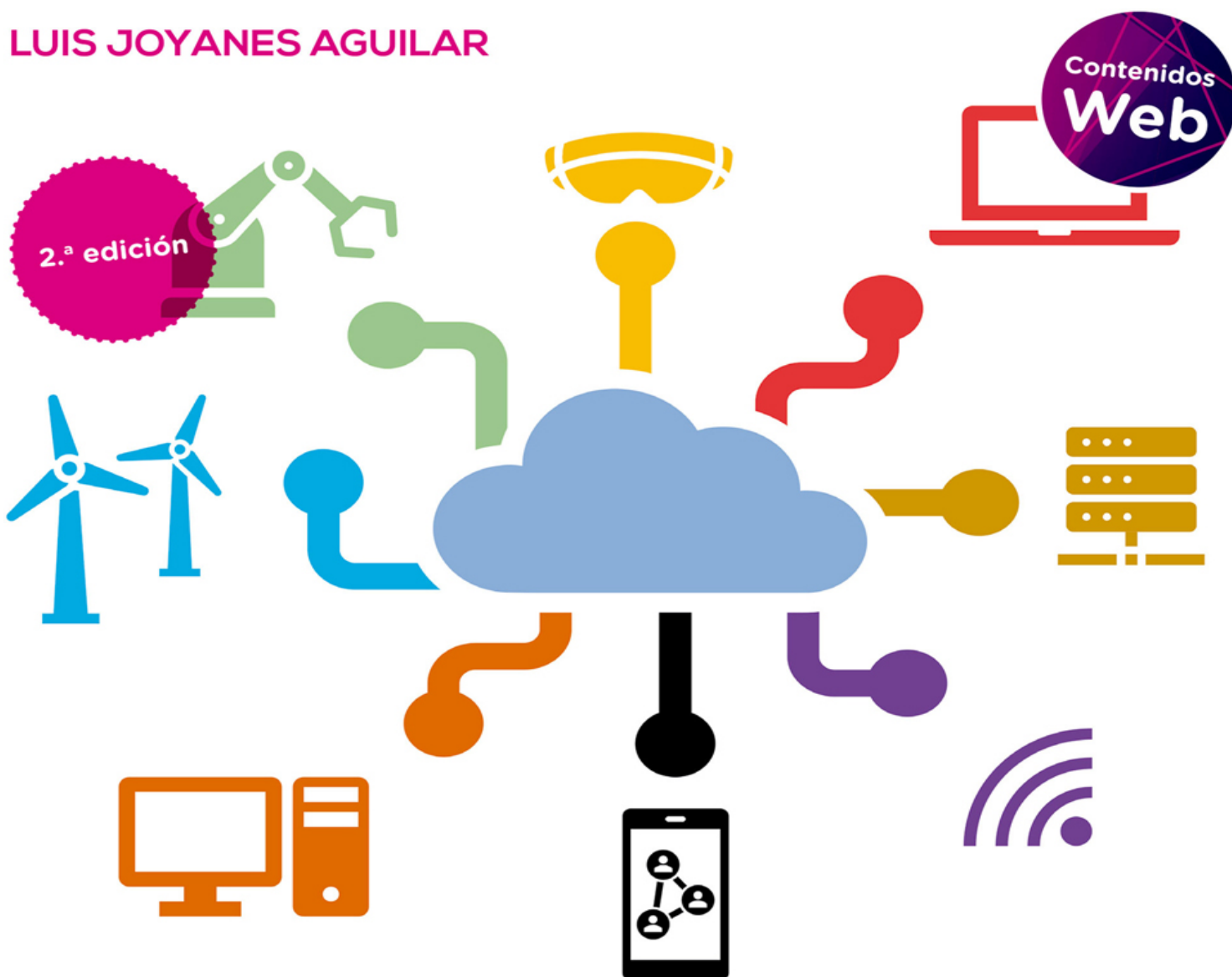


COMPUTACIÓN EN LA NUBE

ESTRATEGIAS DE *CLOUD COMPUTING*
EN ORGANIZACIONES Y EMPRESAS

LUIS JOYANES AGUILAR



Marcombo

Alfaomega

COMPUTACIÓN EN LA NUBE

Estrategias de cloud computing en organizaciones y empresas

Luis Joyanes Aguilar

COMPUTACIÓN EN LA NUBE

**Estrategias de cloud computing
en organizaciones y empresas**

Luis Joyanes Aguilar



Computación en la nube

Estrategias de cloud computing en organizaciones y empresas

Luis Joyanes Aguilar

Derechos reservados © Alfaomega Grupo Editor, S.A. de C.V.,
México

Segunda edición: 2022

ISBN: 978-607-538-811-3

Segunda edición: MARCOMBO, S.L. 2022

©2022 MARCOMBO, S.L.

www.marcombo.com

Cualquier forma de reproducción, distribución, comunicación pública o transformación de esta obra sólo puede ser realizada con la autorización de sus titulares, salvo excepción prevista por la ley. Diríjase a CEDRO (Centro Español de Derechos Reprográficos, www.cedro.org) si necesita fotocopiar o escanear algún fragmento de esta obra

ISBN: 978-84-267-3535-5

Producción del ePub: booqlab

A mis queridas “niñas” (mis nietas) Inés y Olivia, con el inmenso cariño que les profeso y mi reconocimiento por todo el apoyo y la alegría que siempre me dan. Las dos ya “viven en la nube” y son usuarias de numerosas aplicaciones en su colegio y en su casa, en actividades escolares, de entretenimiento y ocio, y también con diferentes dispositivos. Mi agradecimiento eterno por el gran cariño que me brindan.

A mi hermana Juana Mary, agradeciéndole el inmenso cariño y su apoyo, y los consejos que me ha dado y me sigue dando, durante toda la vida. Gracias, “niña”.

