



<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

# EXPLORANDO LAS POSIBILIDADES DEL EDGE COMPUTING EN LA ERA DE LA CONECTIVIDAD

## *Exploring the possibilities of edge computing in the age of connectivity*

EVELYN GARNICA ESTRADA<sup>1</sup>, JOAN SEBASTIÁN GUERRERO RINCÓN<sup>2</sup>

Recibido:14 de octubre de 2023. Aceptado:22 de diciembre de 2024

DOI: <http://dx.doi.org/10.21017/rimci.2024.v11.n21.a160>

### RESUMEN

En la actual era de la conectividad, el Edge Computing emerge como una solución innovadora que redefine la forma en que se procesa y se analizan los datos. Este artículo describe el Edge Computing, explorando sus posibilidades y su impacto en la tecnología actual, abordando aspectos la reducción de latencia hasta la mejora de la eficiencia en el uso de datos. Se ilustra la arquitectura junto con las ventajas y desafíos que esta tecnología introduce en campos como el Internet de las Cosas (IoT), la analítica de datos en tiempo real y la privacidad. Con un enfoque en la evolución del Cloud Computing, este artículo invita a los lectores a explorar cómo el Edge Computing está transformando la conectividad y abriendo nuevas posibilidades para la innovación en un mundo cada vez más interconectado.

**Palabras clave:** Conectividad; Computación; Infraestructura; Software; IoT.

### ABSTRACT

In today's age of connectivity, Edge Computing is emerging as an innovative solution that redefines the way data is processed and analyzed. This article describes Edge Computing, exploring its possibilities and its impact on current technology, addressing aspects from latency reduction to improving efficiency in data use. The advantages and challenges that this technology introduces in fields such as the Internet of Things (IoT), real-time data analytics and privacy are illustrated. With a focus on the evolution of cloud computing, this article invites readers to explore how edge computing is transforming connectivity and opening new possibilities for innovation in an increasingly interconnected world.

**Keywords:** Connectivity; Computing; Infrastructure; Software; IoT.

## I. INTRODUCCIÓN

LA CONECTIVIDAD se ha convertido en un pilar fundamental que impulsa la evolución tecnológica, desde la forma en la que se interactúa con dispositivos hasta cómo se comparte y se procesan datos, es así como, la conectividad ha tejido una red global que conecta a individuos, empresas y ciudades. Sin embargo, esta creciente interconexión ha traído consigo nuevos desafíos y oportunidades que exigen una reevaluación constante de las soluciones tecnológicas.

Gracias a los constantes avances en programación y tecnologías de la información en general, ha surgido el Cloud Computing (computación en la nube) como tecnología emergente que ha permitido obtener datos al alcance de los usuarios, logrando tener sincronización de computadores, smartphones y muchos más dispositivos; en donde los recursos informáticos son ofrecidos y consumidos a través de internet siendo la infraestructura transparente para los usuarios.

- 1 Doctora en Educación de la Universidad de Baja California. Magister en Dirección de Proyectos de la Universidad Viña del Mar, Especialista en Planeación, Desarrollo y Administración de la investigación de la Universidad Manuela Beltrán, Ingeniera de Diseño y Automatización Electrónica de la Universidad de la Salle. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6205-7817> Correo electrónico: [egarnicae@urepublicana.edu.co](mailto:egarnicae@urepublicana.edu.co)
- 2 Estudiante de Ingeniería de Sistemas de la Corporación Universitaria Republicana, ORCID: <https://orcid.org/0009-0005-2244-5363> Correo electrónico: [js.guerrero@urepublicana.edu.co](mailto:js.guerrero@urepublicana.edu.co)

Ante una tecnología que está en crecimiento como la computación en la nube y la información que aumenta de forma exponencial, surge Edge Computing que busca fortalecer la interconectividad de los dispositivos y controlar la cantidad de datos.

En este contexto, Edge Computing emerge como un concepto disruptivo que redefine la manera en que se comprende el procesamiento de datos en un mundo altamente conectado, brindando una arquitectura informática distribuida que permite el procesamiento, almacenamiento y análisis de datos en tiempo real[1], donde se ha evidenciado una evolución del Cloud Computing que revolucionó el almacenamiento y acceso a la información; el Edge Computing lleva esta revolución un paso más allá al acercar el poder del procesamiento directamente a la Fuente de los datos.

Por lo anterior, es necesario presentar una documentación accesible que permita entender el Edge Computing desde su origen, características y aplicaciones; con el fin de conocer más a fondo este esquema de computación que promete beneficiar a usuarios como: académicos, empresas y también poblaciones.

En esta era de la revolución industrial 4.0 se está focalizando la atención a un segmento tecnológico de vital importancia para garantizar la conectividad de dispositivos y controladores físicos. Así es como, se plantea la necesidad de documentar una tecnología emergente que está en crecimiento, jugando un papel fundamental en la transformación digital de organizaciones e industrias.

