

## **CASO DE ESTUDIO:**

### ***Centros de Datos***

Escrito por Ing. Diana Corrales Matarrita, Ing. Brandon Cascante Rodríguez, 2025-12-08.

#### **SINOPSIS**

Los centros de datos permiten la operación ininterrumpida de los servicios esenciales de la sociedad actual, garantizando la disponibilidad de sectores como la salud, telecomunicaciones, educación, transporte y banca. En estos entornos críticos, incluso una breve interrupción puede generar impactos significativos tanto en la vida de las personas como en la estabilidad económica, alcanzando pérdidas millonarias en pocos minutos. Por este motivo, es fundamental que estas infraestructuras se diseñen de manera adecuada, incorporando altos niveles de seguridad, confiabilidad y redundancia que aseguren la continuidad operativa de los servicios a ofrecer.

#### **CENTROS DE DATOS**

Se conoce como centro de datos a aquellos espacios que permiten almacenar de forma física y virtual grandes cantidades de datos, así como procesarlos y gestionarlos [10]. Dentro de estas instalaciones se encuentran diversos componentes de hardware como servidores, sistemas de almacenamientos y equipos de red [4].

Los servidores son los responsables de efectuar la mayoría de los procesos informáticos y normalmente utilizan un montaje de rack; mientras que los sistemas de almacenamiento, como su nombre lo indica, permiten guardar la información con ayuda de unidades de estado sólido o discos duros. Por otra parte, los equipos de red permiten mantener la conexión entre los servidores y los usuarios, para lo cual se utilizan dispositivos como firewalls y routers [10].

Dentro de los centros de datos también existe la infraestructura de soporte, compuesta por el sistema eléctrico que suministra la energía, unidades de distribución de energía (PDU por sus siglas en inglés “Power Distribution Unit”), las UPS (Uninterruptible Power Supply) que se utilizan para garantizar una alimentación de forma ininterrumpida con la ayuda de baterías VRLA (plomo-ácido selladas) o de litio, los generadores que ofrecen energía en caso de presencia de cortes en el suministro principal, así como sistemas de calefacción, aire acondicionado, ventilación y sistemas de seguridad física. Finalmente, estos centros también cuentan con redes de comunicación, para ofrecer una alta conectividad y redundancia para garantizar que los servicios no se detengan; así como sistemas de gestión y monitoreo, para de este modo supervisar con ayuda de sensores y programación variables como la temperatura, el tráfico de datos y el consumo de energía [4] [10].

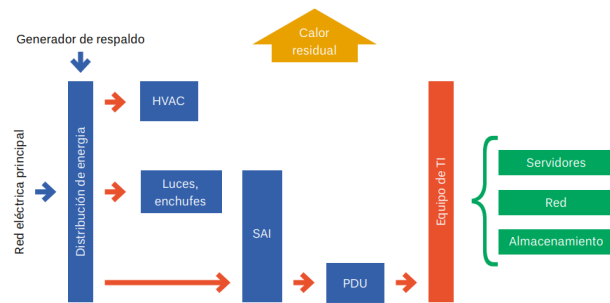


Figura 1. Componentes de un centro de datos [10].

En la Figura 1 se observan algunos de los principales componentes que forman parte de un centro de datos, donde se entiende HVAC como el sistema de aire acondicionado, calefacción y ventilación (“Heating, Ventilation, Air Conditioning” de sus siglas en inglés). Por otro lado, SAI hace referencia al sistema de alimentación ininterrumpida o UPS como se había mencionado anteriormente [10].

Para la climatización de los centros de datos, como se ha mencionado, es altamente necesario garantizar la confiabilidad, el control preciso, la escalabilidad y la redundancia, tomando en cuenta la densidad térmica con la que se trabajará. El método más común para controlar la temperatura es mediante sistemas de aire acondicionado de precisión, manteniendo rangos entre 18°C y 27°C y una humedad relativa entre 40% y 60%, para evitar la condensación que puede dañar los servidores a largo plazo, así como controlar la estática [4].