Contenido

Prólogo

Obejtivos

A quién va dirigido el libro

Organización del libro

Acerca del autor

Agradecimientos

Capítulo 1

Fundamentos de *cloud computing* (computación en la nube)

1.1. Computación en la nube (*cloud computing*): origen, evolución y definición

1.1.1. Antecedentes: el modelo tradicional de computación

1.1.2. Origen y evolución de la computación en la nube

1.1.3. Definición de computación en la nube (*cloud computing*)

1.2. Características de *cloud computing*

1.2.1. Características esenciales

1.2.2. Características complementarias

1.2.3. Características de computación en la nube que facilitan su adopción

1.3. Modelos de la nube (*cloud*)

1.4. Modelos de servicio de computación en la nube

1.5. Modelos de despliegue de la nube (tipos de nubes)

1.5.1. Nube privada

1.5.2. Nube pública

1.5.3. Nube híbrida

1.5.4. Nube comunitaria

1.5.5. Multinube (*multicloud*)

1.6. La nube del futuro en organizaciones y empresas: la multinube

1.7. Selección del modelo de nube

1.8. La emergencia de la nube híbrida y entornos multinube

1.9. Computación en la nube nativa (*cloud native*) y computación sin servidor (*serverless computing*)

- 1.9.1. Microservicios
- 1.9.2. Contenedores: Docker
- 1.9.3. Orquestador de contenedores: Kubernetes
- 1.10. Proveedores de la nube
 - 1.10.1. Implantación de la nube en organizaciones y empresas
 - 1.10.2. Aspectos económicos
- 1.11. Seguridad en la nube: retos y amenazas
- 1.12. Contratación de servicios de *cloud computing*
- 1.13. Los centros de datos como soporte de *cloud computing*
- 1.14. El futuro de la nube en el horizonte 2025
 - 1.14.1. Predicciones de la nube para 2021

RESUMEN

BIBLIOGRAFÍA

RECURSOS WEB

Capítulo 2

Computación en la nube en organizaciones y empresas

- 2.1. Las empresas con la organización de TI tradicional: oportunidades de la nube
- 2.2. Características específicas y globales de la computación en la nube
- 2.3. Beneficios e inconvenientes de la nube
- 2.4. Características clave de la computación en la nube para organizaciones y empresas
 - 2.4.1. Aspectos clave desde una perspectiva empresarial
- 2.5. Factores clave en la adopción de la nube
- 2.6. Otros beneficios de la nube para los negocios
- 2.7. Ventajas de la computación en la nube para usuarios finales
- 2.8. Incertidumbres de la nube
- 2.9. Estrategias para la migración a la nube
 - 2.9.1. Aspectos por considerar en la estrategia de migración a la nube

RESUMEN

BIBLIOGRAFÍA

Capítulo 3

Arquitectura de *cloud computing*

- 3.1. Arquitectura de referencia de *cloud computing*
- 3.2. Actores de la computación en la nube
 - 3.2.1. Proveedor de la nube
 - 3.2.2. Consumidor de la nube
 - 3.2.3. Operador (*carrier*) de la nube

- 3.2.4. Bróker de la nube
- 3.2.5. Auditor de la nube
- 3.2.6. Interacciones entre actores de la nube
- 3.3. Componentes arquitectónicos del proveedor de computación en la nube
- 3.4. Capa de servicios: modelos de implementación de la nube (*Cloud*)
 - 3.4.1. Software como servicio (SaaS)
 - 3.4.2. Plataforma como servicio (PaaS)
 - 3.4.3. Infraestructura como servicio (IaaS)
- 3.5. Arquitectura de computación en la nube
 - 3.5.1. Capa frontal (*front end*)
 - 3.5.2. Red
 - 3.5.3. Capa trasera (*back end*)
- 3.6. Modelo de arquitectura de computación en la nube de seis componentes
- 3.7. Administración de los servicios en la nube

RESUMEN

BIBLIOGRAFÍA

Capítulo 4

Tecnologías habilitadoras de la computación en la nube: industria 4.0 y transformación digital

Capítulo 5

Hiperconectividad: infraestructuras de comunicaciones en la computación en la nube

- 5.1. Redes de ordenadores
- 5.2. Redes inalámbricas
 - 5.2.1. Red Inalámbrica de Área Personal WPAN
 - 5.2.2. Red Inalámbrica de Área Local (WLAN, *Wireless LAN, Wireless Local-Area Networks*)
 - 5.2.3. Red Inalámbrica de Área Metropolitana WMAN
 - 5.2.4. Red Inalámbrica de Área Amplia (*Wireless Wide-Area Networks WWAN*)
- 5.3. Conectividad de internet de las cosas en la nube
- 5.4. Tecnologías de comunicación de corto alcance
 - 5.4.1. Wifi
 - 5.4.2. Bluetooth
 - 5.4.3. Tecnologías 6LoWPAN (IEEE 802.15.4)
- 5.5. Redes de proximidad
 - 5.5.1. Identificación por radiofrecuencia (RFID)

5.5.2. NFC

5.6. Internet celular de las cosas

5.7. Tecnologías de redes LPWAN (Low Power Wan)

5.7.1. Características de redes LPWAN .

5.7.2. Tecnologías de comunicación radio de largo alcance

5.7.3. Aplicaciones LPWAN

5.8. Redes 5G: la espina dorsal de la nueva computación en la nube

5.8.1. ¿Qué son tecnologías 5G?

5.8.2. Integración de 5G en la arquitectura de computación en la nube

5.8.3. Aplicaciones de 5G

5.9. Redes wifi 6.0

5.9.1. Redes wifi 6E

5.9.2. Redes wifi 7

5.10. Comunicaciones unificadas en la nube (UCaaS)

RESUMEN

BIBLIOGRAFÍA

ORGANIZACIONES INTERNACIONALES

RECURSOS

Capítulo 6

Virtualización

6.1. ¿Qué es la virtualización?

6.2. Breve historia de la virtualización

6.3. Modelo tradicional de computación

6.4. ¿Qué es un hipervisor?

