta diferenciación responde a que los centros Colocation requieren una mayor gestión operativa asociada a múltiples clientes, contratos, niveles de servicio (SLA) y soporte comercial, mientras que los centros Hyperscale operan generalmente bajo contratos de largo plazo con un número reducido de clientes, permitiendo una operación más estandarizada.

$$OPEX_{O\&M} = CAPEX_{acumulado} \times \alpha_{O\&M}, \quad (6)$$

- $OPEX_{O\&M}$: costo anual de operación y mantención del Data Center (USD/año).
- $CAPEX_{acumulado}$: inversión acumulada ejecutada hasta el año de evaluación (USD).
- $\alpha_{O\&M}$: porcentaje anual de operación y mantenimiento aplicado sobre el CAPEX acumulado. En el presente estudio se adopta un valor de 2,0 % para Colocation y 1,5 % para Hyperscale.

9.3.2. Estimación de ingresos

Los ingresos del proyecto se estructuran en torno a la capacidad informática contratada por el cliente, expresada en dólares por kilowatt por mes (USD/kW-mes). En la industria de los Data Centers, esta tarifa puede comercializarse bajo dos esquemas principales. El primero corresponde a una tarifa all-in, en la cual el precio mensual incorpora tanto el uso de la infraestructura como el suministro eléctrico. El segundo corresponde a un esquema de cargo por capacidad e infraestructura, en el cual el suministro eléctrico se gestiona de manera independiente del cargo principal. El plazo de los contratos varía entre 1 y 3 años para esquemas de menor escala, y entre 10 y 15 años para contratos de tipo hyperscale. (DataCenterHawk, 2026).

Considerando que el presente estudio evalúa Data Centers de gran escala bajo esquemas de comercialización por capacidad e infraestructura, se adopta como base metodológica este segundo esquema. En consecuencia, las tarifas expresadas en USD/kW-mes representan la remuneración asociada a la infraestructura y los servicios críticos del Data Center, mientras que el suministro eléctrico se modela de manera independiente dentro de los costos operacionales (OPEX), en función del consumo energético y del precio del contrato PPA.

La estimación de ingresos se realiza en función de la capacidad informática contratada del Data Center, expresada en términos de potencia IT (MW IT), la tasa de ocupación de la infraestructura y la tarifa mensual asociada al modelo de negocio evaluado.

Los ingresos anuales asociados al cargo por capacidad e infraestructura del Data Center se calculan mediante la siguiente expresión:

$$I_{cap} = P_{IT} \times O \times T \times 1000 \times 12, \quad (7)$$

donde:

- P_{IT} : capacidad informática instalada del Data Center (MW IT).
- O : tasa de ocupación de la infraestructura.
- T : tarifa mensual correspondiente al cargo por capacidad e infraestructura (USD/kW-mes).
- 1000: factor de conversión de MW a kW.
- 12: número de meses del año.

Como referencia del mercado local, CBRE Research (2025), reporta tarifas representativas para Data Centers de gran escala. Sobre esta base, para el modelo Colocation se adoptó una tarifa de 250 USD/kW-mes, mientras que para el modelo Hyperscale se consideró una tarifa de 220 USD/kW-mes, consistente con contratos de largo plazo, mayor capacidad comprometida y menores costos comerciales por unidad de potencia contratada.

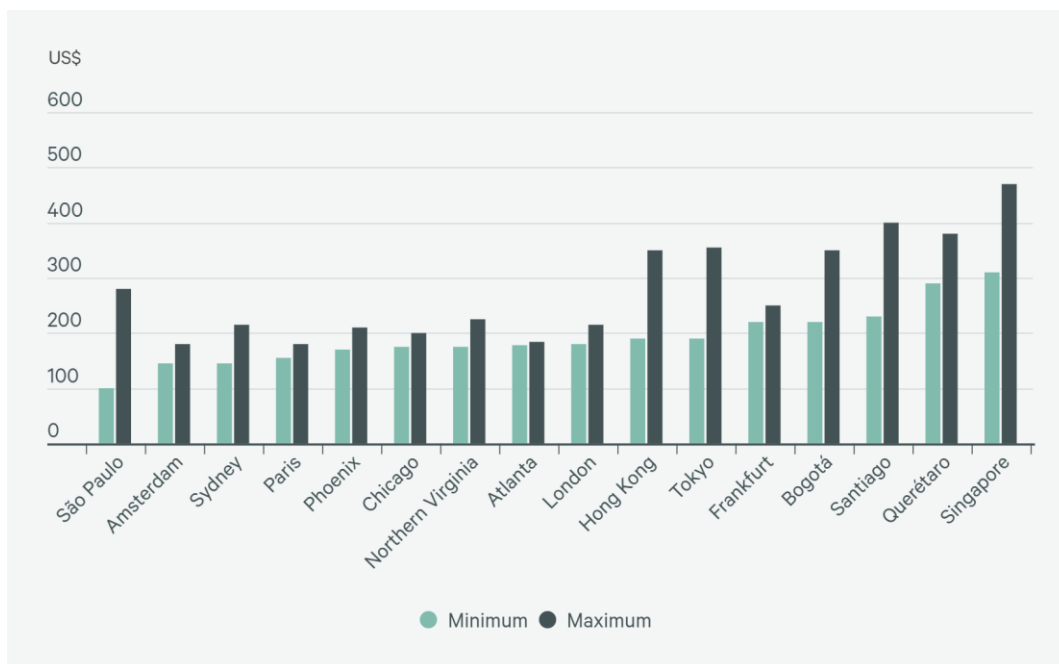


Figura 6: Precio mensual de colocation por mercado para requerimientos de 250–500 kW, mínimo y máximo (CBRE Research, Q1 2025).

Finalmente, los valores adoptados corresponden a supuestos representativos utilizados para la evaluación económica y no constituyen tarifas únicas aplicables a toda la industria. En la práctica, el precio de comercialización de un Data Center depende de factores como la capacidad contratada, la duración del contrato, el nivel de servicio comprometido (SLA), la densidad de potencia requerida y las condiciones particulares de negociación.

9.3.3. Construcción del flujo de caja

La evaluación económica del proyecto se realizará mediante la construcción de un flujo de caja descontado, proyectado para un horizonte de evaluación de 20 años y expresado en dólares estadounidenses (USD). El modelo financiero se desarrollará considerando la integración energética entre el sistema BESS Lo Prado y el Data Center evaluado.

La estructura del flujo de caja se basará en ingresos operacionales, costos operacionales, depreciación e inversiones asociadas al proyecto. En el caso de los Data Centers, la capacidad informática instalada (MW IT) constituye la principal variable de dimensionamiento técnico y monetización del negocio, por lo que el modelo económico se construye en función de la potencia IT comercializada y del consumo energético requerido para su operación.

El flujo de caja considerará los siguientes componentes principales:

- **Inversión inicial (CAPEX):** incluye costos asociados a obras civiles, sistemas eléctricos, climatización, infraestructura TI, conexión energética y equipamiento requerido para la operación del Data Center.
- **Costos operacionales (OPEX):** contempla principalmente costos de suministro eléctrico mediante contrato PPA, mantenimiento, operación, administración y otros costos recurrentes

asociados a la operación del proyecto.

- **Ingresos operacionales:** estimados en función de la capacidad contratada del Data Center bajo los escenarios de negocio tipo colocation e hyperscale considerados en la investigación.
- **Depreciación:** aplicada mediante el método lineal sobre los activos depreciables del proyecto, considerando una vida útil económica de 20 años.
- **Impuestos:** calculados sobre la utilidad operacional del proyecto según la normativa tributaria vigente.
- **Valor residual:** correspondiente al valor remanente estimado de la infraestructura al término del horizonte de evaluación.

Adicionalmente, el modelo considerará una entrada gradual en operación del Data Center, incorporando un crecimiento progresivo de capacidad utilizada durante los primeros años de funcionamiento, en línea con el comportamiento observado en proyectos de infraestructura digital de gran escala.

Para representar la entrada gradual en operación del proyecto, se considera una curva de ocupación progresiva durante los primeros años de funcionamiento del Data Center. Esta aproximación busca reflejar el comportamiento observado en proyectos de infraestructura digital de gran escala, donde la capacidad comercializada aumenta gradualmente hasta alcanzar niveles de operación estables.

En el caso del modelo colocation, se adopta la curva de ocupación presentada en la Tabla

7.

Tabla 7: Curva de ocupación considerada para el modelo colocation.

Año de operación	Tasa de ocupación
1	30 %
2	50 %
3	70 %
4	85 %
5 en adelante	95 %

Para el modelo hyperscale, se considera una entrada más acelerada, coherente con contratos de largo plazo asociados a clientes de hiperescala. La curva de ocupación adoptada se presenta en la Tabla 8.

Tabla 8: Curva de ocupación considerada para el modelo hyperscale.

Año de operación	Tasa de ocupación
1	80 %
2	90 %
3 en adelante	100 %

9.3.4. Estructura de financiamiento

Dado el elevado CAPEX asociado a proyectos de Data Centers de gran escala, la industria utiliza estructuras de financiamiento que combinan capital propio y deuda, particularmente en proyectos de infraestructura digital hyperscale (White & Case LLP, 2024).

En este contexto, el presente estudio considera dos escenarios de evaluación financiera:

- Escenario base: financiamiento mediante 100 % capital propio.
- Escenario con apalancamiento financiero: estructura compuesta por 30 % capital propio y 70 % deuda.

Para el escenario con financiamiento parcial, se considera una deuda amortizada mediante cuotas fijas anuales, con una tasa de interés representativa para proyectos de infraestructura y un

horizonte de pago de 15 años.

La incorporación de deuda permite evaluar el efecto del apalancamiento financiero sobre los indicadores económicos del proyecto, particularmente sobre el VAN, la TIR y el período de recuperación de la inversión.

9.3.5. Cálculo de indicadores económicos

La evaluación económica del proyecto se basa en indicadores clásicos de rentabilidad, calculados a partir del flujo de caja proyectado a un horizonte de 20 años y descontados a una tasa de descuento representativa del riesgo asociado al proyecto. Los criterios de aceptación considerados corresponden a:

- $VAN \geq 0$
- $TIR \geq \text{tasa de descuento}$
- Payback descontado inferior al horizonte de evaluación

Valor Actual Neto (VAN)

El Valor Actual Neto corresponde a la diferencia entre los ingresos y egresos actualizados mediante una tasa de descuento r . El proyecto se considera económicamente viable cuando $VAN \geq 0$.

Tasa Interna de Retorno (TIR)

La Tasa Interna de Retorno corresponde a la tasa de descuento que hace igual a cero el Valor Actual Neto del proyecto. El criterio de aceptación utilizado establece que la TIR debe ser superior a la tasa de descuento empleada en la evaluación.

Período de Recuperación Descontado (Payback)

El período de recuperación descontado corresponde al tiempo requerido para que los flujos de caja descontados acumulados igualen la inversión inicial. A diferencia del payback simple, incorpora el valor temporal del dinero mediante la actualización de cada flujo. El proyecto se considera aceptable cuando el período de recuperación es inferior al horizonte de evaluación de 20 años.

Tasa de descuento

Para la estimación de la tasa de descuento, esta se realizará mediante el modelo CAPM, empleado para determinar la rentabilidad exigida por los inversionistas en función del riesgo sistemático de un proyecto (UNIR, 2023).

La tasa de descuento se calculará mediante la siguiente expresión:

$$E(r_i) = r_f + \beta (E(r_m) - r_f), \quad (8)$$

donde:

- $E(r_i)$: tasa de rentabilidad esperada o costo del patrimonio.
- r_f : tasa libre de riesgo.
- β : coeficiente beta, que representa la sensibilidad del proyecto frente a las variaciones del mercado.
- $E(r_m)$: rentabilidad esperada del mercado.
- $(E(r_m) - r_f)$: prima de riesgo de mercado.