En ese sentido, se propone responder a la pregunta ¿Cuál es la incidencia de la tecnología Edge Computing como evolución del Cloud Computing y su uso en el desarrollo del IoT (Internet de las Cosas)?

## II. MARCO DE REFERENCIA

### A. Computación ubicua

En los últimos 50 años, los enfoques en ciencias de la computación pueden estar relacionados con la parte cuantitativa entre las computadoras y los

humanos. Al principio, muchas personas compartían una sola computadora, luego la idea de que cada usuario tenía una sola computadora cambió significativamente la forma en que las personas usaban los sistemas informáticos. En la última década, esto cambió aún más en una relación de muchos a uno, donde un usuario tiene muchas computadoras, o al menos dispositivos con capacidades de procesamiento disponibles y que rodean a un solo usuario. Esta era recientemente iniciada se conoce como computación ubicua; sin embargo, la computación ubicua plantea muchas cuestiones más allá de la relación cuantitativa entre la computadora y el usuario[2].

Un desafío importante en la computación ubicua es la integración física y la incorporación de la tecnología informática y de comunicación en entornos y artefactos. Tales desarrollos conducen a «artefactos aumentados», planteando problemas más allá de la integración física. Integrar la tecnología en los artefactos cotidianos también implica inevitablemente incrustar la «computadora» en las tareas realizadas por el usuario. Esto conduce a nuevos desafíos de investigación y más preguntas, por ejemplo cuál sería la consecuencia de que los artefactos y los entornos se conviertan en una parte integral de la «computadora», o cómo es posible e incluso agradable interactuar con un sistema donde muchos artefactos y el medio ambiente son parte de la «interfaz humano-computadora», dónde está la aplicación y cómo influimos e interactuamos con una aplicación cuando cada parte de la «computadora» y de la «interfaz hombre-computadora» es potencialmente una parte de muchas aplicaciones[3].

### B. Computación en la nube

Según Joyanes, la Computación en la nube es uno de los términos tecnológicos más empleados en todos los de medios de comunicación en los últimos años, debido a que las empresas, las organizaciones y los negocios en general, incorporan todas las bondades de esta tecnología al servicio de la resolución de sus problemas en materia de información[4].

A medida que la computación en la nube se convirtió en el eje vital de operación en diferentes ámbitos, en los últimos años la ubicuidad del pro-

cesamiento y las redes ha permitido tener servicios de computación a escala industrial; el software como servicio en línea, y las redes inalámbricas e infraestructura en general conectan cada vez más dispositivos a dichos servicios[4].

La llamada nube está hoy en día tan presente que se utiliza cada vez con más frecuencia, servicios como almacenamiento de documentos, la banca en línea, correo electrónico, redes sociales son ejemplos clásicos de la nube; lo que significa que utilizar la nube consiste en interactuar con datos que se encuentran en un servidor remoto y al que se accede gracias a internet[5].

La interacción, técnicamente se presenta de la siguiente forma: nuestros dispositivos se conectan a internet, mediante una red fija o una red inalámbrica, de esta forma el proveedor de servicios de internet se encarga de llevar los datos desde nuestros dispositivos hasta el servidor de destino, utilizando una dirección IP o una dirección web (por ejemplo dropbox.com o gmail.com), para identificar el sitio al que se debe enviar la información.

Como lo afirma Rebato, el servidor en cuestión procesa los datos, opera con la información y devuelve una respuesta[5]. Por ejemplo: al abrir el correo electrónico como Gmail a través de un dispositivo, lo que se hace es solicitar al servidor de Google que nos muestre el estado actual de la bandeja de entrada, este procesa la solicitud, consulta si tenemos correo nuevo y lo devuelve como una respuesta que podemos ver en pantalla. Como los datos están en la nube, no existe una dependencia del dispositivo, así que la petición se puede hacer desde cualquier dispositivo. Fig. 1.

Las soluciones actuales de computación en la nube se pueden clasificar en varios grupos[7]:

### 1. Según el modelo de desarrollo

Una de las clasificaciones que se puede realizar se hace atendiendo a la privacidad. De esta manera, se tiene cuatro modelos de desarrollo para la computación en la nube: nube privada, pública, comunitaria e híbrida.

**Nube privada:** una sola organización hace la gestión y la administración de sus servicios en la nube, esta organización puede ser el mismo proveedor de servicios, la empresa contratante o un tercero. En caso de que se trate de un tercero, este actuará bajo las necesidades de la organización. Normalmente se elige este tipo de nube cuando la información es crítica, se necesita centralizar los recursos informáticos y además se quiere tener flexibilidad a la hora de disponer de los mismos. Esto es posible ya que la solución adquirida está adaptada a las necesidades de la empresa contratante y se puede realizar el control y la supervisión de la seguridad y la protección de la información.