6.5. Implementación de la virtualización .

6.6. Categorías de virtualización

6.6.1. Virtualización de servidores

6.6.2. Virtualización de almacenamiento.

6.6.3. Virtualización de red

6.6.4. Virtualización de memoria

6.6.5. Virtualización de escritorio

6.6.6. Virtualización de aplicaciones

6.6.7. Virtualización de presentación

6.6.8. Virtualización de datos

6.7. ¿Por qué virtualizar?

6.8. ¿Cómo virtualizar?

6.9. Espacios de trabajo: una variante del escritorio virtual

- 6.10. Proveedores de virtualización
- 6.11. Almacenamiento de datos virtual en la nube
- 6.12. Disco duro virtual

RESUMEN

BIBLIOGRAFÍA

RECURSOS

Capítulo 7

Centros de datos: los pilares de la nube

- 7.1. Los centros de datos como soporte del *cloud computing*
- 7.2. Centros de datos físicos
- 7.3. Características de un centro de datos físico
- 7.4. Centro de datos virtual y centro de datos definido por software
- 7.5. Certificaciones de los centros de datos
 - 7.5.1. Certificación TIER para los centros de datos
 - 7.5.2. Certificación TIER V
- 7.6. Regiones de datos de la nube
 - 7.6.1. Nuevas regiones de datos de la nube en España
 - 7.6.2. Regiones de datos en Latinoamérica y el Caribe
- 7.7. Los centros de datos verdes
- 7.8. El tráfico global de datos en el mundo
- 7.9. Internet y los centros de datos: una industria pesada
- 7.10. Los centros de datos como pilares de *cloud computing*

RESUMEN

BIBLIOGRAFÍA

RECURSOS

ANEXOS

A - Certificaciones de Uptime Institute

B - Certificaciones de Switch: TIER V

Capítulo 8

Edge Computing, Fog Computing y Data Lakes

- 8.1. Modelos *Edge* y *Fog Computing* de computación en la nube
- 8.2. *Edge Computing*
 - 8.2.1. Características de la computación en el borde (*Edge Computing*)
 - 8.2.2. Aplicaciones de *Edge Computing*.
- 8.3. *Fog Computing* (Computación en la niebla)
- 8.4. *Edge Computing* versus *Fog Computing*

- 8.5. *Data Lakes* (lagos de datos): los nuevos depósitos de almacenamiento de datos
- 8.5.1. El origen del término *Data Lake* .
- 8.5.2. Definición de *Data Lake*
- 8.5.3. Propiedades, ventajas e inconvenientes de los *Data Lakes*
- 8.5.4. Proveedores de soluciones de *Data Lakes*
- 8.6. *Data Warehouse* versus *Data Lake*
- 8.7. *Big Data* y la Inteligencia Artificial, los pilares de los lagos de datos
- 8.8. Proveedores de *Data Lakes* en la nube
- 8.9. La computación en el borde (*Edge Computing*) en 2021 y siguientes años . 188 RESUMEN

BIBLIOGRAFÍA

RECURSOS

Capítulo 9

La nube nativa. Computación sin servidores, devops, contenedores y microservicios

- 9.1. Computación sin servidor (*serverless computing*)
- 9.1.1. Funcionamiento de la computación sin servidor
- 9.1.2. Función como servicio (FaaS)
- 9.1.3. Proveedores de servicios “sin servidor”
- 9.2. DevOps
- 9.3. Microservicios: Arquitectura de microservicios
- 9.4. Contenedores
- 9.4.1. Docker
- 9.5. Orquestación de contenedores
- 9.5.1. Kubernetes
- 9.6. Orquestación de la nube
- 9.6.1. Orquestación frente a coreografía
- 9.7. La nube del futuro / evolución de la nube
- 9.8. Aplicaciones nativas de la nube
- 9.8.1. ¿Qué es una aplicación nativa de la nube?
- 9.8.2. Aplicaciones tradicionales frente a aplicaciones nativas de la nube
- 9.9. La nube nativa (*cloud native*)
- 9.10. Cloud Native Computing Foundation (CNCF)

RESUMEN

BIBLIOGRAFÍA

RECURSOS

ANEXOS

Panel de Cloud Native Computing Foundation (CNCF)

Capítulo 10

Computación en la nube móvil

10.1. Computación móvil

10.1.1. ¿Qué es computación móvil?

10.2. Limitaciones de la computación móvil tradicional

10.3. Computación en la nube móvil (Mobile Cloud Computing, MCC)

10.4. Ventajas para los usuarios móviles

10.5. Características y componentes de los dispositivos móviles inteligentes

10.6. El software de los teléfonos inteligentes (Sistemas operativos y aplicaciones)

10.7. Aplicaciones móviles

10.7.1. Aplicaciones móviles nativas

10.7.2. Aplicaciones web

10.7.3. Aplicaciones móviles híbridas

10.8. El nuevo mundo hiperconectado y el impacto de las redes 5G (Informe *The Mobile Economy 2020* de GSMA)

10.9. Tendencias tecnológicas inalámbricas emergentes de Gartner

RESUMEN

BIBLIOGRAFÍA

RECURSOS

ANEXOS

Teléfonos inteligentes (*smartphones*): marcas, modelos, características y conectividad 5G

Capítulo 11

Seguridad y ciberseguridad en computación en la nube

11.1. Seguridad y privacidad

11.2. ¿Qué es ciberseguridad?