La aplicación de esta metodología permite estimar una tasa de descuento consistente con el riesgo de proyectos de infraestructura digital de gran escala, la cual será utilizada posteriormente para el cálculo de indicadores financieros como el Valor Actual Neto (VAN), la Tasa Interna de Retorno (TIR) y el período de recuperación de la inversión.

9.3.6. Análisis de sensibilidad y escenarios

El análisis de sensibilidad tiene por objetivo evaluar cómo variaciones en las variables críticas del modelo afectan los indicadores de rentabilidad del proyecto. Dado que el precio del PPA constituye el principal componente del costo operativo, representando aproximadamente el 70 % del OPEX total, esta variable se identifica como una de las más relevantes para la viabilidad económica del proyecto.

El análisis se estructurará en dos niveles. En primer lugar, se realizará un análisis unidimensional, en el que se varía una variable a la vez manteniendo el resto de los parámetros fijos en su valor base, con el fin de identificar el impacto individual de cada variable sobre el VAN.

En segundo lugar, se desarrollarán análisis complementarios orientados a identificar condiciones límite de viabilidad económica y evaluar el efecto de distintas estructuras de financiamiento sobre la rentabilidad del proyecto. Para ello, se determinarán valores críticos de las principales variables económicas asociados a un VAN igual a cero y se incorporarán escenarios con financiamiento mediante deuda para analizar el efecto del apalancamiento financiero.

Las variables consideradas en el análisis son las siguientes:

- **Precio del PPA (USD/MWh):** se evaluará su impacto sobre la rentabilidad del proyecto mediante sensibilidades respecto al valor base adoptado y la determinación del precio límite asociado a un VAN igual a cero.

- **PUE:** Con el propósito de evaluar la influencia de la eficiencia energética sobre la viabilidad económica del proyecto, se desarrollará un análisis de sensibilidad considerando valores de PUE de 1,30; 1,40; 1,55 y 1,65. Estos escenarios representan distintos niveles de eficiencia observados en Data Centers modernos y permiten cuantificar el impacto del consumo energético sobre los indicadores económicos del proyecto.
- **CAPEX (USD/MW):** se analizarán variaciones respecto del valor base adoptado para el proyecto, equivalente a USD 10 millones por MW IT, correspondiente a un escenario representativo para un Data Center greenfield de gran escala. Adicionalmente, se considerarán escenarios alternativos dentro del rango reportado por referencias de la industria (Dgtl Infra, 2024), con el propósito de evaluar la sensibilidad de los resultados y determinar el CAPEX máximo compatible con la viabilidad económica del proyecto.
- **Tarifa de comercialización (USD/kW-mes):** se evaluará el efecto de variaciones en los ingresos del proyecto y se determinará la tarifa mínima requerida para mantener un VAN positivo.
- **Ocupación comercial:** para el modelo Colocation se analizará la sensibilidad asociada al ritmo de comercialización de capacidad, identificando la ocupación mínima requerida para mantener la viabilidad económica del proyecto.
- **Modelo de negocio:** se compararán los resultados bajo esquemas Colocation e Hyperscale, evaluando las diferencias en estructura de ingresos, riesgo comercial y rentabilidad del proyecto.
- **Estructura de financiamiento:** se compararán escenarios financiados mediante capital pro-



pio y estructuras mixtas de deuda y patrimonio, evaluando el efecto del apalancamiento financiero sobre los indicadores económicos del proyecto.

10 Resultados

10.1 Estimación de la tasa de descuento

La tasa de descuento utilizada en la evaluación financiera fue estimada mediante el modelo CAPM. Para ello, se consideró una tasa libre de riesgo de 4,48 %, correspondiente al rendimiento del bono del Tesoro de Estados Unidos a 10 años (CNBC, 2026), una prima de riesgo patrimonial para Chile de 5,33 % (Damodaran, 2026b) y un coeficiente beta sectorial de 0,97 para la industria Real Estate (Operations & Services) (Damodaran, 2026a).

Reemplazando estos valores en la ecuación CAPM:

$$E(r_i) = r_f + \beta(E(r_m) - r_f) \quad (9)$$

$$E(r_i) = 4,48 \% + 0,97 \times 5,33 \% = 9,65 \% \quad (10)$$

Por lo tanto, se obtuvo una tasa de descuento de 9,65 %, la cual fue redondeada a 10 % para efectos de evaluación financiera y comparación entre escenarios.

10.2 Resultados del escenario base

En primer lugar, se evaluaron los escenarios base correspondientes a los modelos de negocio colocation e hyperscale, utilizando los supuestos técnicos y económicos definidos en el Capítulo de Metodología.

Para ambos casos se consideró una potencia TI de 100 MW, un PUE de 1,55, una vida útil de 20 años, un precio de suministro eléctrico mediante contrato PPA de 60 USD/MWh y un costo

de inversión equivalente a 10 millones de USD por MW IT instalado. Asimismo, se adoptó una tasa de descuento del 10 %, utilizada como referencia para evaluar la rentabilidad esperada de la inversión.

En cuanto a los supuestos comerciales, se consideró una tarifa base de 250 USD/kW-mes para el modelo colocation y de 220 USD/kW-mes para el modelo hyperscale. Adicionalmente, los costos de operación y mantenimiento fueron estimados como porcentaje del CAPEX acumulado, considerando un 2,0 % anual para colocation y un 1,5 % anual para hyperscale.

A partir de estos supuestos se construyeron los flujos de caja descontados para cada alternativa de negocio, obteniéndose los indicadores económicos de Valor Actual Neto (VAN), Tasa Interna de Retorno (TIR) y período de recuperación de la inversión (Payback). Los resultados obtenidos se presentan en la Tabla 9.

Tabla 9: Indicadores económicos del escenario base.

Indicador	Colocation	Hyperscale
VAN (USD)	211.971.718	243.263.674
TIR (%)	13 %	14 %
Payback (años)	8,09	7,58

Fuente: Elaboración propia.

Los resultados obtenidos muestran que ambos modelos de negocio presentan viabilidad económica bajo los supuestos considerados, al registrar VAN positivos y TIR superiores a la tasa de descuento utilizada. No obstante, el modelo hyperscale presenta un mejor desempeño financiero, alcanzando un VAN de USD 243,3 millones, una TIR de 14 % y un período de recuperación de 7,58 años.

Por su parte, el modelo colocation también presenta resultados económicamente atractivos, con un VAN de USD 212,0 millones, una TIR de 13 % y un payback de 8,09 años. Si bien este

modelo considera una tarifa unitaria superior, su entrada en operación es más gradual y presenta mayores costos de operación y mantenimiento, asociados a una mayor complejidad comercial y operativa.

En consecuencia, bajo el escenario base evaluado, ambas alternativas resultan viables. Sin embargo, el modelo hyperscale muestra una ventaja relativa en términos de rentabilidad y recuperación de la inversión, explicada principalmente por su mayor velocidad de ocupación, menores costos de operación y mantenimiento, y contratos de largo plazo asociados a clientes de gran escala.

10.3 Sensibilidad del precio PPA

Con el objetivo de evaluar el impacto del precio de suministro eléctrico sobre la rentabilidad del proyecto, se realizó un análisis de sensibilidad considerando distintos valores del contrato PPA utilizados en la evaluación económica. Para ello, se definieron cinco escenarios representativos de precio, correspondientes a 50, 60, 70, 80 y 90 USD/MWh, manteniendo constantes el resto de los supuestos técnicos y económicos definidos en el Capítulo de Metodología.

El escenario de 60 USD/MWh corresponde al caso base adoptado en esta investigación, mientras que los restantes escenarios permiten evaluar la respuesta del proyecto frente a variaciones del costo de la energía dentro de un rango representativo para contratos de suministro renovable de largo plazo.

Para cada escenario se recalcularon los flujos de caja y los indicadores económicos correspondientes a los modelos de negocio Colocation e Hyperscale. Los resultados para ambos modelos se presentan en las Tablas 10 y 11.

Tabla 10: Sensibilidad del modelo Colocation frente al precio del contrato PPA.

PPA (USD/MWh)	VAN (USD)	TIR (%)	Payback (años)
50	280.056.295	14	7,70
60	211.971.718	13	8,09
70	143.887.142	12	8,53
80	75.658.435	11	9,03
90	6.574.024	10	9,61

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 11: Sensibilidad del modelo Hyperscale frente al precio del contrato PPA.

PPA (USD/MWh)	VAN (USD)	TIR (%)	Payback (años)
50	325.028.267	15	7,08
60	243.263.674	14	7,58
70	161.499.081	13	8,15
80	79.734.488	11	8,82
90	-2.030.106	9,97	9,62

Fuente: Elaboración propia.

Los resultados muestran que el incremento en el precio del contrato PPA reduce progresivamente la rentabilidad de ambos modelos de negocio. A medida que aumenta el costo del suministro eléctrico, el Valor Actual Neto (VAN) disminuye, la Tasa Interna de Retorno (TIR) se aproxima a la tasa de descuento utilizada y el período de recuperación de la inversión aumenta.

En el modelo Colocation se observa un comportamiento robusto frente al incremento del precio de la energía. Incluso para un precio de 90 USD/MWh el proyecto mantiene un VAN positivo de aproximadamente 6,6 millones de USD y una TIR cercana al 10 %, indicando que aún conserva viabilidad económica bajo dicho escenario.

Por su parte, el modelo Hyperscale presenta una mayor sensibilidad al precio del suministro eléctrico. Si bien mantiene indicadores favorables para valores de PPA entre 50 y 80 USD/MWh, al considerar un precio de 90 USD/MWh el VAN se vuelve levemente negativo y la TIR disminuye

hasta aproximadamente 10 %, evidenciando que el proyecto alcanza prácticamente su umbral de rentabilidad.

Estos resultados indican que el costo de la energía constituye una de las variables de mayor incidencia sobre la viabilidad económica del proyecto, especialmente para el modelo Hyperscale, debido a su mayor consumo energético asociado a una utilización más intensiva de la infraestructura.

10.4 Determinación del PPA límite

Con el objetivo de complementar el análisis de sensibilidad, se determinó el precio máximo del contrato PPA que permite que cada modelo de negocio mantenga viabilidad económica. Para ello, se calculó el valor del PPA que hace que el Valor Actual Neto (VAN) sea igual a cero, manteniendo constantes el resto de los supuestos técnicos y económicos del escenario base.

El PPA límite se define como:

$$VAN(PPA_{\text{límite}}) = 0 \quad (11)$$

Los resultados obtenidos se presentan en la Tabla 12.

Tabla 12: PPA límite para cada modelo de negocio.

Modelo de negocio	PPA límite (USD/MWh)
Colocation	90,95
Hyperscale	89,75

Fuente: Elaboración propia.

Los resultados muestran que ambos modelos presentan un PPA límite cercano a 90 USD/MWh. En el caso del modelo Colocation, el precio máximo de suministro eléctrico compatible con un

VAN igual a cero corresponde a 90,95 USD/MWh, mientras que para el modelo Hyperscale alcanza 89,75 USD/MWh.

La similitud entre ambos valores indica que, bajo los supuestos considerados, la viabilidad económica de los dos modelos presenta una exposición comparable frente al costo de la energía. No obstante, el modelo Colocation muestra una tolerancia marginalmente superior al incremento del precio PPA, al soportar un precio límite aproximadamente 1,20 USD/MWh mayor que el modelo Hyperscale.