**Nube pública:** en este tipo de nube, no se conoce la ubicación de la información. El proveedor de servicios ofrece sus recursos de forma gratuita a diferentes entidades. No se debe pensar que una nube pública es una nube insegura. En este tipo de nube se dispone de plazos de tiempo reducidos para la disponibilidad del servicio. Además de que los costes por su uso, en caso de que los haya, son bastante bajos.

**Nube comunitaria (community cloud):** los servicios se comparten en una comunidad cerrada de entidades que tienen los mismos objetivos, de manera que colaboran entre ellas. En este caso la nube es gestionada y administrada por una o más entidades de la comunidad.

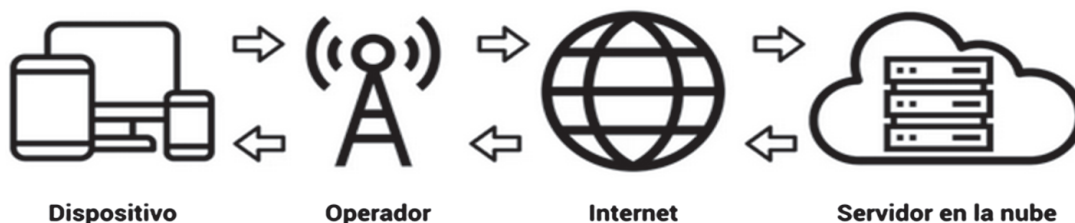


Fig. 1. Esquema de envío de datos desde los dispositivos hasta los servidores en la nube[6].

**Nube híbrida:** estas nubes pueden estar formadas por dos o más tipos de nubes de las que se mencionaron previamente: pública, privada o comunitaria. Algunos servicios se ofrecen de manera pública, como por ejemplo las herramientas de desarrollo, y otros de manera privada, como es el caso, por ejemplo, de la infraestructura. Una entidad que opte por esta solución puede beneficiarse de las ventajas que el resto de las nubes tenían por separado. Por ejemplo, se dispone de una gran flexibilidad a la hora de adquirir servicios, pero además es posible tener control sobre ellos.

## 2. Según el modelo de servicio

En esta categoría se tiene tres familias, que hoy en día son las que se conocen como XaaS, que significa anything as a service, o simplemente como As a service. A pesar de que hoy en día las soluciones que se ofrecen suelen ser mixtas, es decir, combinando varios modelos de servicio, vamos a realizar la siguiente clasificación para entender mejor los conceptos.

**Software as a Service (SaaS):** en este grupo lo que se ofrecen son productos tales como un servicio, de manera que la entidad pueda disponer de estas aplicaciones para el desarrollo de su propia actividad. Se puede acceder a las aplicaciones desde diferentes dispositivos y lo pueden hacer varios clientes a la vez. Se provee al cliente con las licencias necesarias para el uso de un software como demanda. Además, puede hacerse de dos formas: el proveedor dispone de las aplicaciones en sus servidores y el cliente accede por el navegador, o se instala la aplicación en los sistemas del cliente y la licencia expira cuando acabe el periodo contratado.

**Platform as a Service (PaaS):** este modelo de servicio consiste en ofrecer al usuario herramientas con las que pueda desarrollar, hacer el testeo, despliegue, mantenimiento y hosting de sus propias aplicaciones informáticas, sin la necesidad de que tenga que instalarlas en sus equipos locales. Las grandes ventajas de este modelo son que el usuario no tiene que pagar las licencias de las herramientas y además está exento del mantenimiento y actualización de las mismas.

**Infrastructure as a Service (IaaS):** se caracteriza porque provee capacidad de almacenamiento, y recursos computacionales que el usuario utilizará para desarrollar su propio software. Es decir,

se pone a disposición del cliente el uso de una infraestructura informática como servicio. Se elige este método como alternativa para no tener que adquirir todos los servidores, el espacio de almacenamiento y los equipos de red necesarios para desarrollar la actividad del cliente.

De esta forma las soluciones tecnológicas actuales van a pertenecer a uno de estos tipos o, a varios de ellos a la vez. Por ejemplo, **SaaS:** Paquetes de software de oficina, Gestión de proyectos y portafolios, Mensajería, Gestión de contenidos. **PaaS:** Integración de datos, Sistemas de gestión de bases de datos, Aplicaciones de seguridad, Portales de aplicaciones. **IaaS:** Servicios de computación, Servicios de almacenamiento y Servicios de copia de seguridad.

## C. Internet de las cosas (IOT) - internet of things

El Internet de las cosas (IoT) es un sistema de interconexión de dispositivos informáticos, máquinas digitales, objetos, animales o personas que están provistos de identificadores únicos (UID) y la capacidad de transferir datos a través de una red sin necesidad de interacción humano a humano o humano a computadora[8].

