



**“MODELO DE ACEPTACIÓN Y USO DEL CLOUD COMPUTING: UN
ANÁLISIS REALIZADO EN EL ÁMBITO EMPRESARIAL”**

TESIS DOCTORAL

DEPARTAMENTO DE ECONOMÍA FINANCIERA Y DIRECCIÓN DE OPERACIONES

DIRECTORES

DR. MARIANO AGUAYO CAMACHO DR. FRANCISCO J. ARENAS MÁRQUEZ

AUTOR

PEDRO R. PALOS SÁNCHEZ

2015

*“Esto es sólo el principio.
En diez años yo seré el aprendiz y tú el maestro”*

(“El juego del ángel”, Carlos Ruiz Zafón).

Dedicado in memoriam al *Dr. Enrique Llacer Flores*, Catedrático
y a *Dña. M^a Mercedes Labrado Sánchez*, Profesora.

AGRADECIMIENTOS

Decir agradecimiento y no hablar de tu madre y de tu padre, es faltar a la realidad personal de cada uno y más en mi caso, donde cada día y cada hora de mi infancia estuvieron marcados por el estudio, la cultura del esfuerzo y la educación en el mérito, nada más lejos de la realidad que luego se vive, que es a la conclusión que se acaba llegando después de haberse criado en el seno de una familia muy trabajadora, con una madre que vivió por y para sus hijos y un profesor de esos que enseñaron a leer y escribir a las buenas gentes de los pueblos sin luz eléctrica, pero con la luz con el tiempo dentro, como decía Juan Ramón.

Quiero agradecer a mis compañeros de la Universidad de Extremadura, en especial a José Manuel Hernández Mogollón, Ana M^a Campón y a José Manuel Mariño su apoyo y su confianza en mí, sus continuos ánimos, sus buenos consejos y permanente ayuda en esta tesis.

Especialmente quiero hacerlo a mis directores por todo su esfuerzo y confianza en mí. Y como no a mi hija Marina y a mi pareja Eva por toda la infinita paciencia de la que han hecho gala todo este tiempo. Nunca podré compensarles mis continuas ausencias, a veces presente, dedicadas a este trabajo de investigación.

RESUMEN

La economía digital está contribuyendo de forma decisiva al impulso de la competitividad del sector productivo de una organización, pero este hecho implica migrar de una economía con un escaso grado de adopción de las Tecnologías de la Información, a otra donde es común y normal aprovecharlas en todas las actividades económicas, culturales y sociales.

Esa adopción tecnológica genera incrementos en la productividad y en la competitividad de las empresas, organizaciones y administraciones, contribuyendo así a la generación de bienestar y de mayores oportunidades de progreso.

Contribuir y profundizar en estudios relacionados con estos modelos de adopción y su contribución a la mejora de competitividad de una organización es el objetivo de este trabajo de investigación.

Actualmente, los sistemas cloud computing o la computación en la nube son una de las alternativas más reales para conseguir mejorar esa competitividad, pero no sólo como tecnología de la información, sino como un nuevo modelo económico de aprovechamiento de los recursos, de explotación de las aplicaciones y de los datos o de prestar servicios empresariales.

Esta investigación trata de estudiar y ahondar en la evolución de esta todavía reciente tecnología, su aplicabilidad a medio y largo plazo, así como en encontrar la fórmula que permita encontrar su mejor modelo de adopción tecnológico en una organización.

Normalmente estos trabajos están centrados en aspectos puramente tecnológicos, sin intentar estudiar su repercusión en las organizaciones. Este trabajo de investigación trata otro enfoque que permita optimizar y adaptar estas tecnologías a la realidad de nuestro tejido productivo.

Los resultados de esta investigación reflejan cuales son los factores críticos a tener en cuenta y como se relacionan entre ellos.

Así mismo, ponen de manifiesto las necesidades organizacionales que deben afrontar aquellas empresas que deseen implantar un verdadero modelo de gestión adoptado a la economía digital, especialmente a los relacionados con la computación en la nube.

PALABRAS CLAVE: cloud computing, economía digital, adopción de innovaciones, TAM, modelo de negocio, marketing online, big data, emprendimiento tecnológico.

CODIGOS UNESCO: 5306.02, 5306,03

ABSTRACT

The digital economy is contributing decisively to boosting the competitiveness of the productive sector of organizations, but this involves migrating from an economy with only a small amount of Information Technology use, to one where it is common, and normal, to use these technologies in all economic, cultural and social activities.

This adoption of technology generates increases in productivity and competitiveness of enterprises, organizations and administrations, thus contributing to the creation of wealth, and greater opportunities for progress.

Contributing to and furthering studies related to these models of adoption and their contribution to improving competitiveness of an organization is the goal of this research project.

Today, cloud computing systems or cloud computing are one of the most realistic ways to improve the competitiveness, but not only for Information Technology, also as a new economic model of resource use, exploitation of applications and data, or for providing business services.

This study seeks to explore and research the evolution of this still new technology, its application in the medium and long term as well as trying to find the formula for the optimal model of technology adoption in an organization. Normally these studies are focused on purely technological aspects without trying to study the impact on the organizations. This research project presents another approach, to optimize and adapt these technologies to the reality of our production sector.

The results of this study reflect what critical factors should be considered and how they are interrelated. It also shows the organizational demands that must be considered by those companies wishing to implement a real management model adopted to the digital economy, especially those related to cloud computing.

KEYWORDS: cloud computing, digital economy, innovation adoption, TAM, business model, online marketing, big data, technological entrepreneurship.

INDICE

1	Introducción	2
1.1	Justificación de la investigación	2
1.2	Objetivos de la investigación	5
1.3	Metodología de investigación	7
1.4	Estructura de la investigación	9
2	Revisión de la literatura	12
2.1	Fundamentos teóricos del cloud	12
2.1.1	Las Tecnologías de la Información como concepto de servicio	12
2.1.2	Aproximación al cloud computing	13
2.1.3	Características complementarias	20
2.1.4	Valor Agregado del cloud computing	21
2.1.5	Cloud y empresa: principios básicos de adopción	24
2.1.6	Beneficios y obstáculos para la empresa	28
2.1.7	Cloud computing y Profesionales TIC	31
2.1.8	Versiones de la Nube	32
2.1.9	Técnicas de Virtualización	33
2.1.10	Nubes de código abierto	39
2.1.11	Criterios de clasificación	41
2.1.12	Proveedores de servicios de la nube	46
2.1.13	Tecnologías de la nube	47
2.1.14	La nube y los dispositivos móviles	64
2.1.15	Retos Tecnológicos: El Nuevo Mobile-cloud computing	70
2.2	Situación de la Tecnología cloud en España y en Andalucía	74
2.2.1	Algunos Actores	74
2.2.2	Fuentes externas: Instituto Nacional de Estadística	79
2.2.3	Informe ONTSI (Observatorio Nacional de las Telecomunicaciones y de la Sociedad de la Información)	84
2.2.4	Informe cloud computing en Andalucía	90
2.3	Modelos de investigación sobre la adopción de los Sistemas de Información	101

2.4	Estudios previos sobre los sistemas cloud.....	107
3	Desarrollo de hipótesis y modelo de investigación propuesto.....	115
3.1	Variables del Modelo de Aceptación de la Tecnología (TAM)	117
3.2.	Variables externas.....	120
3.2.1.	Apoyo de la alta dirección.....	120
3.2.2.	Formación.....	123
3.2.3.	Comunicación.....	125
3.2.4.	Complejidad tecnológica.....	127
3.1.1	Tamaño de la Organización.....	129
3.3.	Modelo de adopción finalmente propuesto y resumen de las hipótesis de investigación.	131
4	Diseño de la Investigación.....	134
4.1	Enfoque y proceso de investigación	134
4.2	Definición de la población y la muestra	136
4.3	El instrumento de medición.	138
4.4	La medición de las variables. Identificación, selección y adaptación de indicadores.....	145
4.5	Metodología empleada para el análisis de los datos	150
5	Análisis de Datos.....	161
5.1	Caracterización del perfil de la muestra	161
5.2	Análisis descriptivo	164
5.3	Análisis comparativo	167
5.3.1	Análisis por cargo o puesto	167
5.3.2	Análisis por sector productivo	171
5.3.3	Análisis por número de trabajadores y facturación	175
5.4	Análisis del modelo de aceptación con PLS	181
5.4.1	Valoración del modelo de medida.....	181
5.4.2	Valoración del modelo estructural.....	194
5.4.3	Aceptación de las Hipótesis de investigación.	202
6	Conclusiones	206
6.2.3	Conclusiones derivadas del Apoyo de la Alta Dirección (AAD) ..	212
6.2.4	Conclusiones derivadas de la Formación (FP).	214

7	Bibliografía	230
8	Anexos.....	251
8.1	Anexo 1. El Cuestionario	251
8.2	Anexo 2. Codificación de variables	256

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Antecedentes del cloud.....	16
Figura 2. Proceso de adopción de la tecnología. Teoría de difusión de la innovación.....	18
Figura 3. Virtualización completa.	34
Figura 4. Para-virtualización.....	35
Figura 5. Aislamiento.....	35
Figura 6. Características esenciales y modelos de servicio.....	43
Figura 7. Tipos de nubes.....	44
Figura 8. El ecosistema de la gestión de plataformas cloud.	45
Figura 9. Evolución de la nube.....	47
Figura 10. Modelo Cliente/Servidor.....	51
Figura 11. Arquitectura cloud computing.....	55
Figura 12. Estructura típica de una infraestructura virtualizada.....	60
Figura 13. Técnicas de Sistema Multiusuario.....	62
Figura 14. Rendimiento servidores dedicados vs cloud computing.....	63
Figura 15. Evolución de las tecnologías similares.....	92
Figura 16. Impacto en el Gasto. Fuente: Sandetel. Junta de Andalucía	92
Figura 17. Estrategias de outsourcing. Fuente: Sandetel. Junta de Andalucía.	93
Figura 18. Ventajas cloud computing.	95
Figura 19. Ahorro de costes.....	96
Figura 20. Barreras al cloud.....	97
Figura 21. Teoría de la acción razonada (TRA).	102

Figura 22. Teoría del comportamiento planeado (TPB).	103
Figura 23. Modelo TAM original.	104
Figura 24. Modelo de investigación propuesto.	132
Figura 25. Pasos de una investigación.	134
Figura 26. Cuestionario online propuesto.	142
Figura 27. Modelo de email invitación.	144
Figura 28. Tipos de métodos de análisis de datos.	151
Figura 29. Características de la metodología SEM.	152
Figura 30. Técnicas de evaluación de los modelos SEM.	154
Figura 31. Ejemplos de aplicaciones del PLS.	156
Figura 32. El efecto tamaño	157
Figura 33. Variable endógena de mayor número de constructos antecedentes	158
Figura 34. Fórmula de la varianza extraída media o AVE.	188
Figura 35. Evaluación de las relaciones de percepción de utilidad.	201
Figura 36. Modelo final probado.	202
Figura 37. Modelo PLS de ecuaciones estructurales.	204
Figura 38. Modelo de cuestionario utilizado (I).	251
Figura 39. Modelo de cuestionario utilizado (II).	252
Figura 40. Modelo de cuestionario utilizado (III).	253
Figura 41. Modelo de cuestionario utilizado (IV).	254
Figura 42 Modelo de cuestionario utilizado (Preguntas clasificatorias).	255

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Técnicas de virtualización.	36
Tabla 2. Modelo de Hypervision I o VMN.	58
Tabla 3. Modelo de Hypervisor II o VMN.....	58
Tabla 4. Aplicaciones y necesidades de recursos.....	69
Tabla 5. Informe estadístico (I).....	80
Tabla 6. Informe estadístico (II).....	80
Tabla 7. Informe estadístico (III).....	81
Tabla 8. Informe estadístico (IV).	82
Tabla 9. Informe estadístico (V).	83
Tabla 10. Relación de hipótesis principales.	119
Tabla 11. Relación de hipótesis del Apoyo Alta Dirección.	123
Tabla 12. Relación de hipótesis de la Formación.....	125
Tabla 13. Relación de hipótesis de la Comunicación.....	127
Tabla 14. Relación de hipótesis de la Complejidad Tecnológica.....	128
Tabla 15. Relación de hipótesis sobre el Tamaño de la Organización.....	130
Tabla 16. Estructura del cuestionario.....	141
Tabla 17. Ficha Técnica de la Investigación.	145
Tabla 18. Ítems o identificadores. Operacionalización de las variables.	147
Tabla 19. Tamaños de muestra basados en el análisis de la potencia	158
Tabla 20. Facturación. Descriptivos.	161
Tabla 21. Número de Trabajadores. Descriptivos	162
Tabla 22. Sectores Profesionales. Descriptivos	163

Tabla 23. Cargo o Puesto desempeñado. Descriptivos	164
Tabla 24. Medias y Desviaciones por constructos e identificadores.	165
Tabla 25. Relación muestras directivos y no directivos.....	168
Tabla 26. Prueba de t para el cargo en la organización (I).....	169
Tabla 27. Prueba de t para el cargo en la organización (II).....	170
Tabla 28. Prueba de t para el cargo en la organización (III).....	170
Tabla 29. Medias y desviaciones por sectores.....	173
Tabla 30. Prueba de t para sectores económicos.	174
Tabla 31. Facturación. Medias y desviaciones típicas.	176
Tabla 32. Anova de un Factor – Facturación anual.....	177
Tabla 33. Número trabajadores. Medias y desviaciones típicas.....	179
Tabla 34. Anova de un Factor – Número de Trabajadores	180
Tabla 35. Relación de constructos e indicadores reflectivos.....	183
Tabla 36. Medición de la fiabilidad antes de eliminación.....	185
Tabla 37. Alfa de Cronbach y Fiabilidad compuesta	187
Tabla 38. AVE de cada constructo.....	189
Tabla 39. Correlaciones de los constructos.	191
Tabla 40. Matriz de cargas cruzadas (continuación).....	192
Tabla 41. Matriz de cargas cruzadas (II).....	193
Tabla 42. Datos de R^2	195
Tabla 43. Coeficientes path (β) y significación estadística (t).....	198
Tabla 44. Efectos sobre las variables endógenas.....	200
Tabla 45. Cumplimiento de las hipótesis formuladas.	203

Tabla 46. Objetivos tácticos soportados (I)	207
Tabla 47. Objetivos tácticos soportados (II)	208
Tabla 48. Codificación de variables.....	256
Tabla 49. Resumen Items o identificadores	256

Capítulo 1

INTRODUCCIÓN

1 Introducción

1.1 Justificación de la investigación

La tecnología cloud computing es para muchos la evolución de Internet a nuestros días, es la nueva frontera de Internet, en donde los usuarios acceden a sus datos desde cualquier dispositivo y las organizaciones consiguen ofrecer una cantidad ingente de información con escasa infraestructura. Todo esto a mayores velocidades de acceso y con menores costes, sacrificando en algunos casos la seguridad y asumiendo riesgos de confidencialidad.

El cloud computing, cloud, la computación en la nube o simplemente “la nube”, denominaciones que usaremos de forma indistinta a lo largo del presente trabajo, es, por tanto, una tecnología que ha hecho evolucionar y que está cambiando la concepción de los Sistemas de Información tal y como los habíamos conocido hasta ahora.

Esta evolución se está produciendo en nuestros hogares y organizaciones de una manera natural, y se manifiesta así porque Internet pasa de ser una red basada en protocolos de comunicación, a una red con una nueva base en el desarrollo de aplicaciones, del paso de aplicaciones de correo electrónico o de transferencias de ficheros a la tres w, la red de redes, la conocida world wide web.

A partir de que Internet usa de forma desmedida protocolos como http o ftp, el mundo de las empresas y organizaciones encuentra en la red de redes una fuente de innovación constante, pero sobre todo una vía para mejorar la competitividad.

El crecimiento que han experimentado en Internet, no sólo las aplicaciones software, sino el número de usuarios que han aprovechado sus funcionalidades, ha generado que las organizaciones hayan invertido importantes cantidades de recursos en mantener y acompañar en ese crecimiento con infraestructuras hardware.