En consecuencia, precios de suministro eléctrico cercanos a 90 USD/MWh sitúan al proyecto en su umbral de rentabilidad. Por sobre este nivel, el VAN tendería a ser negativo, mientras que precios inferiores permitirían mantener márgenes positivos de generación de valor económico.

10.5 Sensibilidad del PUE

Con el objetivo de evaluar la influencia de la eficiencia energética sobre la rentabilidad del proyecto, se analizó la sensibilidad de los indicadores económicos frente a variaciones del PUE, manteniendo constantes los demás supuestos del modelo. Se consideraron cuatro escenarios representativos, con valores de PUE de 1,25, 1,40, 1,55 y 1,65, correspondientes, respectivamente, a un Data Center altamente eficiente, un diseño moderno de alta eficiencia, el escenario base adoptado en esta investigación y un escenario de menor eficiencia energética. De esta forma, es posible cuantificar el efecto que tienen distintos niveles de eficiencia operacional sobre el consumo eléctrico y, en consecuencia, sobre la rentabilidad económica del proyecto.

Los resultados obtenidos para los modelos Colocation e Hyperscale se presentan en las Tablas 13 y 14, respectivamente.

Tabla 13: Sensibilidad del modelo Colocation frente a variaciones del PUE.

PUE	VAN (USD)	TIR (%)	Payback (años)
1,25	291.037.678	14	7,64
1,40	251.504.698	14	7,86
1,55	211.971.718	13	8,09
1,65	185.616.398	13	8,25

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 14: Sensibilidad del modelo Hyperscale frente a variaciones del PUE.

PUE	VAN (USD)	TIR (%)	Payback (años)
1,25	338.216.105	16	7,01
1,40	290.739.890	15	7,28
1,55	243.263.674	14	7,58
1,65	211.612.864	14	7,79

Fuente: Elaboración propia.

Los resultados evidencian que una mejora en la eficiencia energética del Data Center, representada por una disminución del PUE, incrementa la rentabilidad económica del proyecto en ambos modelos de negocio. Para los escenarios analizados, menores valores de PUE se traducen en un mayor VAN, una mayor TIR y un menor período de recuperación de la inversión, confirmando la relevancia del consumo energético dentro de los costos operacionales del proyecto.

No obstante, la definición del PUE objetivo implica un compromiso entre eficiencia energética y otros criterios de diseño. Alcanzar valores reducidos de PUE puede requerir soluciones de refrigeración de mayor complejidad o con mayores requerimientos hídricos, mientras que alternativas con menor consumo de agua, como sistemas de enfriamiento en seco (dry cooling), suelen presentar valores de PUE más elevados. En consecuencia, la selección del sistema de enfriamiento no debe basarse únicamente en la maximización de los indicadores económicos, sino también en la disponibilidad del recurso hídrico, los costos de implementación y la estrategia operacional del proyecto.

Según el tipo de sistema de refrigeración su operación requerirá insumos específicos, así como también generará residuos, los que deben ser descritos, al igual que las formas de manejo y disposición, con el fin de identificar los potenciales permisos ambientales sectoriales que le apliquen al proyecto.

10.6 Sensibilidad del CAPEX

Con el objetivo de evaluar el impacto de la inversión inicial sobre la rentabilidad del proyecto, se realizó un análisis de sensibilidad respecto al CAPEX del Data Center. La literatura especializada indica que el costo de construcción de Data Centers de gran escala puede presentar una variabilidad significativa dependiendo del nivel de redundancia, densidad de potencia, complejidad de la infraestructura y condiciones del mercado.

Considerando estos antecedentes, se adoptó como escenario base un CAPEX de 10 MMUSD/MW IT, valor representativo para proyectos greenfield de gran escala. Adicionalmente, se evaluaron tres escenarios alternativos: un escenario optimista de 8 MMUSD/MW IT, un escenario conservador de 12 MMUSD/MW IT y un escenario de estrés de 13 MMUSD/MW IT, manteniendo constantes todas las demás variables del modelo económico.

El objetivo de este análisis es cuantificar la sensibilidad de los indicadores económicos frente a variaciones en la inversión inicial requerida para el desarrollo del proyecto.

Los resultados obtenidos para ambos modelos de negocio se presentan en las Tablas 15 y 16.

Tabla 15: Sensibilidad de los indicadores económicos frente a variaciones del CAPEX para el modelo Colocation.

CAPEX	VAN (USD)	TIR (%)	Payback (años)
8 MMUSD/MW IT (Optimista)	388.735.699	17	6,77
10 MMUSD/MW IT (Base)	211.971.718	13	8,09
12 MMUSD/MW IT (Conservador)	34.216.003	10	9,42
13 MMUSD/MW IT (Stress)	-55.589.624	9,34	10,09

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 16: Sensibilidad de los indicadores económicos frente a variaciones del CAPEX para el modelo Hyperscale.

CAPEX	VAN (USD)	TIR (%)	Payback (años)
8 MMUSD/MW IT (Optimista)	414.446.773	19	6,14
10 MMUSD/MW IT (Base)	243.263.674	14	7,58
12 MMUSD/MW IT (Conservador)	72.080.575	11	9,00
13 MMUSD/MW IT (Stress)	-13.510.974	9,82	9,71

Fuente: Elaboración propia.

Los resultados muestran que el incremento del CAPEX reduce progresivamente la rentabilidad de ambos modelos de negocio, reflejándose en una disminución del VAN y de la TIR, junto con un aumento del período de recuperación de la inversión.

Bajo el escenario optimista de 8 MMUSD/MW IT, ambos modelos presentan un desempeño financiero sólido, registrando los mayores valores de VAN y TIR del análisis. Al considerar el escenario base de 10 MMUSD/MW IT, los proyectos continúan siendo económicamente atractivos, manteniendo indicadores superiores a la tasa de descuento utilizada.

En el escenario conservador de 12 MMUSD/MW IT, ambos modelos permanecen económicamente viables, aunque con una reducción significativa de los márgenes de rentabilidad. Finalmente, el escenario de estrés de 13 MMUSD/MW IT marca el umbral en que ambos modelos dejan de ser económicamente viables, registrando VAN negativos y tasas internas de retorno inferiores a

la tasa de descuento del 10 %.

Estos resultados evidencian que la inversión inicial constituye una de las variables de mayor incidencia sobre la rentabilidad del proyecto, siendo el CAPEX un factor determinante en la viabilidad económica de Data Centers de gran escala.

10.7 Determinación del CAPEX límite

Con el objetivo de complementar el análisis de sensibilidad del CAPEX, se determinó el denominado CAPEX límite para cada modelo de negocio. Este parámetro corresponde al costo máximo de inversión inicial que el proyecto puede soportar manteniendo un Valor Actual Neto (VAN) igual a cero, considerando constantes todas las demás variables del modelo económico.

Para su determinación se empleó la herramienta *Buscar objetivo* de Microsoft Excel, fijando como condición un VAN igual a cero y variando el CAPEX unitario del proyecto, expresado en USD/MW IT.

Los resultados obtenidos se presentan en la Tabla 17.

Tabla 17: CAPEX límite para los modelos de negocio evaluados.

Modelo	CAPEX límite (USD/MW IT)	CAPEX total (USD)
Colocation	12.381.001	1.238.100.066
Hyperscale	12.842.146	1.284.214.594

Fuente: Elaboración propia.

Los resultados muestran que ambos modelos presentan una capacidad similar para absorber incrementos en la inversión inicial antes de perder su viabilidad económica. El modelo Colocation alcanza un CAPEX límite de 12,38 MMUSD/MW IT, mientras que el modelo Hyperscale soporta hasta 12,84 MMUSD/MW IT, equivalente a una inversión total cercana a 1,28 mil millones de USD para un Data Center de 100 MW IT.

En consecuencia, el modelo *Hyperscale* presenta una mayor holgura frente a incrementos del CAPEX, aunque la diferencia respecto al modelo *Colocation* es relativamente acotada (aproximadamente un 3,7 %). Esto indica que ambos modelos poseen una sensibilidad similar frente a variaciones en la inversión inicial, siendo capaces de absorber incrementos del orden de un 24–28 % respecto del escenario base de 10 MMUSD/MW IT antes de que el VAN se reduzca a cero.

Desde una perspectiva práctica, estos resultados permiten establecer un umbral de inversión para proyectos de Data Centers de gran escala bajo los supuestos considerados. Si el CAPEX esperado supera aproximadamente los 12,4–12,8 MMUSD/MW IT, la rentabilidad del proyecto dejaría de ser positiva, por lo que sería necesario incrementar los ingresos, reducir los costos operacionales o mejorar las condiciones de financiamiento para mantener su viabilidad económica.

10.8 Sensibilidad de la tarifa de comercialización

Con el objetivo de evaluar la sensibilidad del proyecto frente a variaciones en los ingresos, se analizó el efecto de distintos niveles de tarifa de comercialización para cada modelo de negocio. A diferencia de un análisis basado en variaciones porcentuales arbitrarias, los escenarios considerados se definieron a partir de rangos de precios observados para Data Centers de gran escala, representando condiciones conservadoras, base y optimistas del mercado.

Para el modelo *Colocation* se consideraron tarifas de 230, 250 y 300 USD/kW-mes, mientras que para el modelo *Hyperscale* se analizaron tarifas de 180, 220 y 250 USD/kW-mes. En todos los casos se mantuvieron constantes el resto de los supuestos económicos del proyecto.

Los resultados obtenidos para el modelo *Colocation* se presentan en la Tabla 18.

Tabla 18: Sensibilidad de los indicadores económicos frente a variaciones de la tarifa de comercialización para el modelo Colocation.

Escenario	Tarifa (USD/kW-mes)	VAN (USD)	TIR (%)	Payback (años)
Conservador	230	91.627.792	11	8,90
Base	250	211.971.718	13	8,09
Optimista	300	512.831.534	17	6,67

Fuente: Elaboración propia.

Los resultados muestran que el modelo Colocation presenta una elevada sensibilidad frente a la tarifa de comercialización. Un incremento en el precio contratado genera aumentos significativos tanto en el VAN como en la TIR, reduciendo además el período de recuperación de la inversión. Esto refleja la alta dependencia del modelo respecto de la capacidad de capturar tarifas competitivas en el mercado.

Los resultados obtenidos para el modelo Hyperscale se presentan en la Tabla 19.

Tabla 19: Sensibilidad de los indicadores económicos frente a variaciones de la tarifa de comercialización para el modelo Hyperscale.

Escenario	Tarifa (USD/kW-mes)	VAN (USD)	TIR (%)	Payback (años)
Conservador	180	-45.784.822	9	10,11
Base	220	243.263.674	14	7,58
Optimista	250	460.050.046	18	6,40

Fuente: Elaboración propia.

En el modelo Hyperscale también se observa una fuerte dependencia de la tarifa de comercialización. Bajo el escenario conservador el proyecto presenta un VAN negativo y una TIR inferior a la tasa de descuento, indicando pérdida de viabilidad económica. Sin embargo, conforme la tarifa aumenta hasta los escenarios base y optimista, la rentabilidad mejora significativamente, alcanzando indicadores comparables e incluso superiores a los obtenidos para el modelo Colocation.

En conjunto, ambos análisis evidencian que la tarifa de comercialización constituye una de las variables más influyentes sobre la rentabilidad del proyecto. Asimismo, los resultados destacan la importancia de asegurar contratos de largo plazo con precios acordes a las condiciones de mercado, permitiendo absorber la elevada inversión inicial característica de los Data Centers de gran escala.