11.3. La ciberseguridad en tiempo real

11.4. Seguridad de la información y privacidad en la computación en la nube

11.5. Infraestructuras críticas

11.6. Ciclo de vida de la ciberseguridad

11.7. Ciberamenazas: agentes y tipos

11.8. Ciberataques: herramientas utilizadas por los atacantes

11.9. Resiliencia

11.10. La web profunda, la web invisible (*Deep Web*)

11.11. Los ciberriesgos

11.12. Directiva de ciberseguridad de la Unión Europea NIS/NIS2

11.12.1. Nueva Normativa NIS 2 de la Unión Europea

11.13. Estrategias de Ciberseguridad de la Unión Europea: 2013 y 2020

- 11.13.1. Estrategia de Ciberseguridad de la UE 2013
- 11.3.2. Nueva Estrategia de Ciberseguridad de la UE 2020
- 11.3.3. Estrategia Nacional de Ciberseguridad 2019 de España
- 11.14. Reglamento europeo de ciberseguridad
- 11.15. Organizaciones internacionales
- 11.16. Tendencias en ciberseguridad en la nube para 2021

RESUMEN

BIBLIOGRAFÍA

RECURSOS

Capítulo 12

Proveedores de servicios de la nube

Capítulo 13

Ética, privacidad, protección de datos y *compliance* en la nube: normas, legales y regulaciones, consorcios y organizaciones

- 13.1. La ética y la responsabilidad social de las empresas en el ecosistema de *cloud computing*
- 13.2. Evaluación de impacto en la protección de datos
- 13.3. Reglamento de Protección de Datos y de privacidad de la Unión Europea
 - 13.3.1. Aspectos más sobresalientes del reglamento vigente
 - 13.3.2. Recomendaciones de la AEPD sobre el reglamento europeo de protección de datos
- 13.4. El Delegado de Protección de Datos (DPO)
- 13.5. Evaluación de impacto en la privacidad
 - 13.5.1. Privacidad desde el diseño
- 13.6. Privacidad en la computación en la nube
 - 13.6.1. Ley de privacidad de *cloud computing* pionera en California
- 13.7. Precauciones de seguridad en ciberseguridad
 - 13.7.1. Caso de Estudio: proyecto destinado a la Seguridad del Internet de las Cosas de Telefónica
- 13.8. Guía de privacidad y seguridad en Internet (AEPD/INCIBE)
- 13.9. El escudo de privacidad Unión Europea-EE. UU.
- 13.10. Organizaciones y Consorcios internacionales del sector de *cloud computing*
- 13.11. *Compliance* (Cumplimiento Normativo)

RESUMEN

BIBLIOGRAFÍA

RECURSOS ELECTRÓNICOS

ANEXOS

A – Guía de privacidad de INCIBE y de la AEPD

B - 5 De noviembre de 2018. Primera Norma Internacional ISO/IEC para Internet de las Cosas

Capítulo 14

Migración a la nube

14.1. Motivaciones para migrar a la nube

14.1.1. Motivaciones de negocios

14.1.2. Motivaciones técnicas

14.1.3. Motivaciones de seguridad y privacidad

14.2. Tipos de migración

14.3. Proceso de migración a la nube

14.4. Estrategias de migración a la nube

14.4.1. Recomendaciones para ayudar en la toma de decisiones de la adopción de la nube

14.4.2. Estrategia de migración de INCIBE

14.4.3. Estrategia de migración de Arsys

14.4.4. Estrategia de migración de Cisco

14.4.5. Estrategia de migración de Deloitte

14.5. Aspectos legales y contractuales

14.6. Aspectos para tener en cuenta en la migración

14.7. Tipos de aplicaciones migradas a la nube

14.8. Certificaciones de organizaciones internacionales

RESUMEN

BIBLIOGRAFÍA

RECURSOS

Capítulo 15

Tendencias tecnológicas disruptivas de impacto en la nube del futuro

Prólogo

Desde la aparición de la primera edición de esta obra, la nube se ha ido desplegando a lo largo y ancho del mundo con innumerables proveedores de servicios y miles de millones de usuarios en sus diferentes modelos de servicios. En la actualidad, se puede considerar que “la nube” se encuentra en todas partes y sus aplicaciones se han convertido en servicios esenciales como la luz, el agua o el petróleo (gas o carburantes) y de uso diario tanto por parte de usuarios personales como de organizaciones y empresas. Así podemos ver productos de la nube de uso diario como Gmail, el correo de Google; Google Street View, *multiplano* mundial de calles de ciudades; Google Maps, mapas digitales; Spotify, servicio de música a medida, Netflix, servicio de vídeos y películas; Dropbox, Google Drive, sitios de almacenamiento de datos; WhatsApp, Telegram, Signal, Skype, Zoom, Microsoft Teams, servicios de videoconferencias y de teletrabajo; Google Docs, Evernote; agenda y calendario electrónico; Slack, Instagram, Canva, etc. La nube nos brinda la oportunidad de acceder a contenidos desde prácticamente cualquier lugar y con un crecimiento continuo.

Según fuentes fiables, la primera mención de cloud computing en la literatura aparece en un documento interno publicado por el fabricante de ordenadores Compaq en 1996, pero fue el profesor Ramnath Chellappa de Emore University quien mencionó por primera vez el término cloud computing en un artículo en 1997. Sin embargo, el término de entrega de aplicaciones como servicio (soporte de la nube) lo comienza a utilizar la empresa Salesforce.com en 1997 con el lanzamiento de su software de CRM (administración de relaciones con los clientes), por lo que muchos historiadores consideran que fue en esta fecha cuando la nube empezó a tomar fuerza como nueva tendencia de impacto en las tecnologías de la información.

Si seguimos analizando la información disponible sobre cloud, fue la multinacional Amazon cuando en el año 2002 introduce sus servicios de retail basados en la nube; aunque fue en el año 2006 cuando Amazon lanza su plataforma AWS (Amazon Web Services) y en agosto del mismo año pone su servicio EC2 disponible al público en general. En este mismo año, 2006, Google lanza sus servicios de Google Cloud y en 2017 establece una alianza con IBM y varias universidades de gran prestigio de Estados Unidos con el objetivo de crear un proyecto de investigación común para implementar granjas de servidores en la nube. Sin duda, 2006 y 2007 son los años en que existe coincidencia del inicio del asentamiento y despliegue de la nube. En 2007, Netflix lanzó su servicio de vídeo en streaming utilizando la nube. En 2010, Microsoft lanzó Microsoft Azure su plataforma de cloud computing.

Desde ese año y en la actual década de 2021, la nube se ha ido consolidando y los negocios están migrando a ella, se han incrementado con el aumento del teletrabajo remoto por las nuevas tendencias de salud y la acomodación de las empresas a las nuevas situaciones.