Para el diseño de la infraestructura e implementación de centros de datos existen dos normativas, en las cuales se establecen las mejores prácticas y requisitos técnicos que se deben de seguir; estas normas son la norma ANSI/TIA-942-C: Estándar de infraestructura de telecomunicaciones para centros de datos y la norma ANSI/BICSI 002: Estándar para el diseño de centros de datos. En la norma ANSI/TIA-942-C: Estándar de infraestructura de telecomunicaciones para centros de datos se indican los requisitos técnicos mínimos que se deben de cumplir para el diseño y construcción de la infraestructura de telecomunicaciones necesarias para un centro de datos. Asimismo, la norma ANSI/BICSI 002: Estándar para el diseño de centros de datos corresponde a una guía de buenas prácticas que indica las pautas que se deben de seguir para un adecuado diseño de centros de datos, donde se consideran todos los aspectos del ecosistema de un centro de datos, desde aspectos estructurales hasta aspectos de los sistemas eléctricos y seguridad contra incendios [1] [2].

También, existe un estándar relacionado con el desempeño general de los centros de datos, con el cual se garantiza que se realice un correcto diseño, construcción y operación de los centros de datos, este estándar es el estándar Tier del Instituto Uptime. En este estándar se clasifican los centros de datos según su rendimiento basado en aspectos estructurales, enfoque y rendimiento del equipo, con esto se puede medir la confiabilidad de los centros de datos. Las clasificaciones de nivel para los centros de datos definidas por el estándar Tier son los siguientes [3]:

- Tier I (Capacidad básica de nivel I): En este nivel las fallas en la capacidad o en la distribución van afectar al centro de datos. Se recomienda para centros de carga no críticos o empresas pequeñas [3].
  - Tier II (Componentes de capacidad redundantes): En este nivel las fallas en los componentes de capacidad o en la distribución podrían afectar al centro de datos [3].
  - Tier III (Mantenible concurrentemente): Se pueden retirar los componentes de capacidad planificadamente para mantenimientos o sustituciones sin afectar las operaciones, sin embargo, la instalación del centro de carga puede estar expuesta a fallos [3].
- Tier IV (Tolerante a fallos): Es un centro de cargas tolerante a fallas, en el cual se pueden realizar los mantenimientos sin afectar las operaciones [3].

Por otro lado, el consumo aproximado de energía mundial en centros de datos es del 2%, sin embargo, el uso de la inteligencia artificial implica un alto consumo energético que va a incrementar significativamente esta cifra. Por lo anterior, existe un método para calcular la eficiencia energética de los centros de datos, el cual se base en la siguiente fórmula [4]:

$$\text{Consumo} = \frac{\text{Energía total de centro de datos}}{\text{Energía de equipos TI}}$$

Si el valor obtenido es cercano a 1, quiere decir que se cuenta con una alta eficiencia, mientras que, si la cifra se aproxima más a 2, el centro de datos es ineficiente [4].

## CASO REAL

En la Figura 2 se observa el diseño eléctrico de un centro de datos ubicado en Costa Rica, el cual es clasificado como Tier II. La infraestructura cuenta con un transformador y dos generados con un sistema de transferencia, así como dos UPS de 40 kVA. Con ello se garantiza el suministro eléctrico continuo a los servidores y demás equipos que operan dentro del centro de datos.

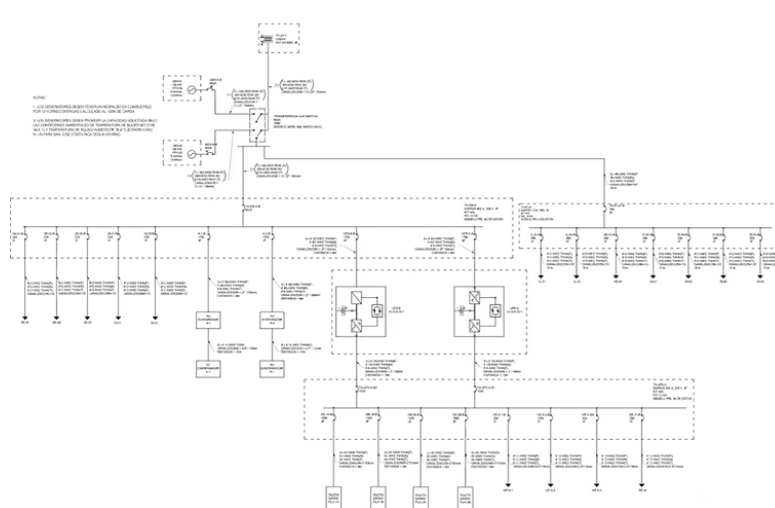


Figura 2. Diagrama unifilar centro de datos Tier II [4].