Ese acompañamiento en el crecimiento, con recursos y medios tecnológicos ha sido constante, costoso y difícil, pero ha merecido la pena para muchas organizaciones que ven como han conseguido mejorar su competitividad y mejorar las relaciones con el cliente.

Ahora bien, el crecimiento continua y no se puede perder el rumbo. Para ello, la escalabilidad o la fiabilidad de los sistemas que están detrás es crucial. En el horizonte ya estaba la seguridad de la información, pero importantes acontecimientos internacionales han puesto en duda esa seguridad y los propios sistemas de gestión de los datos.

Un mayor y mejor acceso para el aprovechamiento de esos recursos, se ha convertido en estratégico para cualquier organización. Iniciativas como la virtualización, arquitecturas orientadas a servicios o el acceso multiplataforma que representan nuevos dispositivos como smartphones, tablets, etc., contribuyen decisivamente a ello.

La nube, que es como popularmente es conocida en el mundo de habla hispana, es la base de nuevas iniciativas en la forma de trabajar en la red, de aprovechar mucho mejor los recursos. Así, por ejemplo, el coste energético se ha multiplicado en los últimos años en España en un porcentaje muy elevado. Cloud supone compartir esos gastos descentralizando estos servicios fuera de la organización, con lo que en ahorro energético esto supone.

Por otro lado, una de las máximas aportaciones del cloud es su contribución a la innovación, ya que permite a la organización invertir recursos en mejorar el producto, sin estar condicionado por la infraestructura que le da soporte.

En la actualidad han aparecido numerosos proveedores de cloud computing que ofrecen el acceso a recursos hardware y software cruciales y sin necesidad de importantes inversiones, en muchos casos pagando sólo por aquello que se use. Alojar los servicios de una organización en la nube no es ni más, ni menos que contar con una infraestructura compartida, que ofrezca una importante característica: escalabilidad y flexibilidad. En muchos casos esta transición de servicios se ha visto muy beneficiada a corto plazo, consiguiendo importantes

retornos de todo lo invertido en ello, ya que se reducen costes de mantenimiento y se abonan los servicios que exclusivamente se consumen, todo ello sin permanecer ajenos en ningún momento a las necesidades de crecimiento que puedan llegar a darse en la organización, tanto de forma puntual como soportada en el tiempo.

Centrarse en los objetivos empresariales o de servicio, olvidando la infraestructura hardware, las licencias software, sus actualizaciones, la instalaciones desde donde dar servicio, etc., todo ello de forma transparente a las organizaciones, es como veremos una de las mayores contribuciones del cloud computing.

Este sistema de información facilita y sin duda facilitará aún más a las empresas la generación e implementación de nuevas ideas con el consecuente impulso del emprendimiento tecnológico y de la innovación.

El cloud computing ha hecho que el concepto de migración que se venía aplicando hasta ahora fundamentalmente al software, se aplique también al modelo de negocio. La transición que puede suponer todo esto, requiere planificar con detalle esa estrategia, elaborando para ello un plan de negocio que identifique de forma clara las actividades críticas y si pueden desarrollarse desde Sistemas de Información en la nube.

Por otro lado, como veremos más adelante al estudiar la situación del cloud computing en España y en Andalucía, según el Instituto Nacional de Estadística (INE) existe un alto porcentaje de empresas que no usan servicios de cloud computing por diferentes motivos. Entre ellos destaca el insuficiente conocimiento de la tecnología, la falta de necesidad y el alto coste. A la misma conclusión se llega si se analiza el Informe “Retos y Oportunidades del Cloud Computing” (ONTSI, 2010). Existe, por tanto, una importante necesidad de conocer, difundir y desarrollar esta tecnología en las organizaciones españolas y en las andaluzas en particular.

En cuanto al futuro de esta tecnología, los datos que refleja el informe de Sandetel (2013) acerca del volumen de negocio esperado de servicios de cloud

computing, se esperan incrementos significativos para los próximos años, siendo las Administraciones Públicas las que más crecerán. Además, se va a esperar una fuerte transformación en el sector TIC tradicional que se adaptará a la nueva tecnología, actualizando servicios y evolucionando a dar servicios en sectores donde esta tecnología aún no haya llegado.

Todo ello justifica más que sobradamente el estudio de estas aportaciones tecnológicas, investigar cuál puede ser el mejor modelo de adopción en las organizaciones y cómo afectan distintos factores al mejor modelo de aprovechamiento de los recursos por parte de los integrantes de una organización justificarán plenamente el desarrollo de esta investigación.

1.2 Objetivos de la investigación

El objetivo de una investigación es el fin que se marca el investigador a la hora de plantear su trabajo. Este objetivo es el que define el marco metodológico, las fuentes de información, las hipótesis de trabajo, las variables a analizar y el diseño definitivo de la investigación. Su correcta definición, por tanto, es crucial para el resto del trabajo.

Tradicionalmente, los objetivos, de forma similar a las estrategias, se definen en base a su alcance. Así, se establecen objetivos a largo plazo o estratégicos que son de carácter general y en base a estos se definen posteriormente, otros objetivos a corto plazo o tácticos que suelen comprender una serie de metas secundarias cuya consecución permiten alcanzar los objetivos estratégicos.

En base a estas premisas, para nuestra investigación nos marcamos como principal objetivo estratégico de esta tesis doctoral **encontrar el modelo más adecuado de adopción de la tecnología cloud computing en una organización.**

Junto a este objetivo, se tratará otro más, también de carácter estratégico, que estará enfocado hacia **el estudio y profundización en la evolución de esta todavía reciente tecnología y su aplicabilidad a medio y largo plazo.**

Con la finalidad de cubrir el primero de estos objetivos, se han definido los siguientes objetivos tácticos:

1. Realizar un análisis sobre la asimilación y aceptación de los sistemas cloud computing, que nos permita comprender adecuadamente ambos procesos.
2. Delimitar la relevancia otorgada por las organizaciones a los sistemas cloud.
3. Definir un modelo que aporte soluciones a la aceptación de los sistemas cloud computing por parte de los usuarios.

Para alcanzar el segundo objetivo estratégico marcado para la presente investigación, nos marcamos los siguientes objetivos tácticos:

1. Estudiar y profundizar en la evolución del cloud computing, su aplicabilidad a medio y largo plazo.
2. Explicar el paradigma del cloud computing y su evolución, definiendo el tipo de servicios que ofrece la nube y su utilidad.
3. Estudiar las ventajas y desventajas de trabajar en la nube.
4. Identificar los principales proveedores mundiales que ofrecen servicios en la nube profundizando en aquellos que se consideran los principales actores de la misma.
5. Conocer la evolución hacia las nuevas tendencias en el mercado de la economía digital.

Este trabajo de investigación responde por tanto globalmente al objetivo de obtener un amplio conocimiento de los servicios que se ofrecen en la nube para conocer cuál es el proceso de adaptación y uso a la misma, así como las implicaciones que ello conlleva.

1.3 Metodología de investigación.

Para alcanzar los objetivos propuestos para el presente Trabajo de Investigación, se ha procurado establecer una metodología basada en el método científico.

Para ello, tras el establecimiento de los objetivos, se procedió a elaborar el marco teórico de la investigación, realizando para ello una revisión de la literatura existente Hernández, R.; Fernández, C. y Baptista, P. (2007).

En nuestro caso, al haber establecido dos objetivos estratégicos, esta revisión de la literatura ha tenido una doble vertiente. Por un lado, la correspondiente al primer objetivo, que requiere estudios científicos sobre adopción de tecnología en Sistemas de Información o Sistemas cloud en particular; y por otro, la correspondiente al segundo objetivo que nos ha supuesto buscar bibliografía relacionada con los fundamentos teóricos del cloud.

En cuanto a la literatura de investigación sobre aceptación de tecnologías, se ha llevado a cabo una recopilación de estudios basados en distintos modelos. Para ello, hemos utilizado varias bases de datos electrónicas para acceder a publicaciones científicas, tales como Scopus, Science Direct, Science Citation Index (ISI), ISI JCR - Journal Citation Reports, SCIELO, Springerlink, Taylor and Francis y TESEO.

Tras el estudio de toda esta literatura se seleccionó el modelo TAM (Modelo de Aceptación Tecnológica) para la creación del núcleo del modelo de investigación. TAM es un modelo ampliamente aceptado para la comprensión de la adopción de TIC y sus procesos de uso. En él se explica gran parte de la varianza en el comportamiento de los usuarios, la relación de sus intenciones con la adopción y uso de las TIC, en una amplia variedad de contextos (Hong et al., 2006).

TAM como iremos viendo a lo largo de la Tesis, predice la aceptación de las tecnologías de la información por parte del usuario y su uso por él. Además,

explica los factores determinantes de la aceptación de los usuarios de una amplia gama de tecnologías de la información (Davis, 1986).

Como se verá más adelante, basándonos en diferentes estudios, se ha procedido a completar y reforzar el modelo TAM original con una serie de variables externas al modelo.

Por otro lado, también se ha procedido a la selección de literatura científica utilizando las bases de datos electrónicas anteriormente citadas para la selección de la técnica cuantitativa de investigación realizada: la encuesta. Con ella, se ha realizado un análisis descriptivo con los ítems propuestos en un cuestionario, donde se emplearon estadísticos habituales. Se han utilizado distribuciones de frecuencias, medias, desviaciones típicas, modas y valores mínimos y máximos.

En este caso se soportó con un cuestionario online de las que muchas preguntas se basaron en respuestas en escalas Likert, que se tradujeron en la aplicación final de un análisis explicativo asociado a las comparaciones de submuestras en función de diferentes variables categóricas o clasificatorias. Se utilizó la Prueba de t para muestras independientes, precedida siempre por el Test de Levene para comprobar la igualdad o no de las varianzas. El análisis se realizó a partir del software estadístico IBM SPSS (versión 20).

Por lo que respecta al contraste de las hipótesis relacionadas con el modelo conceptual propuesto, se ha aplicado la técnica Partial Least Squares (PLS) para la estimación de modelos de ecuaciones estructurales (SEM, Structural Equations Models) basados en la varianza. El software utilizado ha sido SmartPLS 2.0., seleccionado tanto por su capacidad de resolución gráfica del modelo, como por el conjunto de métodos estadísticos aplicados.

Estos análisis estadísticos y los resultados del modelo fueron finalmente contrastados con la literatura previamente recopilada, para a partir de ahí extraer las conclusiones

En cuanto al segundo objetivo marcado: el estudio y profundización en la evolución de la tecnología cloud y su aplicabilidad a medio y largo plazo, se ha

procedido a utilizar también las bases de datos comentadas: Scopus, Science Direct, Science Citation Index (ISI), ISI JCR - Journal Citation Reports, SCIELO, Springerlink, Taylor and Francis y TESEO. No obstante, en este caso se han incluido también como fuentes fundamentales para conocer el estado del arte de la cuestión a investigar en España y Andalucía diversos estudios realizados por Administraciones Públicas, fundaciones y diversas instituciones públicas y privadas de reconocido prestigio.

Por último, de forma complementaria a estas fuentes bibliográficas y, fundamentalmente a la hora de realizar la valoración y congruencia final de las conclusiones obtenidas, se ha utilizado la experiencia personal del doctorando quien lleva más de 25 años trabajando como Consultor e Ingeniero de Sistemas. Concretamente, su experiencia profesional en el sector cloud se remonta a algo más de cinco años.

1.4 Estructura de la investigación

Para exponer el Trabajo de Investigación realizado, hemos estructurado esta Tesis Doctoral en seis capítulos, entre los cuales destacan los capítulos 2, 3 y 4 como aquéllos que pretenden aportar soluciones a los objetivos tácticos definidos anteriormente.

Así, en el capítulo segundo se desarrolla el análisis del entorno de los sistemas cloud y se revisa la literatura existente, definiendo en base a ella, sus fundamentos, definiciones más contrastadas, estado de la tecnología y evolución prevista. De igual forma, se aborda la relevancia que las organizaciones asignan a los sistemas cloud.

Por su parte, en el capítulo tercero se desarrolla una profunda revisión de la literatura en base al estudio de modelos TAM y de otros complementarios que permiten estructurar la decisión de adopción de sistemas cloud para las organizaciones, definiendo las variables que podrían influir en el éxito en su implantación. Además, en este mismo capítulo se materializa la propuesta de

un modelo de investigación que aporte evidencias sobre la aceptación de los sistemas cloud por parte de sus usuarios finales, estableciendo las hipótesis de la investigación y una selección de ítems a estudiar.

En el capítulo cuarto se detalla el diseño de la técnica de investigación elegida, en nuestro caso la encuesta basada en una población objeto de estudio de 150 organizaciones que usan cloud de manera estratégica, las cuales respondieron a un cuestionario online.

En el capítulo quinto se analizan los datos y los principales resultados de la investigación, finalizando este capítulo con una discusión sobre los mismos.

El sexto y último capítulo, presenta las conclusiones obtenidas en la investigación realizada y que deben responder a la consecución de los objetivos establecidos para la misma. Además, se incluyen limitaciones del estudio realizado y se enuncian unas posibles líneas de investigación para futuros estudios.

Finalmente, se adjuntan las referencias bibliográficas consultadas y los anexos a los distintos capítulos.

1.5

Capítulo 2

REVISIÓN DE LA LITERATURA

2 Revisión de la literatura.

2.1 Fundamentos teóricos del cloud

2.1.1 Las Tecnologías de la Información como concepto de servicio.

Las TIC o Tecnologías de la Información y la Comunicación, también conocidas como IT (Information Technology) o TI (Tecnologías de la Información), terminología que utilizaremos de forma indistinta, han sido adoptadas ampliamente por la Sociedad, pero especialmente por el tejido productivo que componen las empresas, en su mayoría Pymes en el caso español. Estas Tecnologías han sido adoptadas ampliamente bajo el concepto de soluciones que se prestan a través de Servicios TIC o TI. Dicha solución proporciona herramientas de comunicación efectivas de bajo coste para los clientes (Tan et al., 2009). Esto es algo muy a tener en cuenta para la PYME, que adopta las TIC de una forma gradual y precisa, al no tener la necesidad de hacer grandes inversiones, repartiendo el esfuerzo durante años.

La adopción de las TIC basadas en Internet ha hecho posible el desarrollo del paradigma de todo como servicio, donde el usuario paga solo por el uso realizado del servicio. Estos pueden variar desde aplicaciones software (Application Service Provider (ASP) y Software as a Services (SaaS)) hasta infraestructuras de sistemas (Infrastructure as a Service o IaaS). Esta fórmula se intuye como una buena solución para la PYME, en la línea de saltar las barreras que le impedían aprovechar las TIC. En el siguiente apartado, así como a lo largo de todo el capítulo, se ampliará este concepto.

Heart y Pliskin (2002) definieron este concepto como "eRent" de Sistemas de Información (SI), realizado a través de Internet y gracias a un ASP. Afirman que para la PYME, los SI a través de "eRental" podría ser una solución atractiva frente a las costosas y complejas adquisiciones e implementaciones de las TIC tradicionales.

También Johansson (2003) afirma que la principal razón para que la PYME decida adoptar las TIC mediante la contratación de un ASP, es que estos permiten un control total del coste y un menor coste a la hora de adoptarlas y mantenerlas. A pesar de esto, asegura que si se examina detenidamente esta decisión se observa que los clientes no enfatizan estas razones, e induce a pensar que la perspectiva del coste es secundaria para la PYME.

De esta forma identifica las tres razones principales por las que los clientes de ASP contratan sus servicios. La principal es que la empresa busca externalizar todo lo que no sean competencias básicas de su negocio, cosa que en su mayoría suelen cumplir los Sistemas de Información, luego se encuentran la falta de personal cualificado y la estrategia general de la organización.

2.1.2 Aproximación al cloud computing.

El cloud computing o computación en la nube, nace de los términos: cloud y computing (Torres, 2011).

- Cloud, o nube, es el símbolo que se usa generalmente para representar Internet. Se establece un concepto de abstracción (sistemas físicos que no se especifican, almacenamiento de datos en ubicaciones desconocidas, acceso ubicuo de los usuarios y administraciones subcontratadas).
- Computing o computación, reúne los conceptos de informática, lógica de coordinación y almacenamiento.