La computación en el borde (*edge computing*) es una de las arquitecturas más demandadas, dado el creciente aumento de proceso de datos en lugares cercanos a las fuentes de datos, esencialmente por el despliegue del internet de las cosas, integrada con la nube.

Las tendencias más significativas de la nube han ido en paralelo a la evolución de nuevos modelos tales como “la computación sin servidor”, “los contenedores”, “los microservicios”, la “orquestración de contenedores” y el crecimiento de plataformas como Docker y Kubernetes para el desarrollo de software moderno. De igual forma, la nube híbrida y la multinube son las plataformas más aceptadas por organizaciones, aunque a nivel de usuario y también empresas (de todos los tamaños) la nube pública sigue siendo la más empleada.

Las tendencias tecnológicas más disruptivas se están integrando en la nube: desde la inteligencia artificial (con el aprendizaje automático y aprendizaje profundo), hasta las cadenas de bloques (*blockchain*), pasando por vehículos autónomos, drones o robots colaborativos y de

software como RPA o los “juegos en la nube” (*cloud gaming*). Aunque a lo largo del libro se irán perfilando todas estas tendencias tecnológicas, el capítulo 4 se centra esencialmente en las tecnologías habilitadoras de la nube y el capítulo 15 se dedica a las tendencias tecnológicas que predicen los informes y estudios más acreditados para la década actual.

En los apartados “Objetivos” y “Organización” haremos una síntesis del contenido de los quince capítulos del libro.

Objetivos

Esta nueva edición se ha marcado como objetivos principales seguir con los objetivos de la primera edición actualizándolos, añadiendo el estudio de la evolución y la mejora de características de la computación en la nube en el año 2021, y las predicciones que se resaltan como las más prometedoras en las tecnologías disruptivas actuales y emergentes que constituyen los pilares fundamentales de la “nube”. Una síntesis de los objetivos principales de esta segunda edición:

- Conocer en profundidad los fundamentos de la computación en la nube.
- Enumerar, describir y diferenciar los diferentes modelos de servicio.
- Conocer las diferentes tecnologías e infraestructuras que soportan la nube y cómo impactan en usuarios, organizaciones y empresas.
- Conocer los nuevos modelos de computación en la nube que impactan en el desarrollo del software moderno.
- Aprender las normativas de seguridad y ciberseguridad de la información, así como las estrategias recomendadas para su implantación en organizaciones empresas.
- Analizar las normativas de privacidad y protección de datos de obligado cumplimiento.

- Conocer las técnicas y los métodos de migración a la nube para una toma de decisiones eficiente.
- Analizar las soluciones de servicios en la nube ofrecidas por proveedores y evaluar beneficios y riesgos de su adopción y selección.
- Estudiar las predicciones de tendencias tecnológicas de impacto en la nube para los próximos años.

A quién va dirigido el libro

El libro se ha escrito con una visión global dirigida tanto a lectores generalistas interesados en conocer los retos y las oportunidades que ofrece la computación en la nube y su adopción por usuarios personales, organizaciones y empresas, así como a los profesionales, empresarios, docentes e investigadores en la disciplina de *cloud computing*.

Por estas razones, puede ser utilizado como libro de texto para estudiantes de grado (carreras universitarias, tecnológicas y de formación profesional) o posgrado (maestría, especializaciones, expertos y diplomados). Asimismo, busca llegar a aquellos investigadores y profesionales en la computación en la nube mostrando las tecnologías y los modelos de la nube más innovadores y de mayor impacto, tanto para usuarios ordinarios como para desarrolladores de software en la nube, interesados en esta materia.

La asignatura de Computación en la Nube lleva ya bastantes años introducida en carreras de Ingeniería y Ciencias, y también por su necesidad en la empresa, en carreras de Economía, Administración de Empresas, Marketing, Comunicación y Biblioteconomía, entre otras disciplinas afines.

Por estas razones el autor ha intentado en esta nueva edición escribir un libro profesional con un perfil muy generalista y, a la par, especializado, por lo que se ha tratado de profundizar en todos aquellos temas que ayudarán en la toma de decisiones para la adopción y

migración a la nube. A su vez, se ha pretendido que pueda ser utilizado como libro de texto y consulta por docentes, alumnos, profesores y maestros que lo consideren oportuno, y por usuarios ordinarios y profesionales de la materia o materias afines.

Dada la penetración y popularidad que la nube tiene en todo tipo de usuarios, organizaciones y empresas, también se ha tratado de que pueda llegar a profesiones relacionadas con las ciencias sociales, el mundo del derecho, las relaciones públicas, el *marketing* o turismo, que deseen conocer el impacto de esta revolución en la sociedad, pero con el foco en el análisis social, económico y tecnológico.

Organización del libro

Capítulo 1. *Fundamentos de computación en la nube (cloud computing).* El capítulo realiza una descripción general de los conceptos fundamentales de la computación en la nube, tales como su origen, evolución y definición. Se describen las características principales, modelos de servicio y despliegue de la nube. Asimismo, se realiza una visión global del panorama de la nube, haciendo una pequeña introducción a los nuevos modelos de la computación en la nube: computación sin servidor, contenedores y microservicios. Se hace también un anticipo de temas de gran interés como son proveedores de servicios, centros de datos, seguridad en la nube, contratación de servicios y pequeñas reseñas sobre predicciones y el futuro de la nube en el horizonte 2021-2025.

Capítulo 2. *Computación en la nube en organizaciones y empresas.* La adopción de la nube ha ido creciendo en organizaciones y empresas de todos los tamaños y en prácticamente todas las zonas geográficas del mundo. Por esta razón, es necesario conocer los beneficios e inconvenientes que puede presentar la adopción de la nube, así como las ventajas y retos que ofrece para los usuarios finales. En consecuencia, se recogen estrategias para migración a la nube, junto con los aspectos importantes que considerar y también las incertidumbres que puede producir su adopción y que exigen unas

normas estrictas de cumplimiento de las organizaciones y empresas en su migración a la nube, pública, privada, híbrida o multinube.