Debido a que el centro de datos cuenta con una clasificación de nivel Tier II, este presenta ciertas limitaciones operativas, ya que depende de componentes con redundancia parcial, por lo que, si alguno falla, se debe de detener el centro de datos para la ejecución del mantenimiento, lo que va a generar afectaciones en las operaciones. Por lo tanto, para evitar este tipo de afectaciones es recomendable realizar un diseño con una clasificación de nivel Tier III o una clasificación de nivel Tier IV, el cual dependerá directamente de la aplicación del centro de datos.

## **CONCLUSIÓN**

Los centros de datos son infraestructuras críticas que requieren un diseño riguroso para asegurar un suministro eléctrico robusto y altamente confiable, especialmente ante el creciente uso de la inteligencia artificial y la demanda continua de procesamiento. La selección adecuada de los equipos y la implementación de un sistema de enfriamiento eficiente son factores determinantes para garantizar la estabilidad y el rendimiento de la instalación.

Asimismo, es fundamental elegir la clasificación Tier que mejor se ajuste a las necesidades operativas y al presupuesto del proyecto, así como cumplir con las normativas y estándares vigentes para el diseño de centros de datos. Esto permitirá ofrecer un servicio de alta calidad a largo plazo.

## REFERENCIAS

- [1] Telecommunications Industry Association, *TIA-942-C: Telecommunications Infrastructure Standard for Data Centers*, 2024. Disponible en: <https://www.tiafotc.org/tia-standards-update/tia-942-c/>
- [2] Building Industry Consulting Service International (BICSI), *ANSI/BICSI 002: The Standard for Data Center Design and Implementation Best Practices*, 2023. Disponible en: <https://www.bicsi.org/standards/available-standards-store/single-purchase/ansi-bicsi-002-the-standard-for-data-center-design>
- [3] Uptime Institute, *Tier Certification of Data Centers – Design, Constructed Facility & Operational Sustainability*, 2025. Disponible en: <https://uptimeinstitute.com/tier-certification>
- [4] M. Chacón, *Centros de Datos: Infraestructura, Normativas y Tendencias para la Era Digital*, NEXA, Costa Rica, 2025.
- [5] L. A. Barroso, U. Hölzle, and P. Ranganathan, *The Datacenter as a Computer: An Introduction to the Design of Warehouse-Scale Machines*, 3rd ed. San Rafael, CA: Morgan & Claypool, 2019.
- [6] International Energy Agency (IEA) – 4E Programme, *Data Centre Energy Use: Critical Review of Models and Results*, Paris, France, 2025. [En línea]. Disponible en: <https://www.iea-4e.org/wp-content/uploads/2025/05/Data-Centre-Energy-Use-Critical-Review-of-Models-and-Results.pdf>
- [7] M. Wadenstein and W. Vanderbauwhede, “Life cycle analysis for emissions of scientific computing centres,” *Eur. Phys. J. C*, vol. 85, no. 913, 2025. doi: <https://doi.org/10.1140/epjc/s10052-025-14650-8>
- [8] Department of Climate Change, Energy, the Environment and Water (DCCEEW), *International Review of Energy Efficiency in Data Centres*, Government of Australia, 2024. [En línea]. Disponible en: <https://www.dcceew.gov.au/sites/default/files/documents/international-review-energy-efficiency-data-centres.pdf>
- [9] Inter-American Development Bank (IDB), *Data Centers and Broadband for Sustainable Economic and Social Development: Evidence from Latin America and the Caribbean*, Washington, D.C., 2017. doi: <https://doi.org/10.18235/0000692>
- [10] One Planet Network, *EcoAdvance: Relevancia Económica y Ambiental de los Centros de Datos en Latinoamérica*, 2025. [En línea]. Disponible en: <https://www.oneplanetnetwork.org/sites/default/files/2025-08/EcoAdvance%20-%20Espanhol%20-%20PDF%20Digital%2004-08-2025.pdf>