10.8.1. Determinación de la tarifa mínima de comercialización

Con el objetivo de complementar el análisis de sensibilidad de los ingresos, se determinó la tarifa mínima de comercialización que permite obtener un Valor Actual Neto (VAN) igual a cero para cada modelo de negocio. Este valor representa el precio mínimo que debe cobrarse por la capacidad contratada para que el proyecto mantenga su viabilidad económica, considerando constantes el resto de los supuestos utilizados en la evaluación.

Los resultados obtenidos se presentan en la Tabla 20.

Tabla 20: Tarifa mínima de comercialización para alcanzar un VAN igual a cero.

Modelo	Tarifa base (USD/kW-mes)	Tarifa mínima (USD/kW-mes)	Margen (%)
Colocation	250	214,98	14,0
Hyperscale	220	186,34	15,3

Fuente: Elaboración propia.

Los resultados muestran que ambos modelos presentan una capacidad similar para absorber reducciones en la tarifa de comercialización antes de perder viabilidad económica. En el caso del modelo Colocation, la tarifa puede disminuir aproximadamente un 14,0 % respecto del escenario base antes de alcanzar un VAN igual a cero. Por su parte, el modelo Hyperscale admite una reducción cercana al 15,3 %, alcanzando su punto de equilibrio con una tarifa de 186,34 USD/kW-mes.

Estos resultados indican que, bajo los supuestos considerados, ambos modelos poseen un margen de seguridad comparable frente a disminuciones en los ingresos por comercialización. No obstante, mantener tarifas alineadas con las condiciones del mercado y asegurar contratos de largo plazo continúa siendo un aspecto determinante para preservar la rentabilidad del proyecto.

10.9 Condiciones de financiamiento y estructura de deuda

Con el objetivo de evaluar el efecto del apalancamiento financiero sobre la rentabilidad del proyecto, se consideró un escenario de financiamiento mediante deuda para una fracción de la inversión requerida para la construcción del Data Center.

La tasa de interés empleada se estimó sobre la base de los siguientes componentes: rendimiento del bono del Tesoro de Estados Unidos a 10 años (US Treasury 10Y) de 4,48 % (CNBC, 2026), prima por riesgo soberano de Chile medida mediante el índice EMBI de 0,95 % (J.P. Morgan y Bloomberg, 2026) y una prima por riesgo de proyecto de 2,0 %, asociada a las etapas de construcción, comercialización y puesta en marcha de infraestructura digital.

La tasa de deuda se calculó mediante la siguiente expresión:

$$K_d = r_f + RP_{Chile} + RP_{Proyecto} \quad (12)$$

donde:

- K_d : costo de la deuda.
- r_f : tasa libre de riesgo.
- RP_{Chile} : prima por riesgo soberano de Chile.

- $RP_{Proyecto}$: prima por riesgo específica del proyecto.

Reemplazando los valores utilizados en el modelo:

$$K_d = 4,48 \% + 0,95 \% + 2,00 \% \quad (13)$$

$$K_d = 7,43 \% \quad (14)$$

10.9.1. Estructura de amortización del crédito

Considerando que el modelo económico incorpora una distribución progresiva del CAPEX para representar la expansión gradual de capacidad observada en proyectos de Data Centers de gran escala, el financiamiento mediante deuda se desembolsó de forma consistente con dicho cronograma de inversión. En consecuencia, el crédito se liberó gradualmente durante los primeros cuatro años del proyecto, siguiendo una distribución equivalente al 40 %, 30 %, 20 % y 10 % del monto total financiado. Durante esta etapa se consideró únicamente el pago de intereses sobre la deuda efectivamente desembolsada.

La amortización del capital se inicia una vez completado el desembolso total de la deuda. Por este motivo, durante los primeros años del proyecto se consideran únicamente pagos de intereses sobre los montos efectivamente financiados. En consecuencia, aunque el plazo de amortización corresponde a 15 años, el servicio total de la deuda se extiende hasta el año 18 del horizonte de evaluación.

Una vez completado el desembolso total del financiamiento, se inició la amortización del crédito mediante un sistema francés de cuota fija anual. Bajo este esquema, la proporción corres-

pondiente a intereses disminuye progresivamente a medida que se reduce el saldo de la deuda, mientras que la amortización de capital aumenta en cada período. Para la evaluación se consideró una tasa efectiva anual de 7,43 % y un plazo de amortización de 15 años.

Los parámetros generales considerados para el financiamiento se presentan en la Tabla 21.

Tabla 21: Parámetros considerados para el escenario financiado.

Parámetro	Valor
CAPEX Total (USD)	1.000.000.000
Porcentaje de deuda	70 %
Porcentaje de capital propio	30 %
Capital financiado (USD)	700.000.000
Tasa de deuda	7,43 %
Plazo de amortización (años)	15
Cuota fija anual (USD)	78.956.678

Fuente: Elaboración propia.

El cronograma de desembolso y amortización asociado al financiamiento se presenta en la Tabla 22.

Tabla 22: Cronograma de desembolso y amortización del financiamiento.

Año	Desembolso (USD)	Capital deuda (USD)	Interés (USD)	Amortización (USD)	Servicio de deuda (USD)	Saldo final (USD)
0	280.000.000	—	—	—	—	280.000.000
1	210.000.000	280.000.000	20.804.000	—	20.804.000	490.000.000
2	140.000.000	490.000.000	36.407.000	—	36.407.000	630.000.000
3	70.000.000	630.000.000	46.809.000	—	46.809.000	700.000.000
4	—	700.000.000	52.010.000	26.946.678	78.956.678	673.053.322
5	—	673.053.322	50.007.862	28.948.816	78.956.678	644.104.506
6	—	644.104.506	47.856.965	31.099.713	78.956.678	613.004.793
7	—	613.004.793	45.546.256	33.410.422	78.956.678	579.594.371
8	—	579.594.371	43.063.862	35.892.816	78.956.678	543.701.555
9	—	543.701.555	40.397.026	38.559.652	78.956.678	505.141.903
10	—	505.141.903	37.532.043	41.424.635	78.956.678	463.717.268
11	—	463.717.268	34.454.193	44.502.485	78.956.678	419.214.783
12	—	419.214.783	31.147.658	47.809.020	78.956.678	371.405.764
13	—	371.405.764	27.595.448	51.361.230	78.956.678	320.044.534
14	—	320.044.534	23.779.309	55.177.369	78.956.678	264.867.165
15	—	264.867.165	19.679.630	59.277.048	78.956.678	205.590.118
16	—	205.590.118	15.275.346	63.681.332	78.956.678	141.908.785
17	—	141.908.785	10.543.823	68.412.855	78.956.678	73.495.930
18	—	73.495.930	5.460.748	73.495.930	78.956.678	0

Fuente: Elaboración propia.

10.10 Resultados del escenario con financiamiento

Con el objetivo de evaluar el efecto del apalancamiento financiero sobre la rentabilidad del capital propio, se recalcularon los flujos de caja para los modelos Colocation e Hyperscale incorporando una estructura de financiamiento compuesta por un 70 % de deuda y un 30 % de capital propio. Se mantuvieron constantes los supuestos técnicos y económicos considerados en el escenario base, por lo que las diferencias observadas responden exclusivamente a la incorporación del financiamiento externo.

Es importante señalar que la utilización de deuda no modifica la rentabilidad económica

intrínseca del proyecto, representada por los flujos de caja libres del proyecto (FCFF). En cambio, el apalancamiento financiero incrementa la rentabilidad del capital propio (FCFE) al reducir el desembolso inicial requerido por parte del inversionista. En consecuencia, los indicadores presentados en esta sección corresponden al retorno obtenido sobre el patrimonio (*equity*) y no deben interpretarse como una mejora de la rentabilidad operacional del proyecto.

Los resultados obtenidos para ambos modelos se presentan en la Tabla 23.

Tabla 23: Indicadores financieros del inversionista para el escenario con financiamiento.

Indicador	Colocation	Hyperscale
VAN (USD)	393.601.444	428.144.298
TIR (%)	27	39
Payback (años)	4,70	2,96

Fuente: Elaboración propia.

Los resultados muestran que la incorporación de financiamiento mediante deuda mejora significativamente la rentabilidad del capital propio en ambos modelos de negocio, debido a la reducción del aporte inicial de *equity* requerido para desarrollar el proyecto.

Para el modelo Colocation, el VAN del *equity* alcanza USD 393,6 millones, con una TIR de 27 % y un período de recuperación de 4,70 años. Estos resultados reflejan una rentabilidad superior respecto del escenario sin financiamiento y evidencian el efecto positivo del apalancamiento sobre el retorno del capital aportado por el inversionista.

Por su parte, el modelo Hyperscale alcanza un VAN del *equity* de USD 428,1 millones, acompañado de una TIR de 39 % y un período de recuperación de 2,96 años. En comparación con Colocation, este modelo presenta una mayor creación de valor para el inversionista, una rentabilidad significativamente superior y una recuperación del capital considerablemente más rápida.

Este comportamiento se explica principalmente por la mayor generación de ingresos desde

las primeras etapas de operación, producto de una ocupación inicial más elevada y de contratos de gran escala que permiten estabilizar tempranamente los flujos de caja. Como consecuencia, el financiamiento amplifica el retorno sobre el capital propio de manera más significativa en el modelo Hyperscale.

Finalmente, si bien el apalancamiento incrementa la rentabilidad del *equity*, también implica mayores compromisos financieros asociados al servicio de la deuda. Por esta razón, una evaluación financiera orientada a financiamiento bancario debiera complementarse con indicadores de cobertura, como el *Debt Service Coverage Ratio* (DSCR), que permitan verificar la capacidad del proyecto para atender oportunamente sus obligaciones financieras.

10.11 Umbral de ocupación comercial del modelo Colocation

Si bien el modelo Colocation continúa dependiendo de la comercialización progresiva de capacidad para materializar sus ingresos, los resultados obtenidos muestran que su comportamiento económico es más cercano al del modelo Hyperscale bajo los supuestos adoptados en esta investigación. No obstante, la ocupación comercial sigue siendo una de las variables con mayor influencia sobre la rentabilidad del proyecto.

En contraste, los proyectos Hyperscale suelen desarrollarse sobre la base de contratos de largo plazo con clientes de gran escala, permitiendo asegurar elevados niveles de utilización desde etapas tempranas de operación. Esta característica reduce significativamente la incertidumbre asociada a la comercialización de capacidad. Como ejemplo, Google anunció un acuerdo energético asociado a un centro de datos con una duración de 20 años, reflejando el horizonte temporal con que habitualmente se estructuran este tipo de inversiones (Bloomberg, 2026).

Considerando lo anterior, se evaluó la ocupación mínima requerida para mantener un VAN

igual a cero en el modelo Colocation. Para ello, se aplicó un factor uniforme sobre la curva de ocupación considerada en el escenario base, manteniendo constantes las demás variables técnicas y económicas del modelo.

Los resultados obtenidos se presentan en la Tabla 24.

Tabla 24: Curva de ocupación límite para el modelo Colocation (VAN = 0).

Año	Ocupación base (MW)	Ocupación límite (MW)
1	30,00	22,45
2	50,00	37,42
3	70,00	52,39
4	85,00	63,61
5+	95,00	71,09

Fuente: Elaboración propia.

Los resultados indican que el proyecto mantiene un VAN positivo mientras alcance aproximadamente el 75 % de la curva de ocupación considerada en el escenario base. Esto equivale a una ocupación estabilizada cercana a 71 MW TI comercializados, en comparación con los 95 MW proyectados originalmente.

En consecuencia, el proyecto presenta un margen de tolerancia aproximado del 25 % frente a desviaciones en la comercialización de capacidad antes de perder su viabilidad económica. Este resultado evidencia que, aun cuando la ocupación continúa siendo una variable crítica para el modelo Colocation, existe una holgura relevante respecto del escenario base.