Capítulo 3. *Arquitectura de cloud computing.* Una vez descritos los diferentes modelos de servicio y despliegue, así como las características esenciales de la computación en la nube, el capítulo 3 introduce a la arquitectura *de cloud computing*, que consta de componentes y subcomponentes. La computación en la nube tiene otro modelo de arquitectura muy reconocido y avalado entre otras organizaciones internacionales por la ITU y por el NIST, que es la *arquitectura de referencia de cloud computing*, combinación de componentes requeridos para proporcionar los servicios de la nube. Ambas arquitecturas constan de diferentes capas con los componentes arquitectónicos dependiendo de los modelos de servicio de la nube, SaaS, PaaS o IaaS. Otro aspecto importante que se estudia en el capítulo son los actores de la computación en la nube así como sus roles profesionales.

Capítulo 4. *Tecnologías habilitadoras de la computación en la nube: industria 4.0 y transformación digital.* El despliegue creciente de la nube ha ido en paralelo con la expansión de la industria 4.0 y la cuarta revolución industrial, cuya idea inicial se destacó en 2011 en el Congreso de Hannover-Messe en Alemania y se lanzó oficialmente como iniciativa de industria 4.0 en el año 2013. En los años de la década pasada y los que se llevan de la actual, ambas tendencias tecnológicas han evolucionado de modo similar. Las tendencias habilitadoras de la industria 4.0 han alcanzado la penetración actual gracias a que se han apoyado en la nube y su convergencia ha sido posible merced a los innumerables centros de datos. En el capítulo se describirán la mayoría de las tecnologías habilitadoras que a su vez forman la espina dorsal de la transformación digital de organizaciones y empresas. Así, se describirán desde la fabricación aditiva hasta dispositivos *wearables*, realidad virtual y realidad aumentada, gemelos digitales, drones, vehículos autónomos, *blockchain*, etc., y su expansión también ha sido posible por la integración de la inteligencia artificial, especialmente el

aprendizaje automático y el aprendizaje profundo, con la computación en la nube

Capítulo 5. Hiperconectividad: Infraestructuras de comunicaciones en la computación en la nube. Las actuales redes de computadoras y, en particular, las redes inalámbricas, fundamentalmente 5G y wifi 6, han dado origen al nacimiento y la evolución de la tendencia tecnológica *hiperconectividad*. En el capítulo se analizan las redes más populares y utilizadas, así como todas aquellas que están asentando el internet de las cosas. Un análisis detallado de las redes 5G, wifi 6 y redes LPWAN específicas para internet de las cosas, junto con tecnologías de corto alcance como bluetooth y NFC se han integrado y han conseguido su convergencia gracias al soporte de la computación en la nube.

Capítulo 6. Virtualización. A lo largo del capítulo se describe el concepto de virtualización, así como su larga historia. De igual forma se analizan las diferentes categorías de virtualización, destacando por su cercanía al usuario final, la virtualización de escritorio y el almacenamiento virtual en la nube. De igual forma se explican las razones para la virtualización y los procedimientos de virtualización.

Capítulo 7. Centros de datos: los pilares de la nube. Los centros de datos son el soporte de la computación en la nube, Se describen las características de los centros de datos físicos hasta las relativas a centros de datos virtuales que permiten el enorme tráfico global de datos en el mundo, y, en particular, se reseñan las regiones de datos, dedicando especial atención a las situadas en España, Latinoamérica y el Caribe. Los centros de datos son los pilares de la industria pasada actual y futura.

Capítulo 8. Edge Computing, Fog Computing, Data Lakes La computación en el borde (*edge computing*) se ha convertido en los últimos años en el modelo más sobresaliente y de mayor impacto en organizaciones y empresas de la computación en la nube. La tendencia complementaria *fog computing* (computación en la niebla), bien como modelo independiente o integrado en el borde, constituye los modelos

de mayor impacto actual y futuros, al permitir sobre todo el procesamiento de datos en los lugares más próximos a donde se originan. El gran volumen de datos que continúa creciendo se está pudiendo administrar y procesar mediante el uso de los lagos de datos (*data lakes*), los nuevos centros de almacenamiento de datos que permiten guardar los datos sin formatos y solo darles estructura cuando las organizaciones necesitan su procesamiento.

Capítulo 9. *La nube nativa (cloud native). Computación sin servidores, DevOps, Contenedores y Microservicios.* Un nuevo modelo de computación en la nube ha surgido en los últimos años y se está consolidando como la tendencia estrella del desarrollo de software moderno. Así, en el capítulo se describirán los conceptos y las aplicaciones de la “computación sin servidor”, los contenedores, los microservicios, junto con metodologías y técnicas de diseño como DevOps. Las aplicaciones nativas de la nube y su comparación con las aplicaciones tradicionales son también tema central del capítulo. Desde un punto de vista práctico y de aplicación en el desarrollo de software, se describirán las plataformas de la nube nativa, especialmente Docker y Kubernetes, así como el conocimiento de la *Fundación Cloud Native Computing Foundation (CNCF)*.

Capítulo 10. *Computación en la nube móvil.* La computación móvil ha evolucionado hasta convertirse en la computación en la nube móvil (*Mobile Cloud Computing*) que, en la actualidad y en el futuro, constituye el sostén del nuevo mundo interconectado ya tratado en el capítulo 5. El software de los teléfonos inteligentes junto con el concepto, el desarrollo y la clasificación de las aplicaciones móviles son otro concepto importante que se estudia en el capítulo. Por su importancia para el usuario final se adjuntan varios anexos con marcas, modelos, características de los teléfonos inteligentes más populares en la actualidad.