Es así como el cloud computing consiste en mover la computación del simple ordenador personal o centro de datos convencional hacia Internet. Es un cambio de paradigma real en el modo en que se utilizan los sistemas, conformando un nuevo modelo de abastecimiento de recursos para montar aplicaciones y para accesos de usuarios independientes de plataformas a los servicios.

Esta tecnología como concepto se puede llegar a explicar de dos formas. En una, la nube e Internet se confunden en un mismo concepto. De tal forma que referirse a servicios de la nube, es hacerlo a cualquier servicio ofrecido a través

de Internet. También se podría llegar a entender desde el concepto más extendido, para que se una cloud computing o computación en la Nube, entendiéndolo como un conjunto de tecnologías que aportan una serie de ventajas tanto para el cliente como para el proveedor de servicios y que hacen posible verdaderas “economías de escala” en la prestación de servicios a través de Internet, reduciendo costes y aumentando la escalabilidad.

No se puede definir la nube sin sus servicios. Para ello hay que conceptualizar que son los Proveedores de Servicios de Aplicación (*Application Service Provider, ASP*). Cloud parece una evolución desde este mismo concepto, visto desde la perspectiva de servicio. Los ASP son alojadores de software propietario, generalmente de una tercera empresa, a los que el cliente paga una cuantía mensual por acceder. De esta forma, las aplicaciones se ejecutan en el ASP, el cliente puede acceder a través de un navegador web o puede requerir de una instalación adicional. En este modelo se ejecuta una instancia por cada cliente del ASP, es decir, no se puede dar servicio a múltiples clientes de distintas empresas con un mismo servicio o software, algo que, como se verá más adelante, si es una característica que la tecnología cloud computing incorpora.

Para el Instituto Nacional de Estándares y Tecnología de los Estados Unidos de América (NIST, 2011) el cloud computing es un modelo para habilitar el acceso a un conjunto de servicios computacionales (redes, servidores, almacenamiento, aplicaciones y servicios) de manera conveniente y por demanda, que pueden ser rápidamente aprovisionados y liberados con un esfuerzo administrativo y una interacción con el proveedor de servicio mínima (Forrester Research, 2009) (Gartner, 2008) (Buyya et al., 2009).

Es una propuesta tecnológica que permite ofrecer servicios informáticos a través de Internet en la que los recursos y el software se ofrecen bajo demanda. “El objetivo de este nuevo modelo es que la empresa o el usuario final no tengan que preocuparse por los detalles técnicos y puedan utilizar cualquier aplicación con su navegador Web” (Red.es, 2011). Se toman tecnología, servicios y aplicaciones y se convierten en utilidades de autoservicio. Los sistemas y el almacenamiento pueden abastecerse según

necesidades evaluando los costes en base a unos contadores, permitiendo una escalabilidad ágil de los recursos, virtualizando sistemas, reuniendo y compartiendo recursos.

Este modelo ofrece grandes posibilidades para las organizaciones, tanto en términos de inversión como en economías de escala, deslocalización, acceso a la información desde cualquier lugar, etc.

Se suele hacer referencia al cloud computing como «la quinta generación», después del mainframe, el PC, el sistema cliente-servidor y la World Wide Web. Se presenta, entonces, como una «democratización» de las Tecnologías de la Información, poniendo al alcance de una gran mayoría de personas y pequeñas y medianas empresas el acceso a novedosas aplicaciones, plataformas e infraestructura en cualquier momento, desde cualquier lugar.

2.1.2.1 Historia

La computación en la nube es un concepto emergente, ha llamado mucho la atención tanto en el ámbito comercial y como el académico. En sentido estricto, el cloud computing no es un concepto nuevo, se puede remontar a 1997, cuando el término fue mencionado por primera vez, pero sólo recientemente éste se ha convertido en un término de moda (Chou y Chou, 2007) (Xin y Levina, 2008) (Lijun, Chan y Tse, 2008). El uso del término "nube" es metafórico y por lo general apunta a un gran conjunto de recursos disponibles, hardware y software, que son de fácil acceso a través de Internet (Vaquero et al., 2009; Vouk, 2008).

Estas características de la computación en la nube se dividen a su vez en subconceptos, tales como la computación en red, la computación grid, computación útil, computación ubicua y la informática de servicios (Voas y Zhang, 2009).

Entre sus características más notables se incluyen la arquitectura orientada al mercado, que a diferencia de una arquitectura de gestión de recursos centrada en el sistema tradicional, está regulada por la oferta y la demanda de recursos

de la nube, por tanto en el equilibrio del mercado y además en su flexibilidad (Buyya et al., 2009).

Un concepto común en Sistemas de Información y en general en las TIC es la escalabilidad, que aplicada a Sistemas de Información es la propiedad deseable de un sistema, en base a su habilidad para reaccionar sin perder calidad, de gestionar el crecimiento continuo de trabajo de manera fluida, o bien para estar preparado para hacerse más grande sin perder calidad en los servicios ofrecidos (Bondi, 2000).

Aplicado a la materia de estudio de esta investigación, se puede decir que un servicio se puede escalar fácilmente, que escala por sus recursos para la utilización óptima (Vaquero et al., 2009), y por su capacidad de cobrar a los consumidores una determinada cantidad o tarifa por el uso de los recursos elegibles (Leavitt, 2009). Los servicios se ofrecen normalmente en la base de los Acuerdos de Nivel de Servicio (SLA's o en castellano ANS) y en función de unas determinadas necesidades y expectativas de los clientes, los cuales pueden cumplir con distintos niveles de calidad o criterios de servicio. Los antecedentes del cloud computing (Torres, 2011) se pueden observar en la siguiente pirámide ordenada desde la década de los 50 hasta hoy.

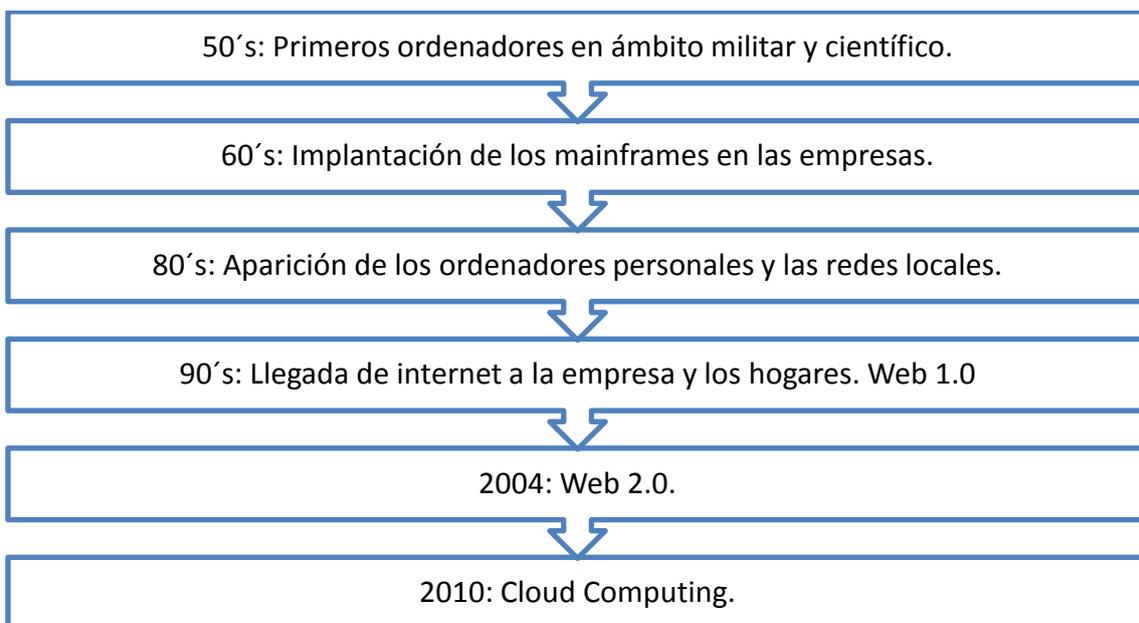


Figura 1. Antecedentes del cloud.

Fuente: Elaboración propia basada en Torres (2011).

Cloud computing es un retorno al modelo clásico de computación en el que la red de Internet y todos sus servicios conforman una nube de recursos que se pueden comparar a un gran mainframe (Torres, 2011).

Estamos por tanto ante la transición de un modelo donde cada empresa poseía sus aplicaciones o datos, a un modelo donde los datos y las aplicaciones de las empresas coexisten en plataformas compartidas ofrecidas por proveedores de servicios cloud.

Internet tiene muchas de las características de lo que hoy se llama nube, ofreciendo abstracción, se ejecuta utilizando el mismo conjunto de protocolos y estándares, con las mismas aplicaciones y sistemas operativos. Es por ello que existe una confusión entre Internet y cloud computing y, aunque están fuertemente vinculadas, hay diferencias.

Actualmente existen diversos modelos teóricos propuestos por diferentes autores que consideran la adopción y adaptación a las nuevas tecnologías como factores primordiales que determinan el éxito o el fracaso de un sistema de información.

Uno de estos procesos de adopción de tecnología que se pueden ver en la Figura 2, se basa en la Teoría de la Difusión de la Innovación de Rogers (1995).

Para el caso del cloud, el ordenador ya no es el PC, el portátil, el smartphone o la tablet, ahora es la nube de Internet. La red es el ordenador.

Basándonos en Rogers (1995) se puede afirmar que en este momento estamos en una fase de “early adopters” o de primeras adopciones de población adoptante de este nuevo enfoque (Fundación de la Innovación, 2011)

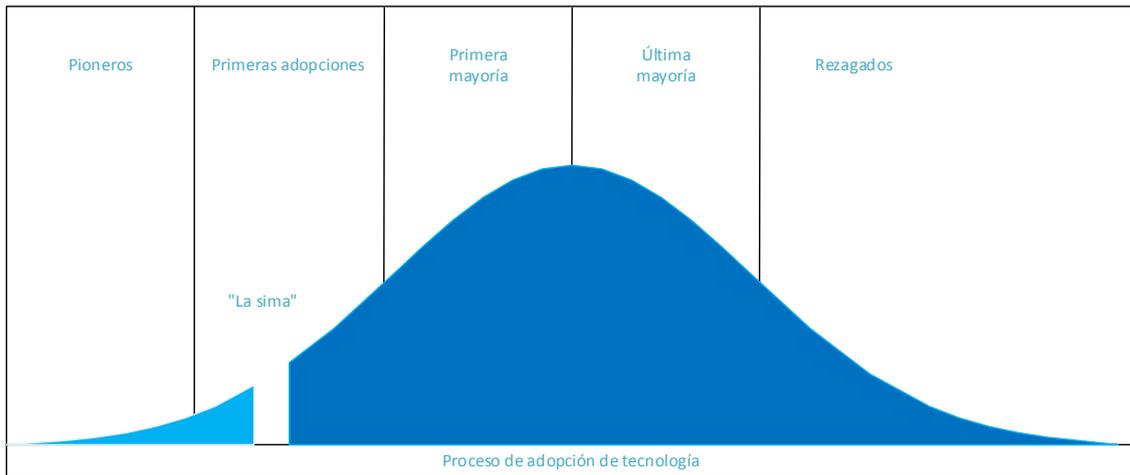


Figura 2. Proceso de adopción de la tecnología. Teoría de difusión de la innovación

Fuente: Basado en Rogers (1995).

Rogers (1995) discute la aceptación de la tecnología a partir de la interrelación de ésta con las dimensiones sociales y psicológicas del usuario, y presenta un análisis teórico, donde la difusión es el proceso mediante el cual una innovación es comunicada en el tiempo y difundida por determinados canales, entre los miembros de un sistema social donde se difunde dicha innovación.

La teoría de la difusión de innovaciones propone, por lo tanto, estos cuatro elementos que conforman el proceso de innovación, donde esta es definida como la idea, práctica u objeto percibido como nuevo por un individuo u otra unidad de adopción.

2.1.2.2 Descripción del Modelo

El cloud computing se articula en torno a un modelo, cuya composición se basa en cinco características principales (NIST, 2011), las cuales se pueden también conceptualizar como beneficios:

- Auto-servicio basado en la demanda: Esta característica viene definida por aquellas solicitudes de servicio que pida el usuario a través de Internet. Los servicios son facturados exclusivamente por el factor tiempo de uso. En esta característica o beneficio el cliente o el usuario no necesitan interactuar directamente con técnicos.

- El acceso omnipresente: El conjunto de recursos y servicios que ofrece el cloud computing está a disposición de los usuarios. Su carácter ubicuo u omnipresente estriba en que es multiplataforma y se puede acceder desde cualquier medio propio de la red. Esto quiere decir que existe una verdadera independencia del medio con multitud de clientes de carácter dispar o perfiles diferentes.
- Repositorio comunitario de recursos o propiedad múltiple de recursos: El modelo cloud se caracteriza por tanto por ser un conjunto de recursos disperso y replicado por criterios de accesibilidad y proximidad de manera internacional, el cual es multi-alquiler a multitud de clientes que lo comparten de forma comunitaria. Esto es conocido por el concepto de independencia del sitio o lugar que aprovecha el carácter de asignación dinámica de servicios y recursos, ya sean físicos o virtuales, en función de las necesidades de los usuarios.
- Elasticidad dinámica: Los servicios ofrecidos en cloud, su calidad y cantidad disminuirán o aumentarán de forma veloz en función de las necesidades mostradas por los usuarios en tiempo real. Esto es de forma dinámica y elástica a la vez. Se podrán producir asignaciones en el sistema de recursos escalando sistemas (es decir hacia una computación más potente) o ajustando el número de sistemas (hacia un mayor número de procesadores en paralelo). Las asignaciones serán definidas de manera automatizada o seguida por un técnico.
- Carácter ponderable del servicio: Esta característica le confiere a los servicios cloud, un atributo propio de las llamadas “commodities”, es decir de los mercados de materias primas o productos básicos, los cuales cuentan con un carácter descentralizado en los que se negocian estos productos no manufacturados y genéricos con bajo nivel de diferenciación. Esta comparación se basa en el carácter ponderable o que de medición tiene la cantidad de almacenamiento, el número de transacciones, el ancho de banda, la memoria o el número de núcleos. Estos factores medibles son la base de la facturación o el pago que por su tiempo de uso y cantidad, abona el cliente, sin grandes diferenciaciones a priori.

2.1.3 Características complementarias

A estas cinco características definidas por el NIST, podemos añadirle (Sosinski, 2012):

- Costes más bajos: puesto que los servicios en la nube operan con una eficacia más alta y por tanto con una utilización mayor, se origina una reducción significativa de los costes debido a la ley de la oferta y la demanda.
- Facilidad de utilización: no se necesitan licencias de software o hardware para implementar el servicio.
- Calidad de servicio: la Calidad de Servicio (Quality of Service, QoS) será algo fijado en el contrato con el proveedor (acuerdos de niveles de servicios).
- Fiabilidad: la capacidad para proporcionar equilibrio de carga y conmutación tras error hace que el sistema sea muy fiable.
- Administración TIC subcontratada: administración externa de los servicios TIC, mientras que la empresa se centra en administrar sus negocios.
- Mantenimiento y actualización simplificados: al estar los sistemas centralizados las actualizaciones de los mismos se realizan de una forma más sencilla. Supone un acceso sencillo a las versiones más recientes.
- Barreras de entrada baja: desembolso de capital alineado con el crecimiento, pasando a ser un coste variable.