Asimismo, los resultados muestran que la diferencia de exposición al riesgo comercial entre los modelos Colocation e Hyperscale es menor que la observada en evaluaciones previas. No obstante, el modelo Hyperscale continúa presentando una menor incertidumbre comercial debido a la existencia de contratos de largo plazo y capacidad comprometida desde etapas tempranas de operación, mientras que el modelo Colocation depende en mayor medida de la velocidad de



incorporación de nuevos clientes.

11 Conclusiones

La presente investigación permitió evaluar la viabilidad técnica y económica del desarrollo de un Data Center de gran escala asociado al proyecto BESS Lo Prado, considerando los modelos de negocio Colocation e Hyperscale. Los resultados obtenidos demuestran que el proyecto es técnicamente factible y económicamente rentable bajo los supuestos analizados, evidenciando que la integración de sistemas de almacenamiento mediante baterías constituye una alternativa viable para abastecer infraestructura digital con un suministro renovable y confiable.

En el escenario base, ambos modelos presentan indicadores económicos positivos durante el horizonte de evaluación de 20 años. El modelo Colocation obtiene un VAN de USD 212,0 millones y una TIR de 13 %, mientras que el modelo Hyperscale alcanza un VAN de USD 243,3 millones y una TIR de 14 %, confirmando que ambas alternativas generan valor económico bajo condiciones razonables de mercado.

Objetivo específico 1: Se caracterizaron los requerimientos técnicos y energéticos de un Data Center de 100 MW de capacidad TI, adoptando un PUE de 1,55. A partir de estos parámetros se determinó una demanda total de 155 MW, considerando tanto la carga informática como los sistemas auxiliares requeridos para su operación. Este análisis permitió establecer la base técnica del estudio y confirmó que la definición precisa de la demanda energética constituye un elemento fundamental para el dimensionamiento del sistema de abastecimiento.

Objetivo específico 2: Se analizó el aporte del sistema BESS Lo Prado como soporte para el abastecimiento energético del Data Center. Los resultados muestran que el almacenamiento mediante baterías permite desplazar energía renovable entre distintos períodos de operación, aumentando la flexibilidad del sistema y facilitando el suministro continuo. Asimismo, se concluye

que el BESS no constituye una fuente de generación por sí misma, sino un componente estratégico dentro de una solución energética basada en generación renovable.

Objetivo específico 3: Se desarrolló un modelo de evaluación económica que integra CAPEX, OPEX, ingresos y flujos de caja descontados para ambos modelos. La metodología permitió cuantificar la rentabilidad esperada del proyecto y establecer una base consistente para la evaluación de escenarios y análisis de sensibilidad, incorporando además el efecto de distintas estrategias comerciales y parámetros de diseño sobre el desempeño económico.

Objetivo específico 4: El análisis de sensibilidad permitió identificar las variables críticas del proyecto. Los resultados muestran que el precio del suministro eléctrico (PPA), el nivel de ocupación comercial, el CAPEX y la eficiencia energética (PUE) ejercen una influencia significativa sobre los indicadores económicos. Asimismo, se observó que mejoras en la eficiencia energética incrementan la rentabilidad del proyecto, aunque su implementación implica un compromiso entre consumo energético, consumo hídrico y costos asociados al sistema de refrigeración.

En síntesis, los resultados obtenidos permiten concluir que el desarrollo de un Data Center de gran escala asociado al proyecto BESS Lo Prado es técnica y económicamente viable bajo los supuestos considerados. Ambos modelos de negocio mantienen su viabilidad frente a variaciones razonables de las principales variables económicas. Si bien existen diferencias en el desempeño económico entre ambos enfoques, estas no resultan determinantes para descartar alguna de las alternativas evaluadas. Por su parte, el modelo Hyperscale ofrece una mayor estabilidad comercial mediante contratos de largo plazo, mientras que el modelo Colocation presenta un mayor potencial de captura de valor asociado a la comercialización progresiva de capacidad. En consecuencia, la selección entre ambos modelos dependerá de la estrategia comercial y del perfil de riesgo asumido por el desarrollador del proyecto.

12 Discusión

La presente investigación surge como una evaluación técnica y económica aplicada al desarrollo de un Data Center de gran escala asociado al proyecto BESS Lo Prado, iniciativa impulsada por Lader Energy. El estudio nace de la necesidad de analizar nuevas oportunidades de negocio vinculadas al crecimiento de la infraestructura digital y al aumento de la demanda por energía renovable en los Data Centers, entregando antecedentes que permitan apoyar futuras decisiones de inversión y desarrollo del proyecto.

Uno de los principales aportes de este trabajo consiste en evaluar de manera integrada la relación entre infraestructura energética e infraestructura digital. Tradicionalmente, los proyectos de almacenamiento energético y los Data Centers son analizados de forma independiente; sin embargo, la creciente demanda de suministro eléctrico renovable por parte de operadores de Data Centers ha generado oportunidades para evaluar soluciones conjuntas. En este contexto, la investigación permite explorar el potencial de un esquema en el cual un sistema BESS actúe como parte de una estrategia de abastecimiento energético para una infraestructura digital de gran escala.

El estudio adquiere relevancia considerando que la zona donde se emplaza el proyecto BESS Lo Prado presenta una creciente concentración de iniciativas de generación renovable. Esta condición favorece la estructuración de contratos de suministro eléctrico basados en energía limpia.

Desde una perspectiva práctica, los resultados obtenidos constituyen un insumo relevante para las futuras etapas de desarrollo del proyecto. La evaluación realizada demuestra que, bajo los supuestos analizados, el proyecto presenta condiciones de viabilidad técnica y económica, proporcionando antecedentes cuantitativos que pueden respaldar procesos de evaluación por parte de potenciales inversionistas y otros actores involucrados en su desarrollo. Asimismo, el estudio per-

mitió identificar las variables críticas que condicionan la rentabilidad del proyecto, destacando el precio de la energía (PPA), la ocupación comercial, el CAPEX y la eficiencia energética (PUE), aspectos que deberán gestionarse adecuadamente para materializar los resultados proyectados.

Finalmente, si bien el análisis permite determinar la viabilidad técnica y económica del proyecto bajo los supuestos considerados, su desempeño futuro dependerá de condiciones de mercado, estrategias de comercialización, acuerdos de suministro energético, decisiones de diseño asociadas a la eficiencia energética y otros factores que deberán ser evaluados con mayor profundidad en etapas posteriores de desarrollo. En particular, la selección del sistema de refrigeración representa un compromiso entre eficiencia energética, consumo hídrico y costos de implementación, aspecto que puede influir en la rentabilidad final del proyecto. Por esta razón, resulta necesario revisar las principales limitaciones asociadas a la presente investigación.

13 Limitaciones

La presente investigación se desarrolló utilizando antecedentes técnicos, económicos y comerciales disponibles al momento de su elaboración. No obstante, existen ciertas limitaciones inherentes al estudio que deben ser consideradas al interpretar los resultados obtenidos.

Una primera limitación corresponde a la disponibilidad de información asociada a contratos de suministro energético entre sistemas de almacenamiento energético y grandes consumidores eléctricos. Debido a que este tipo de acuerdos se negocia de forma privada entre las partes involucradas, no fue posible acceder a referencias públicas de precios aplicables a proyectos similares. Para abordar esta limitación, se analizaron los costos marginales reales de la barra Lo Aguirre 220 kV durante el año 2025, utilizando información oficial publicada por el Coordinador Eléctrico Nacional. A partir de estos antecedentes se construyó un precio de referencia consistente con las condiciones observadas en el mercado eléctrico chileno y con la lógica operacional del sistema BESS evaluado.

Una segunda limitación corresponde a la disponibilidad de información comercial asociada a Data Centers de gran escala. Las tarifas efectivamente negociadas entre operadores y clientes suelen formar parte de acuerdos privados, especialmente en proyectos Hyperscale, lo que restringe el acceso a información pública y verificable. Para mitigar esta limitación, se utilizaron referencias disponibles en literatura especializada y antecedentes reportados por la industria para el modelo Colocation. Posteriormente, se estimó una tarifa representativa para el modelo Hyperscale considerando economías de escala observadas en este tipo de desarrollos y manteniendo coherencia con los rangos reportados internacionalmente.

Asimismo, los resultados obtenidos dependen de los supuestos de ocupación comercial

considerados en la evaluación económica. Si bien las curvas de ocupación utilizadas fueron definidas a partir de escenarios considerados razonables para un proyecto de estas características, la velocidad efectiva de comercialización dependerá de condiciones futuras de mercado, disponibilidad de clientes y evolución de la demanda por servicios digitales. Por esta razón, los resultados deben interpretarse como estimaciones bajo escenarios representativos y no como una predicción exacta del comportamiento futuro del proyecto.

El análisis de sensibilidad asociado al PUE se desarrolló considerando variaciones de este indicador de forma independiente, sin evaluar en detalle las tecnologías de refrigeración necesarias para alcanzar cada nivel de eficiencia. En consecuencia, no se cuantificaron las diferencias en inversión, consumo de agua, requerimientos operacionales ni costos de mantenimiento asociados a soluciones específicas de climatización. Por ello, los resultados deben interpretarse como una evaluación del impacto económico del PUE y no como una comparación entre alternativas tecnológicas de refrigeración.

Finalmente, la investigación corresponde a una evaluación desarrollada en etapa de factibilidad. En consecuencia, diversos aspectos técnicos, comerciales y financieros deberán ser refinados en etapas posteriores de desarrollo. Entre ellos destacan la estructura definitiva del contrato de suministro energético, las condiciones de financiamiento efectivamente disponibles, los costos de construcción actualizados, la selección de la tecnología de refrigeración y los acuerdos comerciales que permitan materializar la ocupación proyectada del Data Center. Por lo tanto, los resultados obtenidos constituyen una aproximación preliminar destinada a apoyar la toma de decisiones en fases tempranas del proyecto.

14 Anexos

14.1 Supuestos generales del modelo económico

En este anexo se presentan los principales supuestos utilizados para la construcción del modelo de evaluación económica del proyecto de Data Center.

Tabla 25: Supuestos generales del modelo económico.

Variable	Valor	Unidad
Horizonte de evaluación	20	años
Moneda	USD	–
Potencia IT	100	MW
PUE	1,55	–
Potencia total facility	155	MW
Horas de operación	8.760	h/año
Tasa de impuesto	27	%
Tasa de descuento	10	%
Tarifa base Colocation	250	USD/kW-mes
Tarifa base Hyperscale	230	USD/kW-mes
Potencia TI total	100.000	kW
Precio PPA base	60	USD/MWh
CAPEX unitario	10.000.000	USD/MW IT
CAPEX total	1.000.000.000	USD
Energía como porcentaje del OPEX	70	%
O&M anual Colocation	2,0	% CAPEX
O&M anual Hyperscale	1,5	% CAPEX
Método de depreciación	Lineal	–
Vida útil general	20	años

Fuente: Elaboración propia.

14.2 Proyección de ingresos

Las proyecciones de ingresos se estimaron a partir de la potencia TI comercializada en cada modelo de negocio y de las tarifas unitarias definidas en la metodología.

Las Tablas 26 y 27 presentan el detalle anual de los ingresos estimados para cada alternativa evaluada.

Tabla 26: Proyección de ingresos del modelo Colocation.