Capítulo 11. *Seguridad y ciberseguridad en la computación en la nube.* El objetivo del capítulo es detallar los conceptos más importantes de la seguridad de la información y de la ciberseguridad. Así, se tratarán las

ciberamenazas, los ciberataques y los ciberriesgos, además de la importante tendencia de resiliencia. Se describen las estrategias de ciberseguridad de la Unión Europea y de España, en particular, así como normativas de ciberseguridad en la nube de otros países. Dada la importancia de las reglamentaciones oficiales y de las certificaciones internacionales, se publican las organizaciones de mayor impacto en el ámbito de la seguridad y de la ciberseguridad, así como las tendencias previsibles para 2021.

Capítulo 12. *Proveedores de servicios de la nube.* La nube se ha consolidado como motor para organizaciones y empresas, gracias a una extensa oferta de proveedores de soluciones que contemplan todos los modelos de servicio y despliegue ya conocidos, así como un gran número de aplicaciones. Dada la importancia de las soluciones ofertadas por los proveedores de la nube, se incluyen en el capítulo informes de grandes consultoras, especialmente Gartner, que muestran los servicios ofrecidos por los grandes proveedores con despliegue universal y las herramientas necesarias para que las organizaciones y empresas tengan los fundamentos necesarios para la toma de decisiones de contrataciones y migraciones a la nube.

Capítulo 13. *Ética, privacidad, protección de datos y compliance, en la computación en la nube: normas legales y regulaciones, consorcios y organizaciones.* Los usuarios y los proveedores de la nube han de contemplar los aspectos más sobresalientes de la ética y la privacidad de los datos, así como el cumplimiento, en el caso europeo, del Reglamento General de Protección de Datos, sus aspectos más sobresalientes y los nuevos roles profesionales que trae consigo el RGPD. Se presentan también leyes de privacidad vigentes a nivel nacional e internacional, así como organizaciones y consorcios que velan por su cumplimiento.

Capítulo 14. *Migración a la nube.* Las empresas necesitan conocer las motivaciones más importantes para su migración a la nube, así como el proceso, las estrategias y las recomendaciones más eficientes para la adopción de la nube. Para ayudar al lector en su toma de decisiones, se

incluyen estrategias de migración a la nube de organizaciones y proveedores de soluciones, así como los aspectos legales y contractuales que es preciso considerar y son de obligado cumplimiento.

Capítulo 15. *Tendencias tecnológicas disruptivas de impacto en la nube del futuro.* Las situaciones producidas en 2020 y 2021 por la pandemia de la COVID-19 han provocado un aumento considerable de la adopción de la nube por organizaciones y empresas. Por estas razones, se han analizado cuáles son las tendencias de transformación digital en el futuro y su impacto en la COVID-19. De igual forma se estudian predicciones de grandes medios de comunicación, consultoras y proveedores para el próximo año. De igual forma, se hace un anticipo de características de las futuras redes 6G y wifi 7 que llegarán en la segunda mitad de esta década y que anunciarán la llegada de la quinta revolución industrial en el horizonte 2030.

Lecturas complementarias en la web

En la tabla de contenidos de la obra notará que algunos capítulos extra son para descargar desde nuestra página Web.

Por favor, diríjase a www.marcombo.info y descargue los capítulos adicionales con el código **NUBE22**.

Acerca del autor

Luis Joyanes Aguilar

Presidente de la Fundación I+D del Software Libre (Fidesol), Granada (España). Dr. Ingeniero en Informática por la Universidad de Oviedo y Dr. en Sociología por la Universidad Pontificia de Salamanca. Licenciado en Ciencias Físicas con Grado por la Universidad Complutense de Madrid. Dr. *honoris causa* por la Universidad Privada Antenor Orrego de Trujillo, UPAO, (Perú); por la Universidad San Martín de Porres, Lima (Perú) y por la Universidad Inca Garcilaso de la Vega, Lima (Perú). Líder Académico del TEC de Monterrey, México, campus Querétaro. Catedrático de Lenguajes y Sistemas Informáticos de la UPSA. Profesor de Inteligencia de Negocios y de Ciencia de Datos de la Universidad Católica de Ávila (UCAV) y de la Ávila Business School de UCAV. Profesor invitado y visitante de numerosas universidades de Latinoamérica y El Caribe. Conferenciante habitual en congresos, simposios, jornadas a nivel internacional. Ha dirigido más de 50 tesis doctorales de estudiantes españoles, portugueses y latinoamericanos. Ha escrito más de 40 libros sobre TIC y más de 150 artículos científicos y profesionales. Sus últimos libros son: *Internet de las Cosas; Inteligencia de Negocios y Analítica de Datos; I y Fundamentos de Programación* 5.ª ed. Investigador del Grupo de Investigación dIndustria 4.0: La Cuarta Revolución I“Ética en la Nube” de la Facultad de Filosofía de la Universidad Complutense de Madrid. Miembro del Instituto Universitario Agustín Millares de la Universidad Carlos III de Madrid. En abril de 2018 recibió la Mención Honorífica del Doctorado en Ingeniería de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas, de Bogotá (Colombia).

Agradecimientos

En la primera página de agradecimientos de la primera edición, de Computación en la Nube, comenzaba con la siguiente introducción: “Desde finales de 2007, pero sobre todo de modo ininterrumpido desde principios del año 2008 he explicado a mis alumnos de Ingeniería Informática e Ingeniería de Organización Industrial, así como a mis estudiantes de doctorado y maestría la nueva arquitectura tecnológica de computación en nube”. Continuaba citando las numerosas universidades de Latinoamérica y Caribe que por aquellos años visitaba y en las que también aproveché para difundir las nuevas tendencias tecnológicas de la nube.

Continuamos en los años siguientes y en estos primeros de la década del 2021, “predicando” las bondades de la nube y, por ello y como siempre, mi agradecimiento eterno a mis alumnos y a los asistentes a mis numerosas conferencias, seminarios y cursos que he impartido en estos últimos años en las universidades españolas y latinoamericanas, donde he dedicado una especial atención a la computación en la nube y a todas las tecnologías asociadas 4.0. Muchas gracias. Vuestro apoyo, recomendaciones, consultas y consejos son mi gran soporte a la hora de transmitir mis conocimientos y volcarlos en esta ocasión a en esta obra.