2.1.4 Valor Agregado del cloud computing

Respecto al valor agregado del cloud computing podemos distinguir entre:

2.1.4.1 Impulsores

Seguidamente se recogen una relación de cuáles son los impulsores de la tecnología cloud computing (Frost y Sullivan, December 2008):

- Externalización de servicios: La necesidad de hacer “outsourcing” de ciertos servicios que no precisan de ser llevados a cabo dentro de la organización, impulsan sin duda el cloud, dado que para aplicaciones concretas se constituye como pieza básica el hecho de que lo haga una empresa externa de servicios y especializada en cloud o en servicios en la misma.
- Prácticas más eficaces y en menor tiempo: El sector de empresas de servicios de cloud computing está acostumbrado a llevar a cabo proyectos de software y servicios añadidos con una mayor eficacia y en menor tiempo. Y esto se ve reflejado tanto en términos de capacidad de almacenamiento, como en capacidad de computación o en términos de disponibilidad temporal.
- La naturaleza omnipresente: Este impulsor desprende una capacidad conocida como la ubicuidad, reflejada en estar ahí, es decir disponible desde cualquier punto de acceso de la red y en cualquier momento del tiempo. Este impulsor confiere a las organizaciones la capacidad de trabajar desde cualquier punto del mundo conectado a Internet y también un carácter multiplataforma, es decir desde una tablet, un smartphone o un ordenador personal.
- Ahorro económico: Impulsa esta tecnología por el mero hecho de suponer un ahorro de costes, mediante el uso de recursos compartidos.
- Virtualización: Uno de los impulsores que sin lugar a duda han conseguido que la tecnología cloud alcance el grado de eficiencia con que es percibida y usada por innumerables organizaciones en todo el mundo. Las tecnologías o el software de virtualización es el

gran protagonista en la consecución de los objetivos de asignación de recursos entre clientes que comparten a un mismo proveedor de servicios cloud. La virtualización permite que esta misma asignación sea a la vez dinámica, elástica y enormemente eficaz, sin demasiadas latencias.

Según Hwang (2008) “cloud computing ha brindado nuevas posibilidades para construir y desplegar infraestructuras computacionales y servicios complejos gracias a la virtualización”. Para Ohlman et al., (2009), otra de las ventajas y por tanto impulso a la tecnología cloud, radica en que pueden accederse bajo demanda y utilizarse desde cualquier lugar, a cualquier hora, ocultando las complejidades de la infraestructura base a los usuarios finales

2.1.4.2 Barreras

Sin embargo, no todo son factores impulsores, también existen auténticas barreras para esta tecnología. A continuación, se describen algunas de esas barreras identificadas que sin duda suponen una dificultad para la adopción del cloud computing (Frost & Sullivan, December 2008):

- Seguridad: Constituye una de las más importantes barreras en la expansión del cloud computing. En este sentido, se puede decir que no se está consiguiendo que se conozcan las importantes características que el cloud aporta frente al housing o a contar con servidores en las propias instalaciones de la organización, concepto este último que cuenta con muchos seguidores.
- Privacidad: Esta barrera existe dentro del plano de la percepción. Para muchos clientes y usuarios existe una enorme desconfianza en este sentido. Esta desconfianza existe debido fundamentalmente al desconocimiento de que los datos en muchos casos están encriptados o porque la propia organización utiliza el cloud como medio de almacenamiento sin usar ninguna política propia de privacidad.

- Legislación: Contratar servicios cloud significa que tus datos pueden estar físicamente en uno o varios puntos del mundo. Esa descentralización también está sujeta a una legislación propia del país donde estén ubicados los recursos hardware o el propio centro físico o data centre. La percepción del usuario acerca de la legislación de otros países depende mucho del nombre del país o de su prestigio, pero el desconocimiento o la función de replicar los datos en varios data centre para conseguir mejores rendimientos hace que el usuario perciba negativamente este hecho desde el punto de vista de los derechos que le puedan asistir como propiedad intelectual, privacidad de los datos personales o seguridad de los mismos.

- Restricciones: Referido al tráfico de datos en la propia red, dado que la información se retarda al pasar por cada nodo, existiendo a veces verdaderas autopistas de la información, pero en otros cruces y atascos muy perjudiciales para la expansión de la tecnología cloud.

- El control de la información: Es indiscutible que esta barrera existe. Todo usuario sacrifica ese control sobre los datos en beneficio de otras ventajas que ya hemos visto. Ahora bien, esa renuncia en beneficio del proveedor cloud no tiene porqué significar que no estén seguros y controlados los datos. De hecho no ver o poder acceder a los servidores no tiene porqué significar falta de control, si bien parece obvio que esa responsabilidad siempre radica en el proveedor.

Si existe cualquier tipo de problema nos veríamos seriamente perjudicados en aspectos tan esenciales como la pérdida o la integridad de nuestros datos. Existen autores que detraen sistemáticamente argumentos de este tipo, explicando que el usuario o el cliente renuncian a una libertad que los hace verdaderamente dependientes del proveedor de servicios (Weber, 2008). Para este tipo de situaciones la mejor recomendación parece ser la de establecer acuerdos o contratos basados en ANC o Acuerdos de Nivel de Servicio que detallan en qué grado pierde el control el usuario.

El ANS, como ya se ha explicado anteriormente, es además un contrato privado entre una empresa proveedora del sector TIC y un cliente, que tiene la particularidad de establecer el nivel acordado para la calidad de dicho servicio. Es cada vez más usado por Administraciones Públicas y Gobiernos. El ANS es para muchos un eficaz instrumento que ayuda a ambas partes a llegar a un consenso en términos como tiempo de respuesta ante una incidencia, nivel de calidad del servicio, documentación disponible, nivel del personal y recursos humanos asignados al servicio, etc.

2.1.5 Cloud y empresa: principios básicos de adopción.

La tecnología cloud supone un avance, pero su adopción debe hacerse bajo un esquema modular y que ofrezca grandes facilidades de reconfiguración, en el que se puede flexiblemente acumular recursos o servicios que satisfagan las cambiantes exigencias del mercado.

No obstante, el concepto aún se encuentra en España en particular y globalmente en general en su etapa más incipiente de adopción afectando de forma dispar a los dos sectores clave del tejido empresarial: la gran empresa y la Pyme.

Frost y Sullivan, (2008) identificaron unos principios básicos para la adopción de la nube en cada una de estas dos categorías en que se divide el tejido empresarial:

1. Parece que el hecho de que la alta dirección asuma con claridad el concepto que supone esta nueva filosofía de uso de recursos, servicios y aplicaciones, así como sus beneficios es una de las claves o principios. Unido al principio anterior estaría desplegar en un tiempo determinado esta tecnología de arriba hacia abajo, lo que significa que de no hacerlo se corre el riesgo de generar mucha controversia y dificultades en la organización que conllevaran mayores costes en

- formación de los usuarios, que no observan en sus superiores verdadera sensibilidad hacia este nuevo modelo tecnológico.
2. Estandarizar en un diagrama de procesos basados en el cloud computing, con definiciones claras y precisas de cada uno de ellos para mejorar el proceso de adopción y uso de esta nueva tecnología.
 3. Como consecuencia de la introducción de esta tecnología se debe implementar un programa formativo y nombrar responsables del proyecto de adopción. Con ello se conseguirá una mejor dirección del proceso al estar unificado.
 4. Observar otros despliegues y adopciones de esta tecnología, llevando a cabo un aprendizaje de buenas prácticas que nos permita conseguir esos mismos éxitos.
 5. Llevar a cabo un análisis real de la situación de partida, observando especialmente la tecnología utilizada actualmente, su infraestructura actual frente al hecho de que las tecnologías cloud poseen una importante propiedad: la escalabilidad que es vital para el crecimiento de una organización.
 6. Implementar o adoptar esta nueva tecnología de forma gradual, es decir llevando a cabo la transición de forma escalonada, de menor a mayor importancia, es decir de menor a mayor criticidad del proceso. A partir de ahí y eligiendo este punto de partida, habría que ir viendo los beneficios en un diagrama temporal.

La computación en la nube es una tendencia actual que revela cómo será la arquitectura de las aplicaciones en la siguiente generación de la tecnología (Hutchinson, 2009).

Mientras que los servicios de la nube, como Webmail, Flickr o YouTube han sido ampliamente utilizados por los individuos durante algún tiempo, no es hasta hace relativamente poco tiempo, menos de dos décadas en realidad, cuando las organizaciones han comenzado a utilizar los servicios de la nube como una herramienta para el cumplimiento de sus necesidades TIC.

Para que la computación en la nube pueda crecer, es importante comprender los factores que pueden influir en su tasa de adopción por parte de las

organizaciones, especialmente empresas. Es de destacar el estudio de Lin y Chen (2012), que tiene como objetivo investigar cómo el cloud computing es percibido por los profesionales TIC y las preocupaciones que los profesionales TIC tienen en lo que respecta a la adopción de servicios cloud. Este estudio se realizó en Taiwán en 2009, cuando la computación en la nube era todavía un nuevo fenómeno que la mayoría de la gente y ha constituido una excelente oportunidad para estudiar cómo se percibe una innovación y qué factores pueden fomentar y evitar su aplicación anticipada.

El estudio recabó las opiniones de los profesionales TIC ya que estos son más propensos a experimentar, adoptar, o dicho de otra manera, a promover el uso de la computación en la nube.

Demostrando que a teoría de la difusión de la innovación es la base teórica utilizada para apoyar la identificación de la factores que alientan y prevén su adopción (Rogers, 1995).

2.1.5.1 Modelos de prestación de servicios en la nube

Los modelos existentes se pueden clasificar en un primer criterio basado en la forma de prestar los servicios. Este criterio lo divide en tres tipos:

- Software-as-a-service (SaaS)
- Platform-as-a-Service (PaaS)
- Infraestructure-as-a-service (IaaS).

Cada uno de los tipos de servicio tiene objetivos diferentes y se dirigen a distintos clientes; sin embargo comparten un modelo de negocio común en el que se alquila el uso de los recursos de computación, incluyendo servicios, aplicaciones, infraestructuras y plataformas para los clientes.

Este modelo es similar al modelo de proveedor de servicios de aplicaciones (ASP) en el que un proveedor de servicios proporciona el software, la infraestructura, personas, y el mantenimiento para ejecutar de forma personalizada de cara al cliente (Wang et al., 2013).

Así, los modelos de SaaS y de servicios pueden ser entendidos como una variación de ASP, donde los clientes pagan, alquilan o se suscriben a aplicaciones o servicios de los proveedores de la nube, como podrían ser el almacenamiento, acceso a base de datos o a distintas capacidades, siempre a través de Internet (Leavitt, 2009).

Ambos, SaaS y el resto de modelos de servicios, tienen como objetivo proporcionar un funcionamiento libre de problemas para los usuarios finales y permiten a los clientes corporativos verse libres de administrar sus recursos TIC (Pearlson y Saunders, 2009).

Por lo tanto, se puede decir que el Software-as-a-service (SaaS) ha emergido como una innovadora forma de acercar y ofrecer al usuario aplicaciones de software basado en cloud computing (Chou y Chou, 2007). En este modelo, los proveedores de SaaS despliegan aplicaciones de software en los servidores de la nube para que los usuarios soliciten en función de sus necesidades y paguen por los servicios de acuerdo con su uso (Armbrust et al., 2010).

Además, SaaS mejora la calidad de servicios del software a través de la actualización de la aplicación y los datos de copia de seguridad automática (Xin y Levina, 2008).

El Software as a Service (SaaS) es definido como un modelo de distribución de software, pero también es considerado como un servicio al que se accede, a través de Internet, mediante un navegador web, bajo la demanda del propio usuario (ONTSI, 2012).

La computación en la nube ha ido más allá del básico SaaS y la prestación de servicios y proporciona IaaS y PaaS. PaaS proporciona un entorno de desarrollo de la aplicación, total o parcial, que permite a los desarrolladores acceder a los recursos para el desarrollo de aplicaciones y colaborar con otras personas en línea (Mathur y Nishchal, 2010). La solución de Amazon de almacenamiento simple (S3) y Microsoft Azure plataforma de Servicios son las soluciones más conocidas de PaaS.

IaaS ofrece a los clientes un amplio conjunto de recursos informáticos, por ejemplo máquinas virtuales para ofrecer una infraestructura de computación a los clientes a través de Internet. IaaS está dirigido a las empresas TIC y a desarrolladores de software para permitirles aumentar o disminuir el número de máquinas virtuales funcionando, en función de su carga de trabajo para promover la eficiencia en el uso de los recursos TIC, los ejemplos más mencionados suelen ser Elastic Compute de Amazon Cloud (EC2) y Mosso Hosting Cloud.

Dicho lo anterior resulta evidente que el cloud computing desafía la comprensión actual de recursos TIC. Los recursos TIC ya no se consideran como unos productos más, sino que se entienden como los servicios que se pueden alquilar y suscribir mediante contrato con los proveedores y con el denominador común de que siempre se accede a través de Internet.

Es por lo tanto, un argumento contrastado que la computación en la nube representa un cambio de paradigma de la computación y la gestión de los servicios de las TIC, tanto para la virtualización de recursos TIC, como su gestión (Armbrust et al., 2010; Buyya et al.,2008).

2.1.6 Beneficios y obstáculos para la empresa

Como se ha visto hasta ahora, los potenciales beneficios de la adopción de la computación en la nube pueden ser evaluados tanto en términos de ahorro financiero, como en mejoras de la gestión de los recursos informáticos. Un beneficio financiero obvio de la computación en la nube, especialmente para las empresas pequeñas y de tamaño medio, es el ahorro que representa no tener que comprar y mantener sus propias infraestructuras hardware y software (Miller, 2008).

La importante reducción de capital en la inversión en infraestructuras hardware y software, a favor de contratar servicios en la nube, ofrece a las empresas la oportunidad de adquirir las capacidades tecnológicas que puede que no hayan sido capaces de ofrecer en el pasado (Grossman, 2009).

El acceso universal a servicios software (SaaS) también puede traer beneficios financieros al no tener que pagar por el software en términos de derechos de licencia.

La elasticidad de servicios en la nube también significa un manejo más flexible de los recursos, que también puede conducir a un ahorro de costes. Es decir, las empresas que pasen a prestar sus servicios a través de la nube pueden ampliar y escalar la capacidad de la demanda, pagando sólo por el uso real.

PaaS ofrece un entorno de desarrollo ágil que hace que sea más fácil para los profesionales TIC desarrollar aplicaciones de forma rápida y que las adopten instantáneamente, ya que elimina la espera para el despliegue del hardware y software adecuado para las aplicaciones (Greer, 2009); (Vile y Liddle, 2009).

En pocas palabras, la computación en la nube permite a las empresas, en particular las pymes y los consumidores, acceder a recursos que se podrían definir de forma coloquial como “elegidos a la carta”, beneficiándose de una mayor flexibilidad y de bajos costos de la gestión de los recursos informáticos.

Pero no todo son beneficios para la empresa, ya que a pesar de la promesa de avance tecnológico que suponen los servicios en la nube, también hay obstáculos para su crecimiento y adopción. La falta constante de alta velocidad y de conexiones a Internet rápidas, es un obstáculo importante para la computación en la nube, ya que se basa en Internet para ofrecer sus servicios (Miller, 2008).

La falta de estandarización de las interfaces de programas de aplicación y de plataformas tecnológicas significa que la interoperabilidad entre plataformas es pobre y las empresas no serán capaces de transferir fácilmente datos de un proveedor cloud a otro.

Las empresas se enfrentan, por tanto, a proveedores de datos *lock-in*. Esta percepción de falta de control puede desalentar a las empresas a iniciar la adopción de la computación en la nube (Armbrust, y otros, 2010).

Las empresas también pueden estar preocupadas por el hecho de que sus actividades y procesos, a diario, son controlados, no por su propio personal, sino por técnicos externos a la empresa que operan fuera de sus sedes, al estar los datos en los proveedores cloud, y que no pueden ser capaces de hacer los cambios necesarios en la aplicación con facilidad y cuando sea necesario (Leavitt, 2009; Miller, 2008).

A la preocupación por la seguridad, en particular, se une la privacidad y la confidencialidad de los datos, que es una de las objeciones más citadas en favor de la computación en la nube (Armbrust et al., 2010; Zhang, Cheng y Boutaba, 2010).

Se argumenta que la mayor parte de las cuestiones de seguridad y privacidad en la computación en la nube se deben a la falta de control sobre la infraestructura física.

En otras palabras, las compañías no se fían de quién controla y supervisa el centro de datos en la nube.