IoT es un término empleado para referirse a una tecnología o un conjunto de elementos a nivel de hardware, también concebido como un ecosistema tecnológico que involucra sensores, actuadores, procesamiento, infraestructura de redes y las aplicaciones de software requeridas de acuerdo con su funcionalidad[9]. Y en ese ecosistema se encuentra la computación en la nube con el fin de soportar gran cantidad y variedad de datos, lo que es lógico afirmar que al tener mayor volumen de datos, el número de conexiones a los servidores crecerá exponencialmente.

El IoT se ha convertido en una realidad palpable gracias al uso extensivo del Protocolo de Internet (IP), el aumento de la computación ubicua y el continuo avance del análisis de datos, entre otros factores[10]. Por tanto, Oracle, estima que para el año 2025 habrá 22 mil millones de dispositivos conectados a IoT[11].

## D. Computación en el borde edge computing

Su origen se remonta en la década de los 90 impulsado por el concepto de computación ubicua y el

internet de las cosas, el blog de tecnología Tech-Data[12] define Edge Computing como el análisis y transformación de los datos generados por los dispositivos y controladores físicos y es el Internet de las Cosas una muestra clara de una arquitectura implementada bajo controladores y dispositivos conectados para adquirir, procesar y transmitir datos en diferentes aplicaciones o procesos.

De acuerdo con Doukas[13], las funciones básicas de un dispositivo que pertenezca al IoT se basan en la adquisición y transmisión de datos, así como en el accionamiento de los elementos de salida, teniendo en cuenta que en el proceso se hace uso de la red, ya sea para recibir información, asistencia, gestión entre otras acciones.

Teniendo en cuenta que el Internet de las Cosas es el vínculo clave con las plataformas de Computación en la Nube. Las aplicaciones IoT están basadas en Computación en la Nube de manera que es posible proveer características de almacenamiento con mejor escalabilidad y gran interoperabilidad a través de accesos abiertos e interfaces directas para la comunicación e intercambio de información[14].

Entre tanto, Edge Computing es la colocación de cargas de trabajo lo más cerca posible del perímetro, de ahí proviene su nombre (edge) y cuando se habla de perímetro o borde es donde se crean los datos y se realizan las acciones; y el origen de los datos proviene de nosotros como seres humanos, de nuestro mundo, en los entornos que operamos, en los lugares donde trabajamos[15].

En ese sentido, Edge Computing consiste en acercar el poder de procesamiento lo más cerca posible de donde los datos están siendo generados. Es decir, consiste en acercar la nube hasta el usuario, hasta el borde mismo de la red. Esto permite que los usuarios obtengan servicios más rápidos y confiables.

De acuerdo con la Fig. 2, se aproxima la capacidad de procesar y almacenar datos al usuario haciendo el proceso más eficiente, lo que significa un cambio de paradigma en el procesamiento, la velocidad, la latencia y las posibilidades que detona este esquema.

Sin embargo, diversas investigaciones afirman que Edge Computing como tecnología aún presenta desafíos que se han mejorado en los últimos años, como lo son la latencia en la conexión, la privacidad y seguridad de los datos, la reducción de carga de red, la eficiencia computacional, la reducción de costos de nube y la autonomía.

### III. INFRAESTRUCTURA BASE PARA EDGE COMPUTING

Edge Computing es una arquitectura estratégica que está creciendo aceleradamente, pero sus diferentes permutaciones hacen que sea difícil de precisar, debido a que no existe una certeza si la llamada computación perimetral se trata de dispositivos móviles, de IoT, entornos inteligentes, o es únicamente nube, o también hace parte de las instalaciones o directamente en el dispositivo,

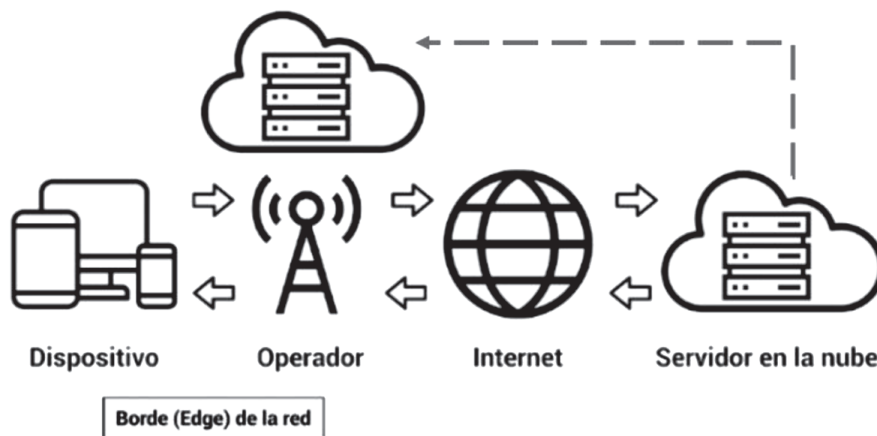


Fig. 2. Esquema de envío de datos desde los dispositivos hasta los servidores en la nube con Edge Computing. Adaptado de[6].

también se habla bastante si se trata de informática o redes, y sobre sus campos de acción si aplica a las telecomunicaciones, industria, fabricas, robótica, etc. Lo que sí se puede afirmar con esta investigación es que Edge Computing hace parte de todo lo anterior y de ahí viene su complejidad.