Año	MW ocupados	kW ocupados	Tarifa (USD/kW-mes)	Ingresos (USD)
0	0	0	250	—
1	30	30.000	250	90.000.000
2	50	50.000	250	150.000.000
3	70	70.000	250	210.000.000
4	85	85.000	250	255.000.000
5	95	95.000	250	285.000.000
6	95	95.000	250	285.000.000
7	95	95.000	250	285.000.000
8	95	95.000	250	285.000.000
9	95	95.000	250	285.000.000
10	95	95.000	250	285.000.000
11	95	95.000	250	285.000.000
12	95	95.000	250	285.000.000
13	95	95.000	250	285.000.000
14	95	95.000	250	285.000.000
15	95	95.000	250	285.000.000
16	95	95.000	250	285.000.000
17	95	95.000	250	285.000.000
18	95	95.000	250	285.000.000
19	95	95.000	250	285.000.000
20	95	95.000	250	285.000.000

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 27: Proyección de ingresos del modelo Hyperscale.

Año	MW ocupados	kW ocupados	Tarifa (USD/kW-mes)	Ingresos (USD)
0	0	0	220	—
1	80	80.000	220	211.200.000
2	90	90.000	220	237.600.000
3	100	100.000	220	264.000.000
4	100	100.000	220	264.000.000
5	100	100.000	220	264.000.000
6	100	100.000	220	264.000.000
7	100	100.000	220	264.000.000
8	100	100.000	220	264.000.000
9	100	100.000	220	264.000.000
10	100	100.000	220	264.000.000
11	100	100.000	220	264.000.000
12	100	100.000	220	264.000.000
13	100	100.000	220	264.000.000
14	100	100.000	220	264.000.000
15	100	100.000	220	264.000.000
16	100	100.000	220	264.000.000
17	100	100.000	220	264.000.000
18	100	100.000	220	264.000.000
19	100	100.000	220	264.000.000
20	100	100.000	220	264.000.000

Fuente: Elaboración propia.

14.3 Estimación del consumo energético

El consumo energético anual fue estimado a partir de la potencia TI comercializada en cada período y del valor de PUE adoptado para el proyecto. La potencia total demandada por la instalación (*MW Facility*) se calculó multiplicando la potencia TI ocupada por un PUE de 1,55. Posteriormente, el consumo anual de energía se obtuvo considerando una operación continua de 8.760 horas por año.

Las Tablas 28 y 29 presentan la estimación del consumo energético para los modelos Co-

location e Hyperscale, respectivamente.

Tabla 28: Estimación del consumo energético del modelo Colocation.

Año	MW TI ocupados	PUE	MW Facility	MWh/año
0	0	-	0	0
1	30	1,55	46,50	407.340
2	50	1,55	77,50	678.900
3	70	1,55	108,50	950.460
4	85	1,55	131,75	1.154.130
5	95	1,55	147,25	1.289.910
6	95	1,55	147,25	1.289.910
7	95	1,55	147,25	1.289.910
8	95	1,55	147,25	1.289.910
9	95	1,55	147,25	1.289.910
10	95	1,55	147,25	1.289.910
11	95	1,55	147,25	1.289.910
12	95	1,55	147,25	1.289.910
13	95	1,55	147,25	1.289.910
14	95	1,55	147,25	1.289.910
15	95	1,55	147,25	1.289.910
16	95	1,55	147,25	1.289.910
17	95	1,55	147,25	1.289.910
18	95	1,55	147,25	1.289.910
19	95	1,55	147,25	1.289.910
20	95	1,55	147,25	1.289.910

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 29: Estimación del consumo energético del modelo Hyperscale.

Año	MW TI ocupados	PUE	MW Facility	MWh/año
0	0	-	0	0
1	80	1,55	124,0	1.086.240
2	90	1,55	139,5	1.222.020
3	100	1,55	155,0	1.357.800
4	100	1,55	155,0	1.357.800
5	100	1,55	155,0	1.357.800
6	100	1,55	155,0	1.357.800
7	100	1,55	155,0	1.357.800
8	100	1,55	155,0	1.357.800
9	100	1,55	155,0	1.357.800
10	100	1,55	155,0	1.357.800
11	100	1,55	155,0	1.357.800
12	100	1,55	155,0	1.357.800
13	100	1,55	155,0	1.357.800
14	100	1,55	155,0	1.357.800
15	100	1,55	155,0	1.357.800
16	100	1,55	155,0	1.357.800
17	100	1,55	155,0	1.357.800
18	100	1,55	155,0	1.357.800
19	100	1,55	155,0	1.357.800
20	100	1,55	155,0	1.357.800

Fuente: Elaboración propia.

14.4 Estimación de costos operacionales (OPEX)

Los costos operacionales se estimaron a partir del consumo energético anual calculado para cada modelo de negocio y del precio de suministro eléctrico adoptado en el escenario base (60 USD/MWh).

Siguiendo los supuestos definidos en la metodología, el costo operacional se descompuso en dos componentes: el costo de energía, calculado a partir del consumo anual y del precio PPA, y los costos de operación y mantenimiento (OM), representados mediante un costo anual que aumenta durante la etapa de puesta en marcha del proyecto y posteriormente se estabiliza de acuerdo

con el nivel de operación esperado.

Las Tablas 30 y 31 presentan el detalle de los costos operacionales estimados para los modelos Colocation e Hyperscale.

Tabla 30: Estimación de costos operacionales del modelo Colocation.

Año	Consumo (MWh)	Precio PPA (USD/MWh)	Costo energía (USD)	O&M (USD)	OPEX total (USD)
0	—	—	—	—	—
1	407.340	60	24.440.400	8.000.000	32.440.400
2	678.900	60	40.734.000	14.000.000	54.734.000
3	950.460	60	57.027.600	18.000.000	75.027.600
4	1.154.130	60	69.247.800	20.000.000	89.247.800
5	1.289.910	60	77.394.600	20.000.000	97.394.600
6	1.289.910	60	77.394.600	20.000.000	97.394.600
7	1.289.910	60	77.394.600	20.000.000	97.394.600
8	1.289.910	60	77.394.600	20.000.000	97.394.600
9	1.289.910	60	77.394.600	20.000.000	97.394.600
10	1.289.910	60	77.394.600	20.000.000	97.394.600
11	1.289.910	60	77.394.600	20.000.000	97.394.600
12	1.289.910	60	77.394.600	20.000.000	97.394.600
13	1.289.910	60	77.394.600	20.000.000	97.394.600
14	1.289.910	60	77.394.600	20.000.000	97.394.600
15	1.289.910	60	77.394.600	20.000.000	97.394.600
16	1.289.910	60	77.394.600	20.000.000	97.394.600
17	1.289.910	60	77.394.600	20.000.000	97.394.600
18	1.289.910	60	77.394.600	20.000.000	97.394.600
19	1.289.910	60	77.394.600	20.000.000	97.394.600
20	1.289.910	60	77.394.600	20.000.000	97.394.600

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 31: Estimación de costos operacionales del modelo Hyperscale.

Año	Consumo (MWh)	Precio PPA (USD/MWh)	Costo energía (USD)	O&M (USD)	OPEX total (USD)
0	—	—	—	—	—
1	1.086.240	60	65.174.400	6.000.000	71.174.400
2	1.222.020	60	73.321.200	10.500.000	83.821.200
3	1.357.800	60	81.468.000	13.500.000	94.968.000
4	1.357.800	60	81.468.000	15.000.000	96.468.000
5	1.357.800	60	81.468.000	15.000.000	96.468.000
6	1.357.800	60	81.468.000	15.000.000	96.468.000
7	1.357.800	60	81.468.000	15.000.000	96.468.000
8	1.357.800	60	81.468.000	15.000.000	96.468.000
9	1.357.800	60	81.468.000	15.000.000	96.468.000
10	1.357.800	60	81.468.000	15.000.000	96.468.000
11	1.357.800	60	81.468.000	15.000.000	96.468.000
12	1.357.800	60	81.468.000	15.000.000	96.468.000
13	1.357.800	60	81.468.000	15.000.000	96.468.000
14	1.357.800	60	81.468.000	15.000.000	96.468.000
15	1.357.800	60	81.468.000	15.000.000	96.468.000
16	1.357.800	60	81.468.000	15.000.000	96.468.000
17	1.357.800	60	81.468.000	15.000.000	96.468.000
18	1.357.800	60	81.468.000	15.000.000	96.468.000
19	1.357.800	60	81.468.000	15.000.000	96.468.000
20	1.357.800	60	81.468.000	15.000.000	96.468.000

Fuente: Elaboración propia.

14.5 Depreciación y valor residual

La depreciación de los activos se estimó mediante el método lineal. Se consideró una vida útil de 20 años para la mayor parte de los activos del proyecto, mientras que la componente correspondiente a Land & Shell fue valorizada mediante un valor residual al término del horizonte de evaluación.

Las Tablas 32 y 33 presentan el detalle de la depreciación anual y la estimación del valor residual incorporado en la evaluación económica.

Tabla 32: Depreciación anual del proyecto.

Año	CAPEX depreciable (USD)	Depreciación anual (USD)	Valor libro final (USD)
0	1.000.000.000	–	1.000.000.000
1	1.000.000.000	50.000.000	950.000.000
2	1.000.000.000	50.000.000	900.000.000
3	1.000.000.000	50.000.000	850.000.000
4	1.000.000.000	50.000.000	800.000.000
5	1.000.000.000	50.000.000	750.000.000
6	1.000.000.000	50.000.000	700.000.000
7	1.000.000.000	50.000.000	650.000.000
8	1.000.000.000	50.000.000	600.000.000
9	1.000.000.000	50.000.000	550.000.000
10	1.000.000.000	50.000.000	500.000.000
11	1.000.000.000	50.000.000	450.000.000
12	1.000.000.000	50.000.000	400.000.000
13	1.000.000.000	50.000.000	350.000.000
14	1.000.000.000	50.000.000	300.000.000
15	1.000.000.000	50.000.000	250.000.000
16	1.000.000.000	50.000.000	200.000.000
17	1.000.000.000	50.000.000	150.000.000
18	1.000.000.000	50.000.000	100.000.000
19	1.000.000.000	50.000.000	50.000.000
20	1.000.000.000	50.000.000	0

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 33: Estimación del valor residual.

Concepto	Valor (USD)
CAPEX total	1.000.000.000
Participación Land & Shell	17,5 %
Valor residual año 20	175.000.000

Fuente: Elaboración propia.

14.6 Flujo de caja del escenario base: modelo Colocation

En este anexo se presenta el flujo de caja utilizado para la evaluación económica del modelo Colocation bajo el escenario base. Se consideran los ingresos proyectados, costos operacionales,

depreciación, impuestos, inversiones de capital y valor residual definidos en la metodología.

Tabla 34: Flujo de caja base del modelo Colocation (años 0–10).