Estos obstáculos desembocan en una serie de riesgos derivados del uso de la computación en la nube, que se pueden agrupar en cuatro categorías (Khajeh-Hosseini, Greenwood, Smith y Sommerville, 2012):

- ❖ riesgos políticos y organizativos: por ejemplo, desconfianza en los proveedores cloud ante la posibilidad de bloqueo en los datos o de pérdida de gobernabilidad sobre los mismos
- ❖ riesgos técnicos: como por ejemplo fuga o pérdida de datos
- ❖ los riesgos legales: entre los cuales estarían la protección de datos y licencias de software
- ❖ riesgos no específicos de la nube, pero sí de la infraestructura de la que es dependiente, como por ejemplo, problemas de red o de suministro de electricidad.

La incertidumbre de la disponibilidad del servicio y fiabilidad, especialmente la preocupación el tiempo de inactividad del sistema sobre una interrupción inesperada, podrían disuadir a que las empresas adopten el cloud computing, ya que aumenta los costes del proyecto y los riesgos del negocio.

Por ejemplo, los clientes de Salesforce.com (CRM ofrecido bajo el modelo de negocio ASP) se quedaron sin servicio durante seis horas debido a la actualización del sistema y el servicio EC2 de Amazon experimentó una interrupción del servicio en una de las zonas de alta disponibilidad de la costa este de los Estados Unidos a causa de falta de energía eléctrica en un centro de datos en el norte de Virginia. Esto provocó incalculables pérdidas, además de un importante daño a la reputación de la marca de estas dos importantes compañías.

Los conocimientos en informática y las habilidades de los profesionales del sector TIC constituyen un factor esencial a tener en cuenta y como consecuencia de ello su permanente capacitación constituyen un importante desafío (Khajeh-Hosseini et al., 2012; Hutchinson et al., 2009).

Por lo tanto que las empresas cuenten o no con profesionales relevantes en TIC para gestionar los procesos y servicios cloud computing constituye un tema que genera una importante preocupación.

2.1.7 Cloud computing y Profesionales TIC

La computación en la nube plantea tanto oportunidades y desafíos para las empresas en general, como a profesionales TIC en particular.

Algunos de estos retos son de carácter técnico que pueden ser resueltos con el tiempo, mientras que algunos están relacionados con las incertidumbres derivadas del compromiso con una innovación reciente.

El objetivo de este apartado es identificar algunas de las incertidumbres que los profesionales TIC puedan tener y que puede disuadirlos de adoptar sistemas cloud computing.

Una innovación es una idea, práctica u objeto que es percibido como nuevo por un individuo u otra unidad de adopción (Rogers, 1995). Aunque la novedad de la computación en la nube es ciertamente discutible, no hay duda de que su introducción desafía nuestra comprensión convencional de la ubicación y la

gestión de la infraestructura TIC, la naturaleza de los productos y servicios, los procesos de negocio y la práctica de sus servicios (desde ambos puntos de vista, el de los profesionales TIC y el de los consumidores).

Existe un importante contraste entre usuarios que pueden usar activamente los servicios cloud ofrecidos en Internet (Horrigan, 2014), y otros, para los que el cloud computing sigue siendo un concepto aún no totalmente conocido, incluso para profesionales TIC y empresas.

Los factores que afectan potencialmente la intención de los profesionales TIC a la hora de la utilización del cloud computing para ofrecer productos y servicios a sus clientes son tomadas principalmente de la difusión de la teoría de la innovación (Rogers, 1995).

La teoría identifica cinco variables que tienen una profunda influencia en la velocidad de una adopción de la innovación incluyendo: atributos percibidos de la innovación, el tipo de decisión de la innovación, canales de comunicación, la naturaleza del sistema social, y el cambio de los esfuerzos de promoción de los agentes.

Rogers (1995) sostiene que los atributos percibidos de la innovación son un importante predictor de intención en la adopción de innovaciones.

2.1.8 Versiones de la Nube

2.1.8.1 Modelos de despliegue en la Nube

Hay muchos beneficios en la adopción de los servicios ofrecidos por un proveedor de cloud. Su aplicación dependerá de la naturaleza, tamaño y las necesidades de la empresa. Con la aparición de diferentes proveedores en la nube, la decisión de elegir la opción que mejor cumpla con las necesidades del cliente se convierte en una tarea compleja.

Cada proveedor tiene su propia política de fijación de precios, un grado de flexibilidad en la oferta de servicios y un soporte técnico adecuado al servicio que cree que debe prestar. En estos tres pilares importantes se mueve la

oferta. Muchas empresas como Amazon, Google, Microsoft y Salesforce han entrado en el negocio de ser proveedores de cloud computing.

La comunidad de código abierto también está presente como proveedor dentro del modelo de negocio que ofrece, mostrándose muy activa en el área de la computación en la nube con numerosas contribuciones, especialmente en tecnologías de virtualización (Mahjoub, Mdhaffar, Halima y Jmaiel, 2011).

La virtualización es una tecnología clave para la nube, ya que permite un uso más eficiente y flexible de recursos. La virtualización constituye un elemento fundamental de la nube por sus beneficios multitudinarios como la flexibilidad, el aislamiento y la tasa de utilización de los recursos. La construcción de un entorno de cloud a menudo implica la elección inicialmente de una solución para la gestión de la nube. Frecuentemente, esta decisión resulta difícil de tomar, ya que cada solución tiene sus características específicas (Kelner, Endo, Gonçalves y Sadok, 2010).

Con el fin de dar una descripción más objetiva de las soluciones existentes y de sus beneficios, se presentan algunas discusiones en este apartado y datos de estudios comparativos de varios proyectos actuales.

Por ejemplo, frente a muchos monitores de máquinas virtuales (como OpenVZ, Xen, KVM, etc.), los usuarios no saben cuál de ellos es mejor para sus aplicaciones ni porqué. La evaluación del desempeño en máquinas virtuales se ha estudiado ampliamente (Che, He, Gao, y Huang, 2008) y en otro estudio más reciente (Che, Shi, Yu y Lin, 2010) donde se presenta una evaluación de las diferentes soluciones de código abierto en máquina virtuales.

Por tanto, se podría decir que estamos ante un segundo criterio de clasificación de las tecnologías cloud, basado en las siguientes modalidades de despliegue: virtualización completa, para-virtualización y aislamiento de recursos.

2.1.9 Técnicas de Virtualización

Un monitor de máquina virtual es un software que permite que una sólo máquina física pueda soportar múltiples máquinas virtuales. Este modelo está basado en tres tecnologías de virtualización que son: virtualización completa,

paravirtualización y nivel de sistema operativo de virtualización (más conocido como aislamiento).

La virtualización completa presenta una fiel emulación del comportamiento del hardware, como se muestra en la figura siguiente. Ofrece un aislamiento y seguridad de las máquinas virtuales, simplificando la migración y portabilidad. Los productos de virtualización completa más conocidos son VMware y VirtualBox de Oracle.



Figura 3. Virtualización completa.

Fuente: Adaptado de Mahjoub et al. (2011)

En la Figura siguiente, la para-virtualización sólo proporciona una abstracción de máquina virtual que es similar pero no idéntica a lo que se conoce como hardware subyacente. Entonces, el sistema operativo huésped o sistema operativo de la máquina necesita algunas modificaciones, es el caso de Xen.

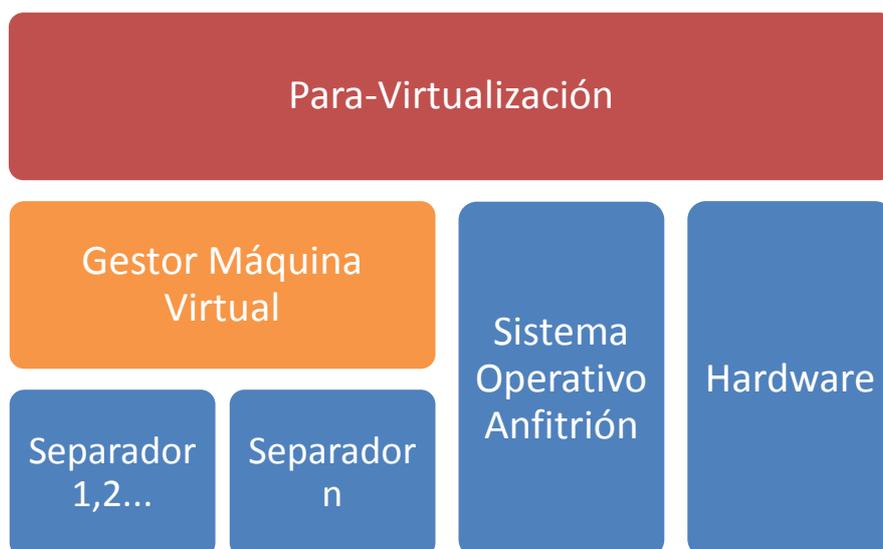


Figura 4. Para-virtualización.

Fuente: Adaptado de Mahjoub et al. (2011).

El tercer caso de virtualización es el aislamiento de los recursos entre los usuarios, como se muestra en la Figura siguiente. En lugar de ejecutar un número de máquinas virtuales que ejecutan varias copias del mismo núcleo del sistema operativo, se crean contextos aislados de procesos dentro de un núcleo del sistema operativo. Este aislamiento existe sólo para los sistemas Linux.

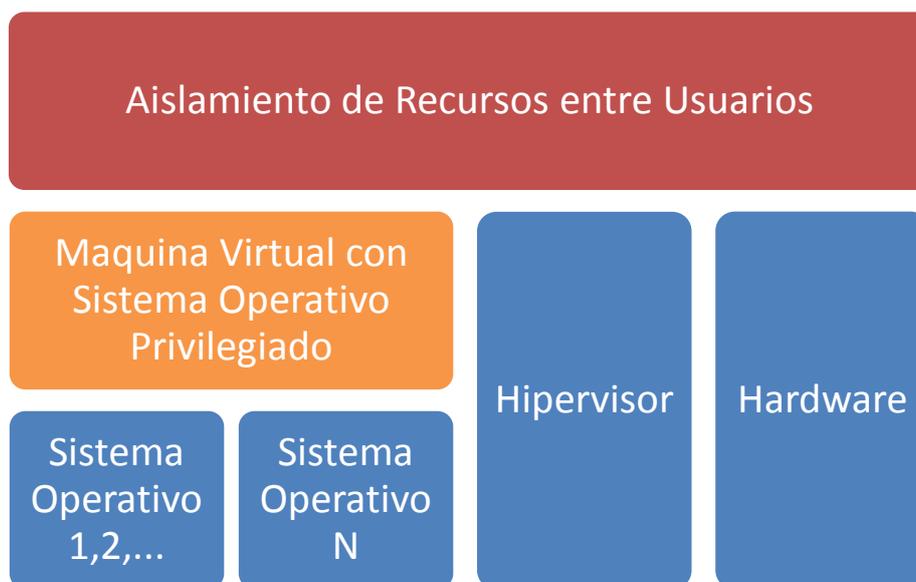


Figura 5. Aislamiento.

Fuente: Adaptado de Mahjoub et al. (2011)

La Tabla 1 muestra los estudios técnicos comparativos entre esas tres tecnologías de virtualización (**Mahjoub et al. , 2011**).

	Aislamiento	Para- virtualización	Virtualización Completa
TIPOS de Sistema Operativo Invitado	Mismo tipo: Linux (el mismo SO que el sistema anfitrión)	Diferentes tipos (SO huésped en ejecución en el servidor host debe ser modificado para que reconozca la virtualización: capa de software)	Diferentes tipos (no requieren cualquier cambio o modificación de su sistema operativo invitado, pero sí requiere que los sistemas físicos del anfitrión contengan virtualización de la Tecnología)
Rendimiento	+++	++	+
Simplicidad	+++	+	++
Herramienta	OpenVZ	Xen, HyperV	KVM, VirtualBox

Tabla 1. Técnicas de virtualización.

Fuente: Adaptado de Mahjoub et al. (2011)

En este punto es importante definir conceptos como virtualización y escalabilidad.

Otro elemento que define y resulta esencial en la práctica del cloud computing, es el concepto de escalabilidad que ya definimos, pero del que vamos a dar una definición más precisa y relacionada con el contexto (Ruiz del Olmo, 2010).

La propiedad que permite que un sistema de información esté preparado para poder adaptarse a los cambios, de forma y manera que esa adaptación no le haga perder calidad y dar un servicio de funcionamiento aceptable es conocida como escalabilidad.

La virtualización que se produce en las operaciones en red añade elementos de deslocalización o de indefinición geográfica para el usuario. Por ello, la virtualización es un grado máximo de escalabilidad de los procesos comunicativos (Ruiz del Olmo, 2010). Independientemente de los recursos físicos utilizados y de su ubicación, el tratamiento de los datos será siempre similar.

En base a ello se puede indicar que:

- El aislamiento se considera como la solución más potente. Sin embargo, sus desventajas residen en el hecho de que existe sólo para sistemas Linux y que los sistemas operativos invitados deben tener el mismo tipo de sistema operativo que el host.
- La paravirtualización se hace con un núcleo modificado que es consciente de estar virtualizado.
- La virtualización completa se hace con un hardware con procesadores que soportan la virtualización, permitiendo ejecutarla sin modificaciones y sin conciencia real para los sistemas invitados, quienes ignoran que se está produciendo esa virtualización. Sin embargo, esta solución se considera menos preferente, dado que el sistema operativo invitado debe pasar a través de la capa de virtualización para acceder a los recursos de hardware.

En realidad, el software de monitorización y control de máquinas virtuales más popular se centra principalmente en cinco proveedores: VMware, VirtualBox, HyperV, OpenVZ, Xen y KVM cuyas máquinas pasamos a describir:

Se describen brevemente en el siguiente resumen:

- 1- *VMware*. Es el líder global en infraestructura virtual de tecnología, ayudando a las organizaciones grandes y pequeñas a aumentar la eficiencia y rentabilidad de sus operaciones. Usando una solución de virtualización de VMware, el usuario puede transformar los recursos de hardware de un equipo basado en un procesador x86 para crear una máquina virtual completamente funcional. Es muy usado en los entornos de servidores y ordenadores personales.
- 2- *VirtualBox* de la empresa Oracle, soporta controladores paravirtualizados dentro del sistema operativo invitado con el fin de acceder al hardware de manera más eficiente. VirtualBox es compatible con cualquier tipo de sistema operativo invitado incluyendo los sistemas OSX de Apple.
- 3- *HyperV* es un sistema de virtualización basado en hipervisor para sistemas x86/64 bits. Proporciona una plataforma de virtualización fundacional que permite a los usuarios el tránsito a la nube. Se considera como una solución de paravirtualización.
- 4- *OpenVZ* es un nivel de sistema operativo producido por Virtuozzo. Su principal característica es que es altamente escalable. El equipo de *OpenVZ* está contribuyendo al kernel Linux y trabaja por limitar el número de recursos (memoria, acciones del procesador, etc.). La desventaja de OpenVZ es que todos los servidores virtuales tienen que ser absolutamente compatibles con la versión del kernel del host donde se ejecuta. Sin embargo, debido a que no tiene las características de un verdadero hipervisor, es más rápido y más eficiente que Xen, KVM y VMware.
- 5- *Xen*. Es un monitor de máquina virtual originalmente desarrollado en la Universidad de Cambridge. Representa una solución muy conocida y usada en la investigación científica. El mayor beneficio de XEN estriba en que permite obtener el uso más eficiente del servidor. También usa la técnica más utilizada en entornos de cloud computing.
- 6- *KVM* consiste en la creación de un entorno de máquina virtual manejado por el kernel o núcleo del sistema operativo Linux. Se incluye en el Linux

estable y oficial, versiones de kernel desde la versión 2.6.20. KVM tiene la ventaja de la capacidad de la suma de un conjunto de virtualizaciones, dada la capacidad del kernel estándar de Linux para que el entorno virtualizado pueda beneficiarse de todos los recursos del núcleo de Linux en sí.

2.1.10 Nubes de código abierto

La mayoría de las nubes de código abierto están proporcionando Infraestructura como Servicio (Infrastructure as a Service, IaaS). Eucalipto, OpenNebula, Xen Nube Plataforma (XCP), Nimbus, AbiCloud y OpenStack son técnicamente soluciones muy sólidas y populares (Mahjoub, Mdhaffar, Halima, & y Jmaiel, 2011).