La configuración de la infraestructura base para Edge Computing puede variar según los requisitos específicos de la aplicación y el entorno en el que se implementará[16]. Sin embargo, aquí se describe una forma general de cómo podría configurarse la infraestructura base para Edge Computing:

**Dispositivos y Sensores:** la infraestructura comienza con dispositivos y sensores ubicados en el borde de la red. Estos dispositivos pueden ser sensores IoT, cámaras de vigilancia, vehículos autónomos, dispositivos médicos y más. Estos dispositivos recopilan datos y los transmiten para su procesamiento.

**Gateways:** Los dispositivos y sensores se conectan a gateways, que actúan como intermediarios entre los dispositivos y la infraestructura de Edge Computing[17]. Los gateways pueden realizar preprocesamiento de datos, filtrado y agregación antes de enviar los datos para su análisis posterior.

**Microcentros de Datos en el perímetro:** Los microcentros de datos son componentes esenciales de la infraestructura, como servidores, sistemas embebidos o clústeres de procesamiento que se instalan en el mismo sitio donde se generan los datos. Estos microcentros de datos albergan la capacidad de procesamiento, almacenamiento y análisis necesarios para el procesamiento[18].

**Redes de Comunicación:** Se requieren redes de comunicación para conectar los dispositivos, gateways y microcentros de datos en el borde como 5G, Wi-Fi o redes cableadas de alta velocidad para garantizar una conectividad estable y rápida[18].

**Plataformas de Software:** Las plataformas de software son esenciales para administrar y orquestar los dispositivos y recursos en el borde[19], donde se incluyen sistemas operativos de tiempo real, sistemas de gestión de contenedores y plataformas de administración de dispositivos.

**Seguridad y Privacidad:** Se deben implementar medidas sólidas de seguridad y privacidad para proteger los datos en tránsito y en reposo, tales como: encriptación de datos, autenticación de dispositivos y mecanismos de detección de intrusiones[20].

**Computación Distribuida:** La infraestructura debe ser capaz de distribuir la carga de trabajo de procesamiento en varios nodos de procesamiento en el borde para optimizar la eficiencia y la escalabilidad[18].

**Monitoreo y Gestión Remota:** Se debe habilitar la capacidad de monitorear y gestionar los dispositivos y sistemas en el borde de manera remota, mediante herramientas de monitoreo en tiempo real y la capacidad de realizar actualizaciones de software a distancia.

**Integración con la Nube:** Aunque se procesa en el borde, la infraestructura debe ser capaz de integrarse con servicios en la nube para tareas más intensivas de análisis, almacenamiento y colaboración.

**Tolerancia a Fallos:** La infraestructura debe ser capaz de manejar situaciones de desconexión intermitente y recuperarse de fallos de manera efectiva.

Gamble[16] visualiza las arquitecturas de Edge Computing como un conjunto de capas, lo que hace que el concepto sea más fácil de entender. En la Fig. 3 se aprecia que la capa superior representa los centros de datos en la nube, compuestos por un centro de datos central y centros de datos regionales interconectados. Los centros de datos en la nube siguen desempeñando un papel crucial en una arquitectura Edge Computing porque son el repositorio final de información. Sin embargo, no se confía en los centros de datos en la nube para las aplicaciones locales.

La siguiente capa hacia abajo es la capa de borde (Edge). El borde podría ser cualquier aplicación, por ejemplo: una plataforma comercial, petrolera, un crucero, avión, restaurante, tienda minorista, entre otros. Esta capa contiene centros de datos perimetrales y puertas de enlace de Internet de las cosas (IoT). Estos se ejecutan en una red de área local, que podría ser fibra,