Concepto	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Ingresos Colocation	–	90.000.000	150.000.000	210.000.000	255.000.000	285.000.000	285.000.000	285.000.000	285.000.000	285.000.000	285.000.000
OPEX Energía	–	24.440.400	40.734.000	57.027.600	69.247.800	77.394.600	77.394.600	77.394.600	77.394.600	77.394.600	77.394.600
O&M	–	8.000.000	14.000.000	18.000.000	20.000.000	20.000.000	20.000.000	20.000.000	20.000.000	20.000.000	20.000.000
OPEX Total	–	32.440.400	54.734.000	75.027.600	89.247.800	97.394.600	97.394.600	97.394.600	97.394.600	97.394.600	97.394.600
EBITDA	–	57.559.600	95.266.000	134.972.400	165.752.200	187.605.400	187.605.400	187.605.400	187.605.400	187.605.400	187.605.400
Depreciación	–	50.000.000	50.000.000	50.000.000	50.000.000	50.000.000	50.000.000	50.000.000	50.000.000	50.000.000	50.000.000
EBIT	–	7.559.600	45.266.000	84.972.400	115.752.200	137.605.400	137.605.400	137.605.400	137.605.400	137.605.400	137.605.400
Impuestos (27 %)	–	2.041.092	12.221.820	22.942.548	31.253.094	37.153.458	37.153.458	37.153.458	37.153.458	37.153.458	37.153.458
Utilidad Neta	–	5.518.508	33.044.180	62.029.852	84.499.106	100.451.942	100.451.942	100.451.942	100.451.942	100.451.942	100.451.942
+ Depreciación	–	50.000.000	50.000.000	50.000.000	50.000.000	50.000.000	50.000.000	50.000.000	50.000.000	50.000.000	50.000.000
- CAPEX	400.000.000	300.000.000	200.000.000	100.000.000	–	–	–	–	–	–	–
+ Valor Residual	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Flujo de Caja Libre	-400.000.000	-244.481.492	-116.955.820	12.029.852	134.499.106	150.451.942	150.451.942	150.451.942	150.451.942	150.451.942	150.451.942
Flujo Acumulado	-400.000.000	-644.481.492	-761.437.312	-749.407.460	-614.908.354	-464.456.412	-314.004.470	-163.552.528	-13.100.586	137.351.356	287.803.298

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 35: Flujo de caja base del modelo Colocation (años 11–20).

Concepto	Año 11	Año 12	Año 13	Año 14	Año 15	Año 16	Año 17	Año 18	Año 19	Año 20
Ingresos Colocation	285.000.000	285.000.000	285.000.000	285.000.000	285.000.000	285.000.000	285.000.000	285.000.000	285.000.000	285.000.000
OPEX Energía	77.394.600	77.394.600	77.394.600	77.394.600	77.394.600	77.394.600	77.394.600	77.394.600	77.394.600	77.394.600
O&M	20.000.000	20.000.000	20.000.000	20.000.000	20.000.000	20.000.000	20.000.000	20.000.000	20.000.000	20.000.000
OPEX Total	97.394.600	97.394.600	97.394.600	97.394.600	97.394.600	97.394.600	97.394.600	97.394.600	97.394.600	97.394.600
EBITDA	187.605.400	187.605.400	187.605.400	187.605.400	187.605.400	187.605.400	187.605.400	187.605.400	187.605.400	187.605.400
Depreciación	50.000.000	50.000.000	50.000.000	50.000.000	50.000.000	50.000.000	50.000.000	50.000.000	50.000.000	50.000.000
EBIT	137.605.400	137.605.400	137.605.400	137.605.400	137.605.400	137.605.400	137.605.400	137.605.400	137.605.400	137.605.400
Impuestos (27 %)	37.153.458	37.153.458	37.153.458	37.153.458	37.153.458	37.153.458	37.153.458	37.153.458	37.153.458	37.153.458
Utilidad Neta	100.451.942	100.451.942	100.451.942	100.451.942	100.451.942	100.451.942	100.451.942	100.451.942	100.451.942	100.451.942
+ Depreciación	50.000.000	50.000.000	50.000.000	50.000.000	50.000.000	50.000.000	50.000.000	50.000.000	50.000.000	50.000.000
- CAPEX	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
+ Valor Residual	–	–	–	–	–	–	–	–	–	175.000.000
Flujo de Caja Libre	150.451.942	150.451.942	150.451.942	150.451.942	150.451.942	150.451.942	150.451.942	150.451.942	150.451.942	325.451.942
Flujo Acumulado	438.255.240	588.707.182	739.159.124	889.611.066	1.040.063.008	1.190.514.950	1.340.966.892	1.491.418.834	1.641.870.776	1.967.322.718

Fuente: Elaboración propia.

14.7 Flujo de caja base del modelo Colocation

En este anexo se presenta el flujo de caja libre utilizado para la evaluación económica del escenario base bajo el modelo Colocation. Los valores corresponden a los resultados obtenidos a partir de los supuestos técnicos, comerciales y financieros definidos en la metodología.

Tabla 36: Flujo de caja financiado del modelo Colocation (años 0–10).

Concepto	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Ingresos Colocation	–	90.000.000	150.000.000	210.000.000	255.000.000	285.000.000	285.000.000	285.000.000	285.000.000	285.000.000	285.000.000
OPEX Energía	–	24.440.400	40.734.000	57.027.600	69.247.800	77.394.600	77.394.600	77.394.600	77.394.600	77.394.600	77.394.600
O&M	–	8.000.000	14.000.000	18.000.000	20.000.000	20.000.000	20.000.000	20.000.000	20.000.000	20.000.000	20.000.000
OPEX Total	–	32.440.400	54.734.000	75.027.600	89.247.800	97.394.600	97.394.600	97.394.600	97.394.600	97.394.600	97.394.600
EBITDA	–	57.559.600	95.266.000	134.972.400	165.752.200	187.605.400	187.605.400	187.605.400	187.605.400	187.605.400	187.605.400
Depreciación	–	50.000.000	50.000.000	50.000.000	50.000.000	50.000.000	50.000.000	50.000.000	50.000.000	50.000.000	50.000.000
EBIT	–	7.559.600	45.266.000	84.972.400	115.752.200	137.605.400	137.605.400	137.605.400	137.605.400	137.605.400	137.605.400
- Intereses Financiamiento	–	20.804.000	36.407.000	46.809.000	52.010.000	50.007.862	47.856.965	45.546.256	43.063.862	40.397.026	37.532.043
Utilidad antes de Impuestos	–	-13.244.400	8.859.000	38.163.400	63.742.200	87.597.538	89.748.435	92.059.144	94.541.538	97.208.374	100.073.357
Impuestos (27 %)	–	–	2.391.930	10.304.118	17.210.394	23.651.335	24.232.078	24.855.969	25.526.215	26.246.261	27.019.806
Utilidad Neta	–	-13.244.400	6.467.070	27.859.282	46.531.806	63.946.203	65.516.358	67.203.175	69.015.323	70.962.113	73.053.550
+ Depreciación	–	50.000.000	50.000.000	50.000.000	50.000.000	50.000.000	50.000.000	50.000.000	50.000.000	50.000.000	50.000.000
+ CAPEX	400.000.000	300.000.000	200.000.000	100.000.000	–	–	–	–	–	–	–
+ Valor Residual	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Flujo de caja operacional	-400.000.000	-263.244.400	-143.532.930	-22.140.718	96.531.806	113.946.203	115.516.358	117.203.175	119.015.323	120.962.113	123.053.550
+ Crédito	280.000.000	210.000.000	140.000.000	70.000.000	–	–	–	–	–	–	–
- Amortización Crédito	–	–	–	–	26.946.678	28.948.816	31.099.713	33.410.422	35.892.816	38.559.652	41.424.635
FC Neto	-120.000.000	-53.244.400	-3.532.930	47.859.282	69.585.128	84.997.387	84.416.645	83.792.753	83.122.507	82.402.461	81.628.916
Flujo Acumulado	-120.000.000	-173.244.400	-176.777.330	-128.918.048	-59.332.920	25.664.467	110.081.111	193.873.865	276.996.372	359.398.833	441.027.748

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 37: Flujo de caja financiado del modelo Colocation (años 11–20).

Concepto	Año 11	Año 12	Año 13	Año 14	Año 15	Año 16	Año 17	Año 18	Año 19	Año 20
Ingresos Colocation	285.000.000	285.000.000	285.000.000	285.000.000	285.000.000	285.000.000	285.000.000	285.000.000	285.000.000	285.000.000
OPEX Energía	77.394.600	77.394.600	77.394.600	77.394.600	77.394.600	77.394.600	77.394.600	77.394.600	77.394.600	77.394.600
O&M	20.000.000	20.000.000	20.000.000	20.000.000	20.000.000	20.000.000	20.000.000	20.000.000	20.000.000	20.000.000
OPEX Total	97.394.600	97.394.600	97.394.600	97.394.600	97.394.600	97.394.600	97.394.600	97.394.600	97.394.600	97.394.600
EBITDA	187.605.400	187.605.400	187.605.400	187.605.400	187.605.400	187.605.400	187.605.400	187.605.400	187.605.400	187.605.400
Depreciación	50.000.000	50.000.000	50.000.000	50.000.000	50.000.000	50.000.000	50.000.000	50.000.000	50.000.000	50.000.000
EBIT	137.605.400	137.605.400	137.605.400	137.605.400	137.605.400	137.605.400	137.605.400	137.605.400	137.605.400	137.605.400
- Intereses Financiamiento	34.454.193	31.147.658	27.595.448	23.779.309	19.679.630	15.275.346	10.543.823	5.460.748	–	–
Utilidad antes de Impuestos	103.151.207	106.457.742	110.009.952	113.826.091	117.925.770	122.330.054	127.061.577	132.144.652	137.605.400	137.605.400
Impuestos (27 %)	27.850.826	28.743.590	29.702.687	30.733.045	31.839.958	33.029.115	34.306.626	35.679.056	37.153.458	37.153.458
Utilidad Neta	75.300.381	77.714.151	80.307.265	83.093.047	86.085.812	89.300.940	92.754.951	96.465.596	100.451.942	100.451.942
+ Depreciación	50.000.000	50.000.000	50.000.000	50.000.000	50.000.000	50.000.000	50.000.000	50.000.000	50.000.000	50.000.000
- CAPEX	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
+ Valor Residual	–	–	–	–	–	–	–	–	–	175.000.000
Flujo de caja operacional	125.300.381	127.714.151	130.307.265	133.093.047	136.085.812	139.300.940	142.754.951	146.465.596	150.451.942	325.451.942
+ Crédito	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
- Amortización Crédito	44.502.485	47.809.020	51.361.230	55.177.369	59.277.048	63.681.332	68.412.855	73.495.930	–	–
FC Neto	80.797.896	79.905.132	78.946.035	77.915.678	76.808.764	75.619.607	74.342.096	72.969.666	150.451.942	325.451.942
Flujo Acumulado	521.825.645	601.730.776	680.676.812	758.592.489	835.401.253	911.020.861	985.362.957	1.058.332.623	1.208.784.565	1.534.236.507

Fuente: Elaboración propia.

14.8 Flujo de caja base del modelo Hyperscale

En este anexo se presenta el flujo de caja libre utilizado para la evaluación económica del escenario base bajo el modelo Hyperscale. Los valores corresponden a los resultados obtenidos a partir de los supuestos técnicos, comerciales y financieros definidos en la metodología.

Tabla 38: Flujo de caja financiado del modelo Hyperscale (años 0–10).