1. Eucalyptus. Es un marco de cloud computing de código abierto comúnmente disponible para los grupos de investigación académica. Se proporciona un módulo abierto para instrumentación experimental y el estudio de la plataforma (Nurmi, y otros, 2009). La arquitectura de Eucalyptus es simple, flexible y modular con un diseño jerárquico. Actualmente, soporta máquinas virtuales que se ejecutan con Xen, KVM y VMware. Eucalyptus se orienta hacia una empresa que quiere construir su nube privada para su propio uso y por lo tanto quiere protegerse de posibles intrusiones en sus datos o software maligno, virus, etc.
2. OpenNebula es un conjunto de herramientas de código abierto utilizado para construir una nube privada. Las nubes públicas e híbridas funcionan con Xen, KVM y la solución de virtualización de VMware y se está trabajando actualmente en apoyo a VirtualBox. OpenNebula se orienta hacia los intereses personales en cloud computing o tecnología VM por lo que es muy ideal para los usuarios que quieren poner en pie pocas máquinas en la nube rápidamente.

3. Cloud Platform Xen (XCP). XCP es una virtualización de servidores empresariales de código abierto y una plataforma de cloud computing. Fue derivado originalmente de Citrix XenServer y está licenciado bajo la GNU Licencia Pública General (GPL2). XCP se centra sobre todo en proporcionar herramientas para gestionar una colección de hosts virtuales. Sin embargo, el mayor inconveniente de XCP es que no ofrece una interfaz de usuario para gestionar la nube. AbiCloud se puede utilizar para construir, integrar y gestionar una nube pública y privada en una de ambientes homogéneos.
4. El proyecto Nimbus se considera como una ciencia de la nube en Informática, ya que es una solución que proporciona la infraestructura como servicio. Nimbus se adjunta al proyecto Culumbus y es compatible con diferentes implementaciones de virtualización: Xen y KVM. Nimbus mira hacia el científico inmerso en una comunidad cooperativa. Es ideal para los usuarios que están menos interesados en la técnica de funcionamiento interno del sistema.
5. AbiCloud es una solución de nube privada desarrollada por Abiquo. Permite a los usuarios construir infraestructura como un servicio en el entorno de la nube. El software de virtualización compatible de AbiCloud son VirtualBox, VMWare, Xen y KVM.
6. OpenStack es un proyecto colaborativo de software diseñado para crear código de libre acceso y los estándares necesarios para beneficio tanto de los proveedores de la nube, como sus clientes. OpenStack está formado actualmente por tres subproyectos: OpenStack Compute (desplegar instancias de proceso virtuales aprovisionados automáticamente), OpenStack Object Storage (almacenamiento redundante de objetos estáticos) y OpenStack Image Service (proporciona descubrimiento, servicios de registro y entrega de imágenes de discos virtuales).

2.1.11 Criterios de clasificación

Entre los criterios de clasificación a la hora de elegir proveedores y software de virtualización podemos destacar (Mahjoub et al., 2011):

- Propósito principal: Los proveedores de cloud deben elegir cuidadosamente la plataforma que se ajuste lo mejor posible a sus objetivos.
- Arquitectura: La arquitectura de una plataforma determina cómo funciona la plataforma y la forma en que fue construida.
- Ubicación de máquinas virtuales: La ubicación de la máquina virtual es importante, para poder asegurar un inteligente y óptimo uso de los recursos.
- Almacenamiento: Conectado en red, en línea con los datos, los datos son almacenados en grupos virtualizados a elegir en función de las necesidades.
- Red: las plataformas en la nube deben prestar atención a las redes virtuales para ayudar a garantizar el rendimiento.
- Interfaz de acceso: Este aspecto se refiere al hecho de cómo los clientes cloud van a tener acceso a sus recursos en un modelo económico de arrendamiento o de hospedaje en una infraestructura hardware determinada.
- Seguridad: La evolución de la tecnología cloud computing la está haciendo cada vez más popular, en especial en los últimos años, ahora bien, como veremos más adelante la seguridad de los datos es una de las barreras de expansión.
- Tolerancia a fallos: Es la propiedad que permite a un sistema seguir funcionando correctamente en caso del fracaso o avería temporal o definitiva de algunos de sus componentes.
- El equilibrio de carga: Un método de trabajo en redes de computadoras, que contribuye de forma esencial a distribuir la carga de trabajo entre varios equipos para lograr la utilización óptima de los recursos.

El aumento en el desarrollo y uso del código de fuente abierta o software libre se viene observando de manera constante y creciente en los últimos años, en particular en los campos de programación, sistemas operativos y aplicaciones

de software. Sin embargo, el sistema operativo no está aún siendo utilizado intensivamente para la estructuración y la gestión de plataformas de cloud computing (Wind, 2011).

Esto es tanto más notable en este campo en particular, donde sería más fácil estructurar plataformas de gestión cloud de manera eficiente y rentable, utilizando los sistemas disponibles en la actualidad.

Estos sistemas de software libre están disponibles como alternativos a los proveedores comerciales y permitiendo soluciones de nube privada para la comunidad, así como híbridos. Sin embargo, muchas empresas e instituciones privadas, públicas como las administraciones y otras instituciones no aprovechan las ventajas de este hecho, en parte debido a la incertidumbre y la falta de información sobre tales posibilidades.

Las empresas, en particular, pueden alcanzar un potencial de ahorro de entre el 30% y el 40% de costes en TIC con el uso optimizado de sus recursos informáticos. Estos datos de ahorro de costes puede mejorar en sus resultados económicos aún más, si se usan recursos de software de “open source” con plataformas más rentables, soluciones independientes, innovadoras y flexibles que por lo general se puede implementar muy fácilmente (Bughin, Chui y Manyika, 2014). Por esta razón, vale la pena mirar con detalle el uso de open source en lo que respecta a la ciencia, pero también en los aspectos prácticos del cloud computing.

Si partimos de la definición del Instituto Americano de Estándares y Tecnología (National Institute of Standards and Technology, NIST), que entiende la nube como un conjunto de plataformas de gestión informática eficientes (NIST, 2011), debemos estar permanentemente calculando necesidades de acceso “a la carta” y a la red, como un conjunto de recursos informáticos configurables (por ejemplo, redes, servidores, almacenamiento, aplicaciones y servicios), que pueden ser rápidamente utilizados y liberados con un esfuerzo mínimo de gestión o interacción proveedor de servicios (Grance y Mell, 2008).

Este modelo de nube promueve el concepto de total disponibilidad y se compone de cinco características esenciales, tres modelos de servicio y cuatro modelos de implementación (ver Figuras 5 y 6).

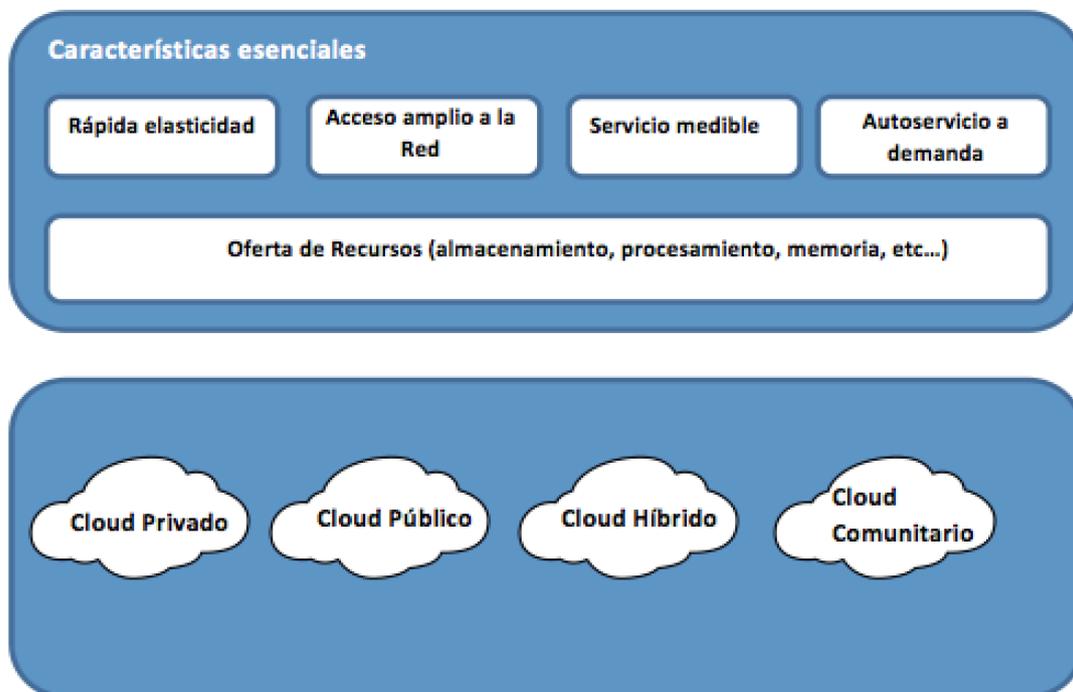


Figura 6. Características esenciales y modelos de servicio.

Fuente: Elaboración propia

Las soluciones de cloud computing se pueden diferenciar por cuatro características esencialmente diferentes (Grance y Mell, 2008).

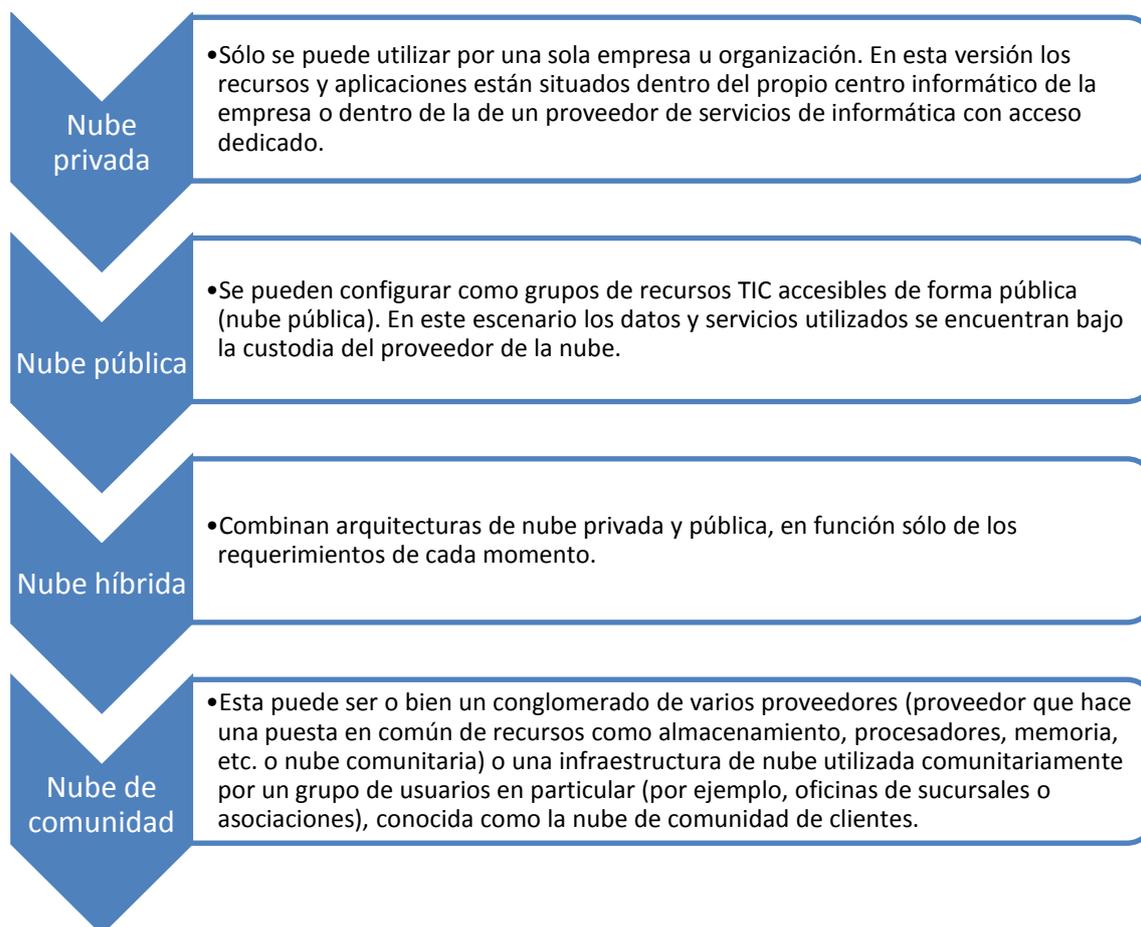


Figura 7. Tipos de nubes

Fuente: Elaboración propia basado en Grance y Mell, 2008

Las plataformas de gestión del cloud computing en general, sirven para construir y gestionar arquitecturas de nube, independientemente del tipo de nube involucrado. El empleo de estas plataformas comerciales puede establecer sus propias arquitecturas de nube (nubes de la comunidad, privada o híbridos), así como la construcción de la infraestructura.

El mercado para este tipo de plataformas ha experimentado un fuerte crecimiento en los últimos años, además de que se han salido al mercado otras soluciones propietarias llevadas a cabo mediante proveedores de nube pública.

En estos momentos, una gran cantidad de plataformas estándar de gestión están disponibles, las cuales también se pueden utilizar para construir y gestionar arquitecturas de nube.

Antes de profundizar en la tecnología de la nube de código abierto se ofrece una visión general de todo el ecosistema de la plataforma de gestión de la nube (ver Figura 8).

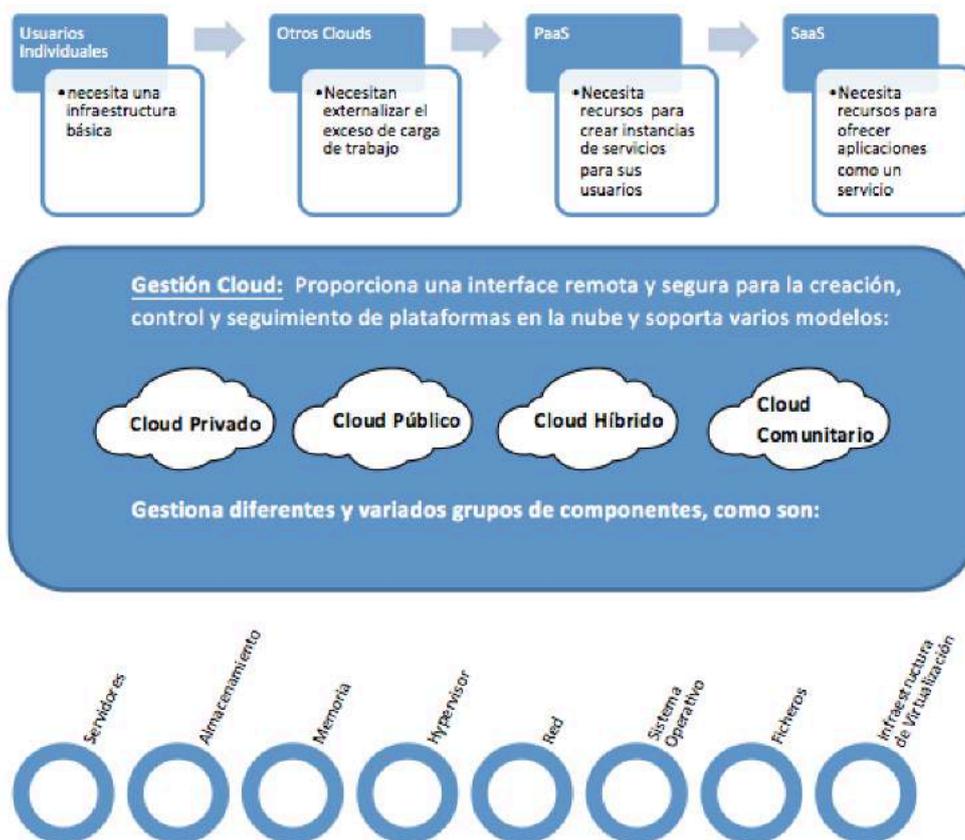


Figura 8. El ecosistema de la gestión de plataformas cloud.

Fuente: Elaboración propia.

Por un lado, hay una nube en la que los consumidores necesitarán de una infraestructura flexible basada en la demanda. Los demandantes de servicios de la nube podrían ser usuarios individuales, otras nubes, PaaS y SaaS.