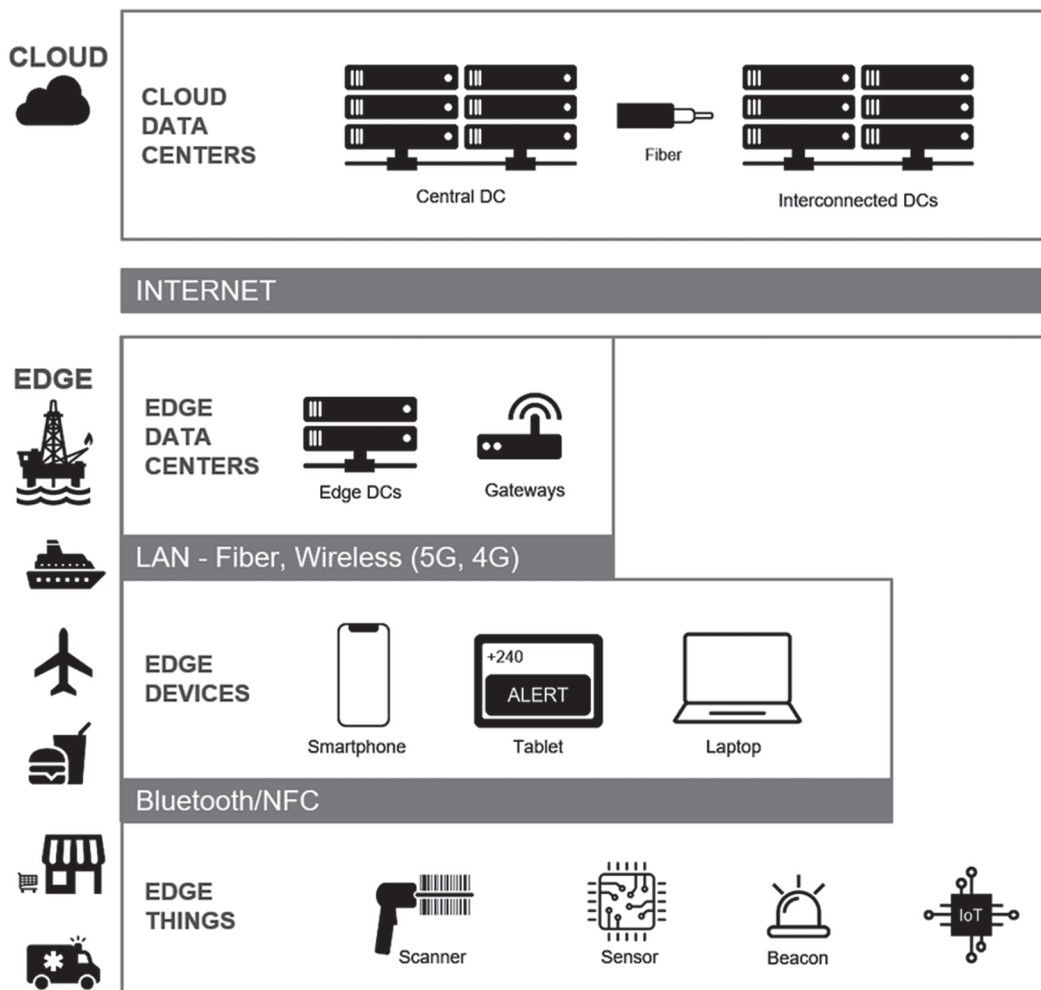


Fig. 3. Diagrama de arquitectura[16]

inalámbrica, 5G o redes más antiguas como 4G y anteriores.

Dentro de la capa de borde, hay dispositivos individuales, teléfonos inteligentes, tabletas y computadoras portátiles que llevan los usuarios, así como dispositivos IoT que se comunican con el centro de datos de borde. También hay comunicación entre dispositivos a través de una red de área privada como RF o Bluetooth.

Si bien esta representación muestra un solo centro de datos de Edge Computing para simplificar, podría haber n número de centros de datos adicionales para facilitar la computación en un ecosistema empresarial. Por ejemplo, puede alimentar sistemas POS para una cadena de tiendas minoristas utilizando centros de datos perimetrales en cada ciudad donde se concentran las tiendas.

La infraestructura base para Edge Computing incluye una serie de elementos que permiten el procesamiento, almacenamiento y análisis de datos, y bajo el esquema de IoT, debe existir en una adquisición y recopilación de datos, a través de sensores, por ejemplo, donde es posible capturar señales de variables físicas. Este tipo de datos llega rápido, cambia con frecuencia y requiere una respuesta en tiempo real; dichos datos se almacenan y procesan generalmente en un centro de datos en la nube, de esta manera, se tendrían que enviar los datos a través de Internet. Sin embargo, depender de una conexión a Internet poco confiable no es una opción segura y es allí donde Edge Computing es una solución fiable, porque se eliminan los riesgos con un centro de datos vinculada al procesamiento, lo que resuelve los problemas de latencia y tiempo de inactividad. En lugar de enviar datos a la nube, se procesan en un centro

de datos perimetral; y así ya no se tiene que esperar o tolerar una conexión lenta para el caso de un análisis crítico.

Con un centro de datos perimetral, cuando las mediciones o lecturas requieren atención inmediata, se detectan al instante y los operadores pueden responder en tiempo real. Las operaciones son más eficientes y los riesgos de seguridad se reducen significativamente. Y cuando la conectividad lo permite, solo los datos agregados deben enviarse a la nube para su almacenamiento a largo plazo, lo que ahorra costos de ancho de banda.