Concepto	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Ingresos Hyperscale	–	211.200.000	237.600.000	264.000.000	264.000.000	264.000.000	264.000.000	264.000.000	264.000.000	264.000.000	264.000.000
OPEX Energía	–	65.174.400	73.321.200	81.468.000	81.468.000	81.468.000	81.468.000	81.468.000	81.468.000	81.468.000	81.468.000
O&M	–	6.000.000	10.500.000	13.500.000	15.000.000	15.000.000	15.000.000	15.000.000	15.000.000	15.000.000	15.000.000
OPEX Total	–	71.174.400	83.821.200	94.968.000	96.468.000	96.468.000	96.468.000	96.468.000	96.468.000	96.468.000	96.468.000
EBITDA	–	140.025.600	153.778.800	169.032.000	167.532.000	167.532.000	167.532.000	167.532.000	167.532.000	167.532.000	167.532.000
Depreciación	–	50.000.000	50.000.000	50.000.000	50.000.000	50.000.000	50.000.000	50.000.000	50.000.000	50.000.000	50.000.000
EBIT	–	90.025.600	103.778.800	119.032.000	117.532.000	117.532.000	117.532.000	117.532.000	117.532.000	117.532.000	117.532.000
- Intereses Financiamiento	–	20.804.000	36.407.000	46.809.000	52.010.000	50.007.862	47.856.965	45.546.256	43.063.862	40.397.026	37.532.043
Utilidad antes de Impuestos	–	69.221.600	67.371.800	72.223.000	65.522.000	67.524.138	69.675.035	71.985.744	74.468.138	77.134.974	79.999.957
Impuestos (27 %)	–	18.689.832	18.190.386	19.500.210	17.690.940	18.231.517	18.812.260	19.436.151	20.106.397	20.826.443	21.599.988
Utilidad Neta	–	50.531.768	49.181.414	52.722.790	47.831.060	49.292.621	50.862.776	52.549.593	54.361.741	56.308.531	58.399.969
+ Depreciación	–	50.000.000	50.000.000	50.000.000	50.000.000	50.000.000	50.000.000	50.000.000	50.000.000	50.000.000	50.000.000
+ CAPEX	400.000.000	300.000.000	200.000.000	100.000.000	–	–	–	–	–	–	–
+ Valor Residual	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Flujo de caja operacional	-400.000.000	-199.468.232	-100.818.586	2.722.790	97.831.060	99.292.621	100.862.776	102.549.593	104.361.741	106.308.531	108.399.969
+ Crédito	280.000.000	210.000.000	140.000.000	70.000.000	–	–	–	–	–	–	–
- Amortización Crédito	–	–	–	–	26.946.678	28.948.816	31.099.713	33.410.422	35.892.816	38.559.652	41.424.635
FC Neto	-120.000.000	10.531.768	39.181.414	72.722.790	70.884.382	70.343.805	69.763.063	69.139.171	68.468.925	67.748.879	66.975.334
Flujo Acumulado	-120.000.000	-109.468.232	-70.286.818	2.435.972	73.320.354	143.664.159	213.427.221	282.566.393	351.035.318	418.784.197	485.759.530

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 39: Flujo de caja financiado del modelo Hyperscale (años 11–20).

Concepto	Año 11	Año 12	Año 13	Año 14	Año 15	Año 16	Año 17	Año 18	Año 19	Año 20
Ingresos Hyperscale	264.000.000	264.000.000	264.000.000	264.000.000	264.000.000	264.000.000	264.000.000	264.000.000	264.000.000	264.000.000
OPEX Energía	81.468.000	81.468.000	81.468.000	81.468.000	81.468.000	81.468.000	81.468.000	81.468.000	81.468.000	81.468.000
O&M	15.000.000	15.000.000	15.000.000	15.000.000	15.000.000	15.000.000	15.000.000	15.000.000	15.000.000	15.000.000
OPEX Total	96.468.000	96.468.000	96.468.000	96.468.000	96.468.000	96.468.000	96.468.000	96.468.000	96.468.000	96.468.000
EBITDA	167.532.000	167.532.000	167.532.000	167.532.000	167.532.000	167.532.000	167.532.000	167.532.000	167.532.000	167.532.000
Depreciación	50.000.000	50.000.000	50.000.000	50.000.000	50.000.000	50.000.000	50.000.000	50.000.000	50.000.000	50.000.000
EBIT	117.532.000	117.532.000	117.532.000	117.532.000	117.532.000	117.532.000	117.532.000	117.532.000	117.532.000	117.532.000
- Intereses Financiamiento	34.454.193	31.147.658	27.595.448	23.779.309	19.679.630	15.275.346	10.543.823	5.460.748	–	–
Utilidad antes de Impuestos	83.077.807	86.384.342	89.936.552	93.752.691	97.852.370	102.256.654	106.988.177	112.071.252	117.532.000	117.532.000
Impuestos (27 %)	22.431.008	23.323.772	24.282.869	25.313.227	26.420.140	27.609.297	28.886.808	30.259.238	31.733.640	31.733.640
Utilidad Neta	60.646.799	63.060.569	65.653.683	68.439.465	71.432.230	74.647.358	78.101.369	81.812.014	85.798.360	85.798.360
+ Depreciación	50.000.000	50.000.000	50.000.000	50.000.000	50.000.000	50.000.000	50.000.000	50.000.000	50.000.000	50.000.000
- CAPEX	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
+ Valor Residual	–	–	–	–	–	–	–	–	–	175.000.000
Flujo de caja operacional	110.646.799	113.060.569	115.653.683	118.439.465	121.432.230	124.647.358	128.101.369	131.812.014	135.798.360	310.798.360
+ Crédito	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
- Amortización Crédito	44.502.485	47.809.020	51.361.230	55.177.369	59.277.048	63.681.332	68.412.855	73.495.930	–	–
FC Neto	66.144.314	65.251.550	64.292.453	63.262.096	62.155.182	60.966.025	59.688.514	58.316.084	135.798.360	310.798.360
Flujo Acumulado	551.903.845	617.155.394	681.447.848	744.709.943	806.865.125	867.831.151	927.519.665	985.835.749	1.121.634.109	1.432.432.469

Fuente: Elaboración propia.

Referencias

- Asociación Chilena de Energía Solar (ACESOL) (2025). Reporte solar ACESOL 2025. Technical report, Asociación Chilena de Energía Solar. Accedido en mayo de 2026.
- Atlas Renewable Energy (2024). ¿qué es un PPA privado o corporativo? Accedido en mayo de 2026.
- Atlas Renewable Energy (2025a). En conversación con atlas: cómo afrontar la intermitencia en las energías renovables. Accedido en mayo de 2025.
- Atlas Renewable Energy (2025b). Se inaugura el primer sistema BESS stand-alone a gran escala de Chile y Latinoamérica. Accedido en mayo de 2025.
- Biblioteca del Congreso Nacional (2024). Licitaciones de suministro eléctrico en Chile. Accedido en mayo de 2026.
- Bloomberg (2026). Google asegura energía para centro de datos con inédito acuerdo a 20 años. Publicado por Perfil. Consultado en junio de 2026.
- CBRE Research (2025). Global data center trends 2025. Technical report, CBRE. Accedido en mayo de 2026.
- ChileValora (2026). Ministerio de ciencia y ChileValora presentan nuevos perfiles laborales para fortalecer la industria de data centers en Chile. Accedido en mayo de 2026.
- CNBC (2026). U.s. 10 year treasury yield. Consultado en junio de 2026.
- Conexión Kimal-Lo Aguirre (2025). Megalínea de transmisión eléctrica kimal-lo aguirre. Accedido en mayo de 2025.

Coordinador Eléctrico Nacional (2020). Consideración y Gestión de Proyectos Fehacientes en el Régimen de Acceso Abierto. <https://www.coordinador.cl/wp-content/uploads/2021/02/Consideracion-y-Gestion-de-Proyectos-Fehacientes.pdf>.

Coordinador Eléctrico Nacional (2025a). Costo marginal real — barra lo aguirre 220. Descargado desde el portal del Coordinador Eléctrico Nacional en mayo de 2025.

Coordinador Eléctrico Nacional (2025b). Reporte anual de desempeño del sistema eléctrico nacional 2024. Technical report, Coordinador Eléctrico Nacional. Accedido en mayo de 2026.

Damodaran A. (2026a). Betas by sector (us).

Damodaran A. (2026b). Country default spreads and risk premiums.

DataCenterHawk (2026). Colocation data center pricing: A 2026 beginner's guide. Accedido en mayo de 2026.

Dgtl Infra (2024). How much does it cost to build a data center? Accedido en abril de 2025.

Diario Financiero (2025a). Data centers y sostenibilidad energética en Chile. Suplemento especial Data Centers.

Diario Financiero (2025b). Industria chilena de centros de datos avanza hacia la consolidación. Suplemento Data Centers, Diario Financiero. Accedido en mayo de 2026.

Diario Financiero (2025c). La expansión de data centers en Chile: proyectos de inversión extranjera suman más de US\$ 4 mil millones. Accedido en mayo de 2026.

- Droguett Paillalef P. F. (2025). Estudio de factibilidad técnica, económica y estratégica para el desarrollo de infraestructura especializada a data centers de una empresa transmisora de electricidad en la región metropolitana. Tesis de máster, Universidad de Chile.
- Ember (2025). Reducir los vertimientos en Chile: una clave para aprovechar al máximo las energías renovables. Technical report, Ember Energy Research. Accedido en mayo de 2026.
- ETICA AG (2025). Why Data Centers Need Battery Energy Storage Systems. <https://eticaag.com/why-data-centers-need-battery-energy-storage-systems/>.
- Eyzaguirre A. (2024). Data centers en aprietos, alto consumo de energía complica su desarrollo. Diario Financiero.
- Garrigues (2024). La lenta pero segura llegada de los PPA financieros a Latinoamérica. Accedido en mayo de 2026.
- H2News (2026). Data centers y energía: la nueva prueba de estrés para la red eléctrica chilena. Accedido en mayo de 2026.
- International Energy Agency (2024a). Electricity 2024: Analysis and forecast to 2026.
- International Energy Agency (2024b). What the data centre and ai boom could mean for the energy sector. Accedido en abril de 2026.
- International Renewable Energy Agency (IRENA) (2025). Battery energy storage systems key to renewable power supply demand gaps. Accedido en mayo de 2026.

J.P. Morgan y Bloomberg (2026). Jp morgan embi index y reportes de credit default swaps (cds).

Fuente utilizada para la obtención del riesgo soberano de Chile (EMBI = 95 puntos base).

La Tercera (2026). ¿potencia tecnológica o nueva presión ambiental? el debate detrás del auge de los data centers en chile. Sección Sustentabilidad.

Lader Energy Chile SpA (2025). Declaración de impacto ambiental: Sistema de almacenamiento bess lo prado. Technical report, Servicio de Evaluación Ambiental.

Lavín J. (2024). Los datos son el nuevo petróleo y cómo está posicionado chile.

Ministerio de Ciencia (2024). Plan nacional de data centers para chile.

Molina Tapia L. (2022). Data center urbano: Alternativa de almacenamiento intangible de datos y regeneración urbana. Memoria para optar al título profesional, Universidad de Chile, Facultad de Arquitectura y Urbanismo.

Monje Cid C. S. (2024). Desarrollo de una herramienta de optimización de sistemas BESS para diferentes escenarios de generación renovable, mercado eléctrico y demanda industrial. Tesis de máster, Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas.

Morzavi B. (2022). Taking a look at the lifespan of Data Centre components.

<https://blog.cirkla.tech/2022/05/13/taking-a-look-at-the-lifespan-of-a-data-centre/>. Accedido en mayo de 2026.

PV Magazine (2025). Chile tiene 954 mw operativos de sistemas de almacenamiento de energía: el 48 % de los 2 gw de meta para 2030. Accedido en mayo de 2026.

Rodríguez Salamanca L. y Rest of World (2025). Microsoft and Google overstate job creation at Chile data centers. Accedido en mayo de 2026.

Servicio de Evaluación Ambiental (2026). Criterio de evaluación en el seia: Introducción a proyectos de data center.

Shaukat M., Alasmay W., Alanazi E., Shuja J., Madani S. A., y Hsu C.-H. (2022). Balanced energy-aware and fault-tolerant data center scheduling. *Sensors*, 22(4):1482.

UNIR (2023). El modelo capm: ¿cómo calcular la tasa de retorno de un activo financiero? Consultado en junio de 2026.

White & Case LLP (2024). Latin america focus 2024: Data center infrastructure investment. Accedido en mayo de 2026.

Zúñiga Y. (2025). Evaluación ambiental de proyectos de data centers en Chile y sus principales desafíos regulatorios. Memoria para optar al título profesional, Universidad de Chile. Accedido en mayo de 2025.