Por otro lado, se encuentra la plataforma de gestión de la nube, la cual ofrece interfaces remotas para la creación, control y seguimiento de plataformas en la nube y con total seguridad.

2.1.12 Proveedores de servicios de la nube

El cloud computing ha generado un gran interés e incrementado la competitividad en la industria TIC. Algunas empresas están aún estableciendo su posición en la comercialización de productos y servicios en el entorno de sistemas cloud computing. En muchos casos utilizan VMware como tecnología de virtualización.

Amazon propone dos soluciones, principalmente EC2¹ y S3² que son los dos servicios disponibles y más utilizados como parte de Amazon Web Services (Caballer et al., 2013).

Salesforce.com fue uno de las primeras compañías del sector TIC en la nube en obtener una configuración con un enfoque específico en CRM, funcionando bajo el enfoque SaaS.

Sin embargo, Google accedió al negocio de cloud computing con dos servicios: Google Apps que se dirige principalmente al espacio SaaS y el motor de Google App que proporciona un modelo PaaS para que empresas y particulares desplieguen sus aplicaciones web.

Microsoft ha sido, en este sentido, una de las últimas empresas en entrar en el mercado cloud.

¹ <http://aws.amazon.com/es/ec2/>

² <http://aws.amazon.com/es/s3/>

2.1.13 Tecnologías de la nube

En este apartado se intentará desvelar cuales son las tecnologías que hacen posible el paradigma de los servicios cloud. Se identificarán los modelos tecnológicos existentes relacionándolos, en la medida de lo posible, con las distintas versiones de la nube.

En la Figura siguiente se representa la arquitectura donde se separa la capa de servicios del concepto tecnológico (Dinkar, 2011). A continuación, se detallan diferentes modelos y consideraciones a tener en cuenta para ofrecer servicios en la nube.

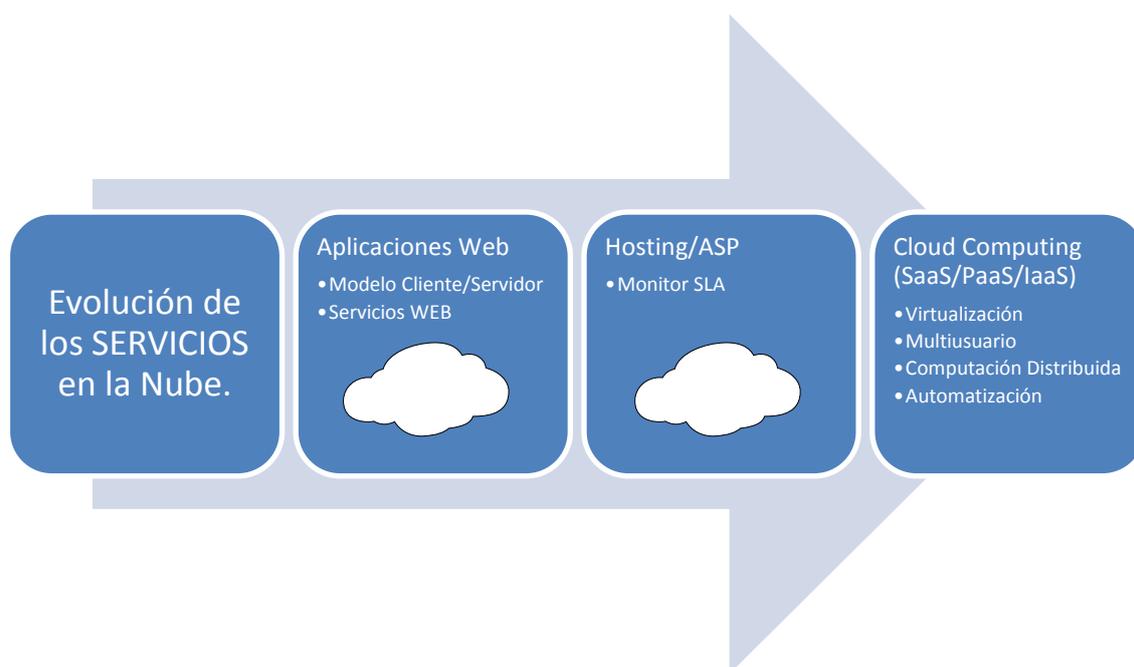


Figura 9. Evolución de la nube.

Fuente: Elaboración propia

2.1.13.1 Modelo Cliente-Servidor: Aplicaciones Web y SOA

Un modelo cliente-servidor está compuesto por un software cliente, conocido así porque demanda servicios o procesos a otro programa llamado servidor que le proporciona aquello que pide (datos u otro tipo de información).

Este modelo funciona desde que existen las redes de comunicación a escala local. Con la llegada de Internet el procedimiento de acceso se hizo a escala global.

La descripción de este modelo parece necesaria para comprender cómo se ha llegado a la arquitectura actual de la nube. El modelo se origina clasificando a los clientes en:

- 1) Clientes de peso: en el cliente radica la responsabilidad de procesar y almacenar los datos (es el clásico ejemplo del correo electrónico),
- 2) Clientes híbridos, el cliente cuenta con una responsabilidad de naturaleza híbrida porque si bien no almacena datos, en él recae la responsabilidad de procesarlos.
- 3) Clientes ligeros, modelo en el que sobre el cliente no recae ninguna responsabilidad, ni en cuanto a almacenamiento, ni procesamiento. La única función del cliente es recoger los datos para acto seguido hacer entrega de los mismos al servidor (por ejemplo del navegador web).

El cliente ligero es el que mejor se puede identificar con el paradigma de “todo como servicio”. Tomado el ejemplo anterior, desde un navegador web se puede acceder a cualquier servicio, ya sea http o ftp, sin que sea necesario instalar programas adicionales, ni actualizar o mantener instalaciones diferentes de la del servidor, reduciendo la distribución e instalación en miles de usuarios (Avram, 2014).

Este tipo de servicios se denominan aplicación web. La aplicación web es un software codificado en un lenguaje soportado por navegadores web (HTML, Java, ASP.NET, JavaScript, PHP, entre otros) para su ejecución. Con algunos de estos lenguajes se facilita la generación dinámica de una serie de páginas en formato estándar (por ej.: HTML o XHTML) que se soportan en los navegadores más utilizados. Además, se emplean lenguajes interpretados en el lado del cliente, como por ejemplo JavaScript, con el fin de añadir elementos dinámicos en la interfaz de usuario.

Este modelo permite que los usuarios accedan de forma interactiva a los datos debido a que la página responderá a las peticiones, por ejemplo cumplimentar y enviar formularios, acceder a gestores de bases de datos de todo tipo, entre otras posibilidades. Otros ejemplos de aplicaciones web pueden ser traductores, mapas, webmail, etc.

Por otra parte, el mayor inconveniente del empleo de aplicaciones web estriba en que ofrecen menos funcionalidades que las clásicas aplicaciones de escritorio. Esto se debe a que un navegador ostenta unas posibilidades más limitadas que las disponibles desde el sistema operativo. Para superar este inconveniente se pueden incorporar funcionalidades mediante el empleo de pequeñas aplicaciones incorporadas al navegador, como los complementos.

La necesidad de instalar más software hace que no quede claro si se trata de un cliente no ligero. Un término alternativo es aplicación enriquecida de Internet (Rich Internet Application, RIA). Los plugins del navegador incorporan tecnologías (como Adobe Flash Player, Unity Player o Java Applets) que permiten el desarrollo de una parte o toda la interfaz de usuario.

Considerando que la práctica totalidad de los navegadores incluyen un soporte para dichas tecnologías (usualmente mediante plugins), las aplicaciones basadas en Java, Unity o Flash se pueden implementar con una facilidad similar. Estas tecnologías proporcionan un control más amplio sobre la interfaz de usuario, lo cual evita la aparición de incompatibilidades en el caso de que el usuario haya cambiado una serie de parámetros del navegador como las fuentes, tamaño, etc.

Por el lado del servidor, se encuentra un programa diseñado para transferir páginas HTML, textos complejos con enlaces, botones, figuras, formularios y objetos incrustados como animaciones o reproductores de música.

El programa implementa el protocolo HTTP mediante el cual recibe peticiones del cliente y devuelve páginas HTML. La ejecución de la aplicación web precisa que se instale en un servidor de aplicaciones, el cual ejecutaría la aplicación y devolviera algún código HTML.

En la actualidad muchos servidores de aplicaciones soportan una enorme variedad de estándares, tales como HTML, XML, IIOP, JDBC, SSL, JSON, y otras muchas, que les permiten su funcionamiento en entornos web, así como la conexión a una gran variedad de fuentes de datos, sistemas y dispositivos (Dinkar, 2011).

En términos generales, un servidor de aplicaciones se encarga de gestionar la mayor parte, o incluso la totalidad, de la lógica de negocio y acceso a las bases de datos de la aplicación web. Asimismo, también incluyen software de conectividad (middleware), lo cual permite intercomunicarse entre varios servicios.

Por otro lado, se ofrece a los desarrolladores una Interfaz para Programación de Aplicaciones Web (Application Programming Interface, API). Los servicios web son un caso especial de API para web.

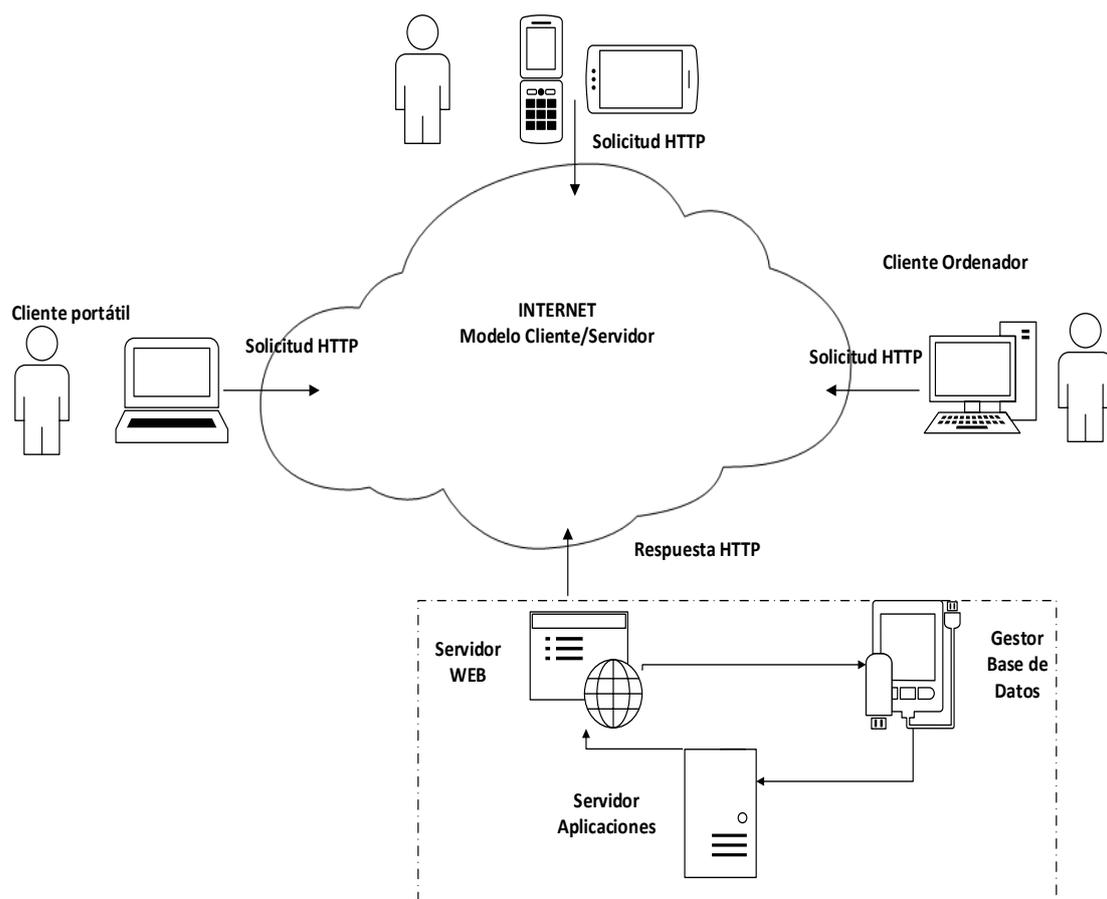


Figura 10. Modelo Cliente/Servidor.

Fuente: Elaboración propia

Gracias a la utilización de estos servicios se pueden construir aplicaciones web con componentes complejos, como por ejemplo incrustando videos y mapas en páginas mediante únicamente su invocación. Es decir, al construir una aplicación web que incluya una localización en el mapa y un video, se podría emplear la API que ofrece Google Maps para sus mapas, y la API de YouTube para el video (Avram M.G., 2014).

Para desestimar el uso de los servicios web, resulta crítico que se disponga de un estándar para la creación de dichos servicios. Dicho estándar se denomina Arquitectura Orientada a Servicios (Service-Oriented Architecture, SOA).

Según OASIS³, organización internacional cuyo objetivo es el desarrollo y adopción de estándares basados en los servicios web, SOA es el paradigma adecuado para la organización y uso de las capacidades distribuidas bajo el control de una serie diferentes de propietarios. Ello ofrece un modelo uniforme para ofrecer, descubrir, interactuar y el uso de capacidades en consonancia con condiciones previas medibles (OASIS, 2012). Habitualmente se suele emplear para servicios web, aunque no de forma exclusiva.

Inicialmente para conectar un programa cliente a un servicio web se determinan las funciones disponibles en el servidor para, con posterioridad, llamar a alguna de las funciones que se encuentren disponibles. Obviamente, el desarrollo de estas tareas en la arquitectura SOA requiere el empleo de estándares. Se puede usar el Lenguaje de Descripción de Web Services (Web Services Description Language, WSDL), el cual se basa en XML para describir la comunicación.

Por otra parte, para llamar a una de las funciones recogidas en WSDL se emplea un método denominado Protocolo de Acceso Simple a Objetos (Simple Object Access Protocol, SOAP), que consiste en un protocolo estándar para definir dos objetos en diferentes procesos que se comunican mediante el intercambio de datos XML.

³ <https://www.oasis-open.org>

2.1.13.2 Acuerdo de nivel de servicio

Si bien en apartados anteriores se ha descrito lo que son los acuerdos de nivel de servicio, creemos necesario profundizar en este concepto.

Como se ha afirmado anteriormente, SLA es el marco legal que garantiza la calidad del servicio ofrecido. El SLA consiste en un acuerdo formal que se adopta entre el proveedor de servicios y sus clientes cuyo contenido puede variar según el servicio de que se trate. No obstante, generalmente incluye una serie de cláusulas básicas que recogen una serie de requisitos sobre la calidad del servicio y, a su vez, las sanciones correspondientes en el caso que dichos requisitos no se alcancen (Kaminski & y Perry, 2008).

Los seis puntos fundamentales que se han de incluir en un SLA son:

- Establecimiento de las características del servicio. Se ha describir de forma muy precisa en que consiste el servicio.
- Puesta a disposición. Lapso de tiempo que transcurre desde el momento del pedido o la firma del contrato hasta que se produce la entrega o la puesta en marcha del servicio.
- Implantación. Es imprescindible que se consideren las características de la plataforma tecnológica que soportará el servicio, las comunicaciones que harán posible el servicio y el soporte técnico.
- Atención al cliente. Se trata de una descripción de los procedimientos que se han de seguir para atender a las diferentes incidencias que pueden ocurrir y que pueden plantear los clientes de los servicios en cuestión. En toda empresa de servicios resulta crítico disponer de un soporte técnico altamente cualificado y eficiente.
- Tiempo de respuesta. Consiste en el compromiso que se adopta sobre el tiempo mínimo en el que se han de atender las incidencias.
- Mantenimiento. Hay que recoger las diferentes condiciones relativas al mantenimiento, las posibles reparaciones a realizar en los equipos, así como las diferentes intervenciones que afecten al servicio.

- o Sanciones. Se trata tanto de las garantías como las compensaciones que se producen debido a posibles incumplimientos del nivel de servicio comprometido.