Deseo expresar de modo muy especial por mis grandes recuerdos y agradecimiento eterno a Alberto Umaña Carrizosa, director general en su día, de la editorial Alfaomega que me convenció y animó para que escribiera la primera edición de este libro, así como para que iniciara la colección NTICS (Negocios, Tecnología, Innovación y Conocimiento). De igual modo y como en otras ocasiones, agradecer a mi editor, y sin embargo amigo, Damián Fernández, por su asesoramiento continuo mediante consejos, guías y recomendaciones, pues me acompaña en todo momento durante el largo proceso editorial. También al director editorial y amigo Marcelo Grillo, por sus sabios consejos y

recomendaciones que siempre me acompañan en todo proyecto editorial. Al resto del equipo editorial con sede en CDMX de México, y otras sedes de Alfaomega, en especial, Colombia y Perú, donde físicamente en los últimos tres años he tenido su soporte y amistad, con ocasión de mis visitas a universidades e institutos tecnológicos sus países.

*En Carchelejo (Sierra Mágina), Jaén, Andalucía, España
En Ciudad de México (CDMX), México.
Agosto 2021.*

CAPÍTULO 1

FUNDAMENTOS DE *CLOUD* *COMPUTING* (COMPUTACIÓN EN LA NUBE)

Desde el año 1999, lanzamiento del software CRM bajo demanda por la empresa Salesforce.com, fecha que se puede considerar como punto de partida de servicios en la nube, hasta el despegue de la plataforma de *cloud computing*, AWS de Amazon en 2006, los servicios del modelo de computación en la nube los ha ido adoptando un gran número de empresas en todo el mundo. La consultora multinacional Forrester consideraba ya en 2016 que estaba entrando en la segunda ola, dado que la primera ola se lanzó con el citado servicio AWS de Amazon (Amazon Web Services), a finales de 2006¹. Forrester consideraba por aquel entonces que 2016 fue el año de la consolidación de la nube y 2017 el año en el que, con mayor fuerza, la mayoría de los datos empresariales comenzaban a referirse a migraciones a la nube.

Ya en 2017, según el estudio de Forrester “Tendencias cloud para 2017”², la primera tendencia propuesta que se hacía entonces era: “La nube será el eje central de la transformación digital de las empresas”. Forrester destacaba que:

Las empresas buscan incrementar su productividad, reducir costes, facilitar la movilidad de los empleados y equipos de venta, relacionarse

mejor con sus clientes e innovar en los negocios. Las compañías pueden trasladar el core de su negocio a la nube, beneficiándose de las ventajas en seguridad, eficiencia, movilidad y escalabilidad de las soluciones cloud.

El bienio 2019-2020 se ha considerado como el de la consolidación y el lanzamiento de la nube moderna con la implantación del modelo *multinube* y la adopción masiva del modelo de nube híbrida, conviviendo con los otros dos modelos nucleares, nube pública y nube privada. También este pasado bienio se han consolidado y desplegado de modo creciente los nuevos servicios como *contenedores*, *microservicios* o *computación sin servidores*.

El 2021 se configura como el año del asentamiento definitivo de la computación en la nube moderna en organizaciones y empresas en la nueva década que se ha convertido en la plataforma imprescindible para afrontar el reto que supone el despliegue de la industria 4.0 como espina dorsal de la cuarta revolución industrial y la futura industria 5.0 y la quinta revolución industrial.

El objetivo central del capítulo es introducir los conceptos fundamentales de la computación en la nube, así como los diferentes tipos de nube y modelos de servicio ofrecidos por los proveedores comerciales. Igualmente, se hace una introducción a las nuevas tecnologías de desarrollo de software auspiciadas por la computación en la nube: computación sin servidor (*serverless computing*), microservicios, contenedores y orquestadores de contenedores. Se realiza también una revisión general de tecnologías y estrategias de migración a la nube que deberán considerar organizaciones y empresas para su utilización y despliegue de aplicaciones y almacenamiento de datos.

1.1. COMPUTACIÓN EN LA NUBE (*CLOUD COMPUTING*): ORIGEN, EVOLUCIÓN Y DEFINICIÓN

Cloud computing (computación en la nube, o la *nube*)³ constituye la evolución natural de la adopción de las diferentes tecnologías de la información y las comunicaciones junto con la expansión de los centros de datos y ha permitido la posibilidad de acceder a internet a través de una serie de dispositivos, básicamente desde cualquier lugar del mundo y de forma más segura y rápida que en el pasado. *Cloud computing* se ha constituido en una plataforma soportada con una gran cantidad de tecnologías que permiten almacenar, gestionar, compartir y poner a disposición de cualquier usuario, con conexión a internet, software, aplicaciones y todo tipo de servicios. Cuando compartimos y recibimos un correo electrónico por Gmail, escuchamos una canción en *streaming* (*Spotify*) o vemos un vídeo en *YouTube* o una película en *Netflix*, estamos haciendo uso de la computación en nube. Esta tecnología ya forma parte de nuestra vida diaria y la mayoría de las empresas utilizan y residen en la nube.

1.1.1. ANTECEDENTES: EL MODELO TRADICIONAL DE COMPUTACIÓN

El modelo de software tradicional tenía limitaciones importantes tales como:

- a. Capacidades limitadas. Tanto en espacio de almacenamiento como en la velocidad de ejecución.
- b. Obsolescencia. Las aplicaciones se instalaban y era necesario tener que actualizar e instalar versiones nuevas.
- c. Rigidez del modelo. El pago era por programas y licencias completas, normalmente, por periodos largos, sino para siempre, no se podían reducir los plazos.
- d. Ausencia de ubicuidad. Los programas solo estaban disponibles en el dispositivo que se instalaban, en los PC de la red de área local.
- e. Vulnerabilidad a problemas locales. La rotura del ordenador, los virus, los problemas en el sistema operativo suponían graves