Otro gran beneficio del modelo de Edge Computing, es el soporte sólido para la privacidad y seguridad de los datos[21]. Estas consideraciones son fundamentales para las aplicaciones que manejan datos confidenciales; siendo un punto de valor clave para la informática perimetral es que los datos confidenciales nunca tienen que salir del perímetro.

La mayoría de los proveedores ofrecen servicios asociados Edge Computing, en donde extienden su infraestructura en la nube hasta el borde y permiten que los centros de datos se configuren localmente en ciudades específicas, en las instalaciones y/o dentro de las redes 5G, lo que genera mayor flexibilidad y simplicidad para las iniciativas informáticas perimetrales.

#### IV. CARACTERÍSTICAS QUE REQUIERE UNA SOLUCIÓN DE SOFTWARE BASADA EN EDGE COMPUTING

Las soluciones de software basadas en Edge Computing tienen ciertas características que las hacen efectivas en el procesamiento de datos[22]. A continuación se mencionan algunas de ellas:

**Eficiencia en tiempo real:** las soluciones de software deben ser capaces de procesar y analizar datos en tiempo real con una latencia mínima, lo que significa que deben ser altamente eficientes y rápidas. Además, la eficiencia en el uso de datos se puede garantizar al realizar un preprocesamiento efectivo, filtrando y enviando solo los datos relevantes a la nube o al centro de datos central, lo que optimizará el uso del ancho de banda y reduce la carga en la red.

**Escalabilidad:** para manejar tanto volúmenes bajos como altos de datos y así, adaptarse a las necesidades cambiantes de la empresa y de la red.

**Flexibilidad:** para adaptarse a diferentes dispositivos y entornos, permitiendo agregar y gestionar nuevos dispositivos fácilmente.

**Interoperabilidad:** para permitir la comunicación entre diferentes dispositivos y sistemas.

**Seguridad:** para proteger los datos y los dispositivos de posibles amenazas.

**Facilidad de gestión:** las soluciones de software basadas en Edge Computing deben ser fáciles de gestionar y monitorear para garantizar un rendimiento óptimo.

**Capacidad de Procesamiento Local:** la solución debe ser capaz de realizar cálculos y análisis directamente en el perímetro de la red. Esto puede incluir la ejecución de algoritmos de aprendizaje automático, procesamiento de imágenes o análisis de datos en tiempo real.

Todas las arquitecturas informáticas de Edge Computing tienen un requisito importante: usar el tipo correcto de base de datos. Si está creando una arquitectura perimetral, se necesita usar una base de datos que: se ejecuta en todas las capas, distribuye su huella de datos en todas las capas y sincroniza los cambios de datos al instante en todas las capas.

Una solución de software debe tener una estructura sincrónica de procesamiento de datos que abarque toda la arquitectura: desde la nube hasta el dispositivo, pasando por el perímetro. Es decir, se debe tener una base de datos con las capacidades y características adecuadas, donde exista una comprensión en tiempo real de los datos, y cualquier capa debe poder ejecutarse de forma aislada en caso de pérdida de conectividad.

Esto significa que necesita una base de datos integrable que distribuya de forma nativa su almacenamiento y carga de trabajo entre los distintos niveles de una arquitectura perimetral fuera de línea y en línea sin ningún punto central de control de la nube sincronizándose automáticamente con el resto de su ecosistema de datos cuando regrese la conectividad.



## V. CONCLUSIONES

Edge Computing es una tecnología que permite el procesamiento, almacenamiento y análisis de datos en el borde, frontera o perímetro de la red, cerca de su origen, aplicable en todos los ámbitos como la fabricación, la salud, el transporte y la agricultura, debido a su capacidad para reducir la latencia y mejorar el rendimiento de las aplicaciones. Además, el Edge Computing permite una mayor eficiencia en el uso de ancho de banda, la interoperabilidad y gestión centralizada, y un enfoque en la seguridad.

Las soluciones de software basadas en Edge Computing requieren características técnicas como procesamiento en tiempo real, baja latencia, capacidad de almacenamiento local, eficiencia energética, tolerancia a fallos, seguridad, escalabilidad e interoperabilidad; características que permiten un procesamiento eficiente y rápido de datos en el borde de la red, brindando una mayor capacidad de respuesta y optimizando el rendimiento de las aplicaciones.

En resumen, el Edge Computing es una tecnología que ofrece muchas posibilidades en la era de la conectividad y la computación distribuida. Su adopción y aplicación en diferentes sectores están en constante crecimiento, y se espera que siga evolucionando y mejorando en el futuro.

## REFERENCIAS

- [1] M. Fr?ckiewicz, Procesamiento de datos en tiempo real con Edge Computing. <https://ts2.space/es/procesamiento-de-datos-en-tiempo-real-con-edge-computing/>. 2023.
- [2] M. Weiser, Ubiquitous computing Homepage, <http://www.ubiq.com/hypertext/weiser/UbiHome.html>. 1996.
- [3] G. D. Abowd, E. D. Mynatt, Charting Past, Present and Future Research in Ubiquitous Computing", ACM Transactions on Computer-Human Interaction, Special issue, on HCI in the new Millenium, 7(1):29-58.L. 2000.
- [4] L. Joyanes, Computación en la Nube innovaciones tecnológicas. El nuevo paradigma de la Sociedad del Conocimiento. Disponible en: [http://cuchi llac.net/archivos/pre\\_virtual\\_cloud\\_computing/2\\_cloud\\_publicas/lects/articulo\\_tecnologia.pdf](http://cuchi llac.net/archivos/pre_virtual_cloud_computing/2_cloud_publicas/lects/articulo_tecnologia.pdf). 2011.
- [5] C. Rebato, Think Big. Telefónica Tech. Disponible en: <https://empresas.blogthinkbig.com/edge-computing-que-es/>. 2021.
- [6] Telefónica. Esquema de envío de datos desde los dispositivos hasta los servidores en la nube. 2015.
- [7] S. Báez, Computación en la nube. Oportunidades, retos y caso de estudio. Universidad de la Laguna. <https://riull.ull.es/xmlui/bitstream/handle/915/1061/Cloud+computing.+Oportunidades,+retos+y+caso+de+estudio..pdf?sequence=1>. 2015.
- [8] A. Gillis, Definition internet of things (IoT). <https://www.techtarget.com/iotagenda/definition/Internet-of-Things-IoT>. 2023.
- [9] D. Cangrejo, Entornos IoT. Revista Sistemas. DOI: 10.29236/sistemas.n156a1. 2020.
- [10] Trendmicro, What is the internet of things (IoT)?. <https://www.trendmicro.com/vinfo/us/security/definition/internet-of-things>. 2023.
- [11] Oracle, Supply Chain Management, Internet of Things <https://www.oracle.com/internet-of-things/what-is-iot/>
- [12] TechData, Internet de las Cosas desde abajo: Edge Computing. Entrada de Serrotho. Disponible en: <https://blog.techdata.com/ts/latam/internet-de-las-cosas-desde-abajo-edge-computing>. 2019.
- [13] C. Doukas, Building Internet of things with the Arduino. Lexington. Disponible en: <http://www.buildinginternetofthings.com/wp-content/uploads/INTRODUCTION.pdf>. 2012.
- [14] F. Salgado y D. Coello, Prototipo de monitoreo ambiental aplicando el Internet de las cosas con Arduino y Cloud Computing. Escuela de Ingeniería de Sistemas y Telemática. Universidad del Azuay. Cuenca, Ecuador. 2015.
- [15] IBMCloud, What is edge computing. Recurso disponible en: <https://www.youtube.com/watch?v=cEOUEItHDdo>, 2019.
- [16] L. De Echaiz, B. Neupane, M. Rivera, P. Sibal, UNESCO, H. Xianhong, El Aporte de la Inteligencia Artificial y las TIC Avanzadas a las Sociedades del Conocimiento: Una Perspectiva de Derechos, Apertura, Acceso y Múltiples Actores. UNESCO Publishing, 2021.
- [16] M. Gamble, An Introduction to Edge Computing Architectures. <https://www.couchbase.com/blog/edge-computing-architecture-introduction/>. 2021.
- [17] LoRa-Alliance, A technical overview of LoRa R?and LoRaWAN TM What is it? Technical report, LoRa-Alliance. 2015.

- [18] P. Garcia, A. Montresor, D. Epema, A. Datta, T. Higashino, A. Iamnitchi, M. Barcellos, P. Felber and E. Riviere, Edge-centric computing: Vision and challenges. *ACM SIGCOMM Computer Communication Review*, 45(5):37–42. 2015.
- [19] K. Petersen, R. Feldt, S. Mujtaba, and M. Mattsson, Systematic Mapping Studies in Software Engineering. *12Th International Conference on Evaluation and Assessment in Software Engineering*, 17:10. 2008.
- [20] R. Yang, F. R. Yu, P. Si, Z. Yang and Y. Zhang, Integrated Blockchain and Edge Computing Systems: A Survey, Some Research Issues and Challenges. *IEEE Communications Surveys and Tutorials*, 21(2):1508–1532. 2019.
- [21] Redhat, La arquitectura del edge computing, <https://www.redhat.com/es/topics/edge-computing/what-is-edge-architecture>. 2021.
- [22] I. Sittón-Candanedo, R. S. Alonso, O. García, L. Muñoz and S. Rodríguez-González, Edge computing, iot and social computing in smart energy scenarios. *Sensors*, 19(15):3353. 2019.