Por tanto, un SLA define una serie de parámetros que miden la calidad del servicio. Tecnológicamente esto implica que cuando se programe el servicio, se deberá realizar también la programación de algún módulo que permita monitorizar en tiempo real estos parámetros, con tal de garantizar el cumplimiento del SLA.

Los SLA están siendo ampliamente utilizados como garantía que vence cualquier barrera en cuanto a la implantación y uso de sistemas cloud computing, en especial en servicios de carácter crítico. Por tanto, juegan un papel esencial en la adopción del cloud.

2.1.13.3 Sistemas escalables y multiusuario

La arquitectura cloud computing, ver Figura siguiente, proporciona una gran escalabilidad, lo que permite disponer de gran agilidad en los servicios (Dinkar, 2011). Como ya se ha venido explicando, se consigue mediante la virtualización de la infraestructura, lo cual facilita permite la distribución de la carga de trabajo entre las máquinas virtuales (Abdullah y Othman, 2013).

Un ejemplo de lo expuesto es un sistema multiusuario, donde gracias a la creación de diferentes instancias de una misma aplicación se consigue la virtualización, llegando incluso a aprovechar la computación distribuida para conseguir capacidades de cálculo más elevadas (Avram, 2014).

Los puntos fuertes del cloud en lo tocante a la infraestructura, estriban en la facilidad y rapidez de escalar o incorporar nuevos componentes en los sistemas, de acuerdo a los requerimientos de los clientes. Asimismo, tan relevante como lo expuesto hasta ahora, resulta la posibilidad de invertir el escalado de los sistemas. En el SaaS, la escalabilidad puede referirse además al aumento del número efectivo de usuarios que acceden a la aplicación (Abdullah y Othman, 2013).

La escalabilidad del cloud computing se encuentra basada especialmente en las tecnologías de virtualización de servidores, lo cual facilita una distribución de la carga de trabajo optimizada. La virtualización implica la abstracción de los recursos de una máquina.

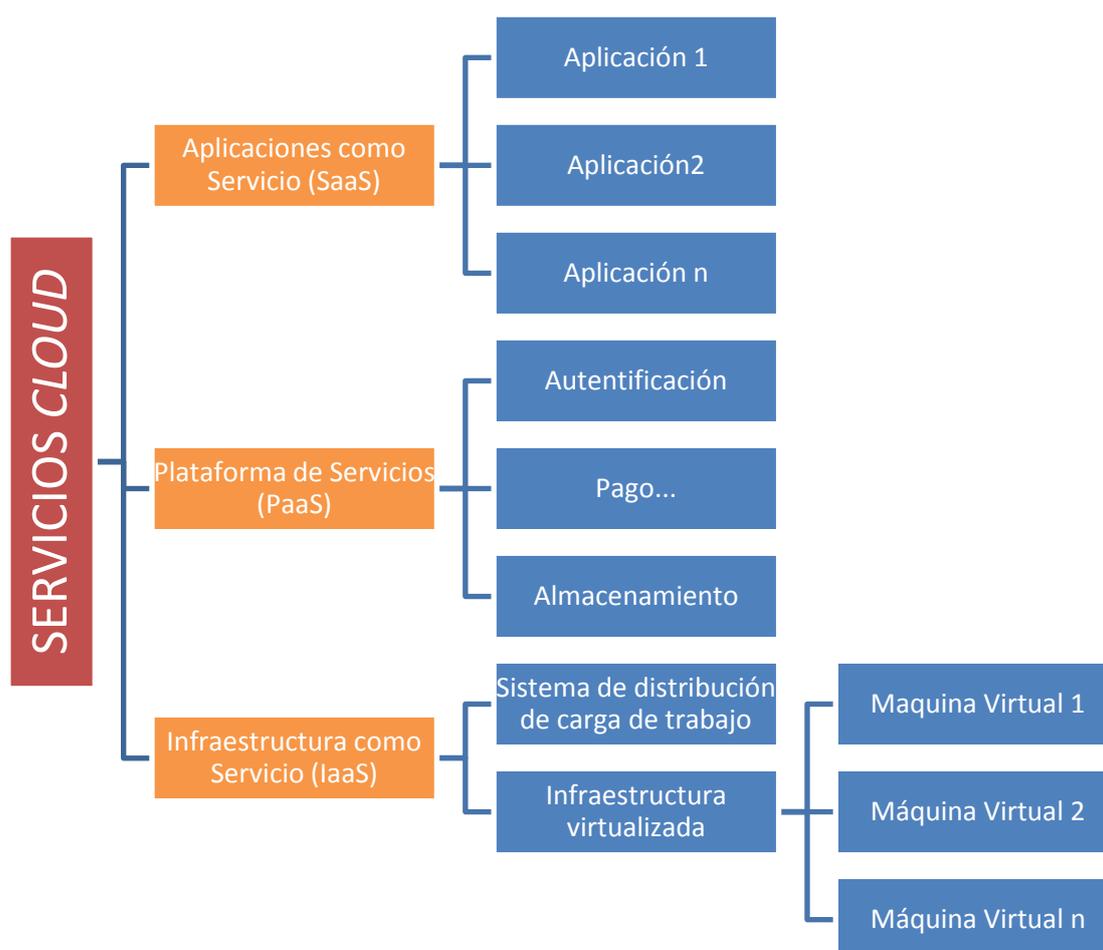


Figura 11. Arquitectura cloud computing.

Fuente: Elaboración propia

Esta tecnología genera máquinas (CPU + memoria virtualizada del hardware físico) y/o almacenamiento virtual (utilizando porciones del disco duro físico) de forma rápida a partir de hardware físico. Gracias a esta tecnología es posible incrementar o reducir los recursos disponibles en la infraestructura que demanda el cliente. De esta forma, el cloud obtiene una mejor utilización de los recursos del proveedor de una forma óptima, gracias a esta tecnología (Avram M.G., 2014)

El Hypervisor (*Virtual Machine Monitor*, VMM) es el responsable de crear una capa de abstracción que se sitúa entre la máquina física (anfitrión o host) y el sistema operativo de la máquina virtual (huésped, invitado o guest). De esta forma, se crea una versión virtual de un recurso o incluso de un dispositivo, por ejemplo un servidor de red, un dispositivo de almacenamiento o un sistema operativo para un equipo de sobremesa (Abdullah y Othman, 2013).

El VMM gestiona los cuatro recursos fundamentales de un ordenador (fundamentalmente CPU, memoria, red y almacenamiento). Dichos recursos se pueden asignar de forma dinámica entre las máquinas virtuales disponibles en el ordenador. Ello permite que se disponga de varios ordenadores virtuales que se ejecutan en la misma máquina, desde el punto de vista físico.

Se recoge un diagrama que muestra una arquitectura de virtualización en las Tablas siguientes. Se incluyen dos tipos de Hypervisor. El primero se instalaría directamente en el hardware, y el segundo se instalaría como software sobre el sistema operativo. Los de la primera categoría resultan más eficientes debido a que la gestión de los recursos del hardware la realiza directamente.

La virtualización se presenta como una oportunidad para aumentar la utilización de los servidores monoprocesador (Abdullah y Othman, 2013).

Gracias a ello se obtienen las siguientes ventajas:

- Reducción de los costes asociados al espacio preciso para las máquinas y al consumo energético que requieren.
- Reducción de los costes de infraestructura tecnológica incrementando la eficiencia y la flexibilidad en el empleo de recursos. Las cargas de trabajo asignadas a las máquinas pueden ser encapsuladas y transferidas a los sistemas no activos.
- Reducción del hardware necesario y sus costes asociados (consumo energético).
- Migración “en caliente”, es decir sin tener que interrumpir el suministro eléctrico, de las máquinas virtuales (por tanto sin pérdida de servicio) de un servidor físico a otro, sin que requiera soportar una serie de paradas en el funcionamiento planificadas por mantenimiento de los servidores físicos.
- Posibilidad de aislamiento de los fallos, de forma que una incidencia grave del sistema de una máquina virtual no impacta al resto de máquinas virtuales.

Tabla 2. Modelo de Hypervision I o VMN.

Fuente: Elaboración propia

Modelo de Hypervisor I		
Aplicaciones	Aplicaciones	Aplicaciones
Sistema Operativo	Sistema Operativo	Sistema Operativo
Hardware	Hardware	Hardware
HYPERVISOR		
HARDWARE		

Tabla 3. Modelo de Hypervisor II o VMN.

Fuente: Elaboración propia

Modelo de Hypervisor II		
	Aplicaciones	Aplicaciones
Aplicaciones	Sistema Operativo (invitado)	Sistema Operativo (invitado)
	Hardware	Hardware
HYPERVISOR		
SISTEMA OPERATIVO (anfitrión)		
HARDWARE		

La virtualización permite la separación de todo el entorno de software de la infraestructura de hardware. Reúne varios servidores, una serie de estructuras de almacenamiento, así como las redes en grupos compartidos de recursos asignados de manera dinámica, segura y fiable a las aplicaciones cuando resulte necesario.

Esta aproximación que podemos considerar innovadora facilita a las empresas la disposición de crear una infraestructura informática con elevados estándares de utilización, disponibilidad, automatización y flexibilidad mediante una serie de componentes básicos de servidores económicos y estándares en el sector.

Este nivel de virtualización es conocido como virtualización de la infraestructura. Este nivel de virtualización permite al cloud computing poseer la característica de la escalabilidad, ya que a las ventajas anteriormente descritas se incorporan las siguientes:

- Incorporación rápida de los nuevos recursos para servidores virtualizados.
- Contar con una serie de servicios embebidos en la infraestructura distribuida de sistemas, a partir de la virtualización para la optimización de las máquinas virtuales y sus recursos disponibles a través de la gestión de recursos.
- Administración global centralizada y simplificada.
- Soluciones de automatización que ofrecen capacidades específicas para optimizar un proceso tecnológico concreto, como recuperación de desastres.
- Permite la gestión de un CPD o Centro de Proceso de Datos como un conjunto o “pool” de recursos de memoria, capacidad de procesamiento, red y almacenamiento disponible en la infraestructura.

- o De igual forma, hay que realizar un equilibrado o balanceo dinámico de las diferentes máquinas virtuales albergadas en los servidores físicos del “pool” de recursos. Así se asegura que cada máquina virtual corra en el servidor físico más apropiado y ofreciendo un consumo de recursos homogéneo y óptimo en toda la infraestructura.

Habitualmente, la infraestructura virtualizada la conforman un clúster, que consiste de un grupo de máquinas conectadas entre sí a través de un sistema de red de alta velocidad, y un software que realiza la distribución de la carga de trabajo entre los equipos (Abdullah y Othman, 2013). En la Figura siguiente se puede ver la estructura típica de una infraestructura virtualizada.

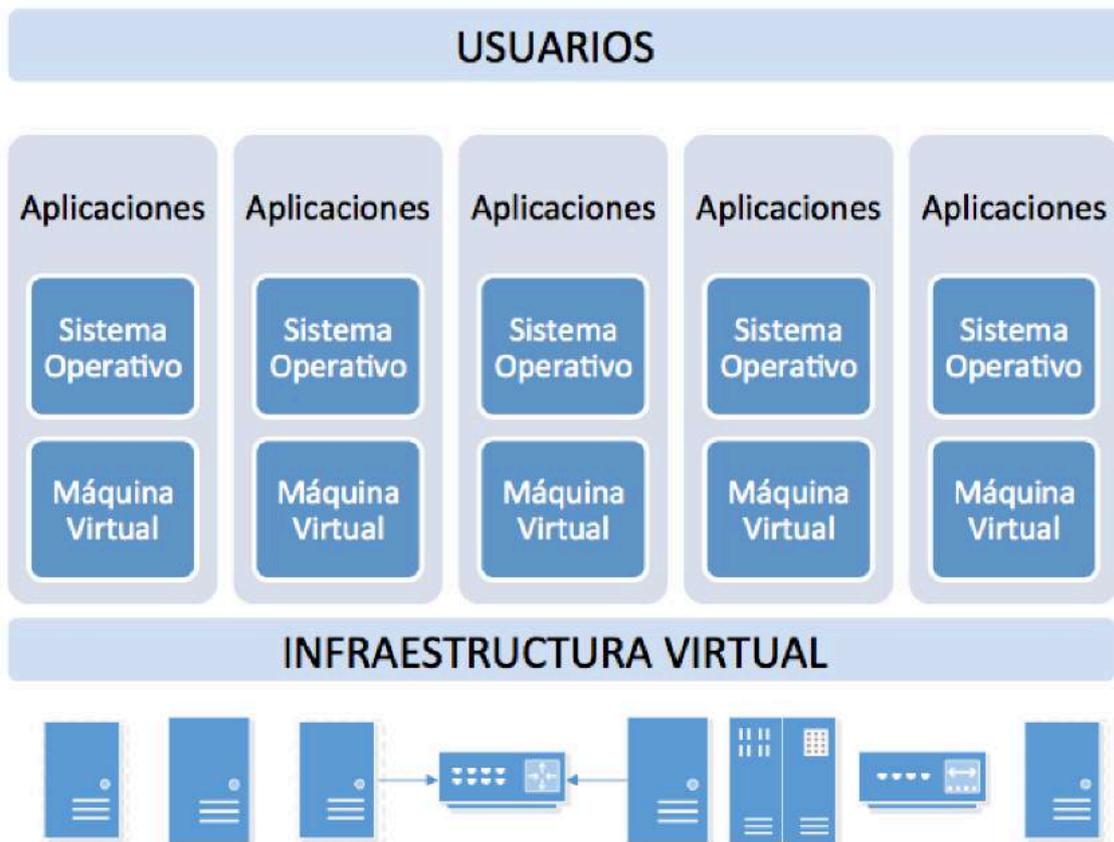


Figura 12. Estructura típica de una infraestructura virtualizada.

Fuente: Elaboración propia.

Por otro lado, gracias a la virtualización se obtiene una estructura multiusuario (*multi-tenancy*), de forma que un gran número de usuarios son capaces de compartir la misma máquina física, sin sufrir ninguna merma en su seguridad y confidencialidad.

No obstante, la auténtica arquitectura multiusuario es más amplia, permitiendo que mediante una ejecución de una aplicación, se suministre servicio a varios clientes, y personalizando la aplicación para cada uno de ellos.

La importancia de esta técnica estriba en que al facilitar que una misma aplicación sirva a un elevado número de clientes, se obtienen economías de escala generadas por el aprovechamiento más eficiente de los recursos de hardware y humanos. Ello redundará en un precio del servicio más competitivo.

En la siguiente figura 13 se recogen las posibles técnicas que se emplean para construir un sistema *multi-tenancy*. Dichas técnicas se encuentran ordenadas por densidad, siendo las situadas en la parte superior, las que permiten compartir un mayor número de clientes dentro de la infraestructura, mientras que las localizadas en la zona inferior las que menos clientes permiten compartir.

Cada una de dichas técnicas tiene un coste asociado debido a la necesidad de soluciones propietarias, su complejidad de mantenimiento o las funcionalidades específicas del correspondiente sistema operativo. A modo de ejemplo, la virtualización ostenta el problema de la limitación del número de máquinas virtuales que se pueden alojar en un servidor físico, más aún existe el coste de las licencias o del propio mantenimiento del sistema de virtualización empleado (Caballer, Alfonso, Alvarruiz, y Moltó, 2013).

La solución adecuada consiste en la creación de aplicaciones para el empleo de varios clientes en paralelo (Abdullah y Othman, 2013).

En el caso de que dicha aplicación resulte muy grande sería conveniente dividirla en módulos diferentes con independencia entre sí, así como que pudiesen compartirse por varios clientes. De este modo, un sistema de gestión integrada podría situar en un servidor la gestión de la facturación, en otro la gestión logística (almacén, gestión de stocks, etc.) y en otro servidor la gestión de informes.

En el caso de que desde el inicio la aplicación no se haya diseñado para que se divida y pueda servir a clientes distintos, convertirla en una aplicación distribuida resultaría muy complejo y costoso al tener que reimplementar o volver a dotar de mayores funcionalidades, a la aplicación. Por ello es crítico diseñar y crear una arquitectura desde un principio pensando en la escalabilidad.

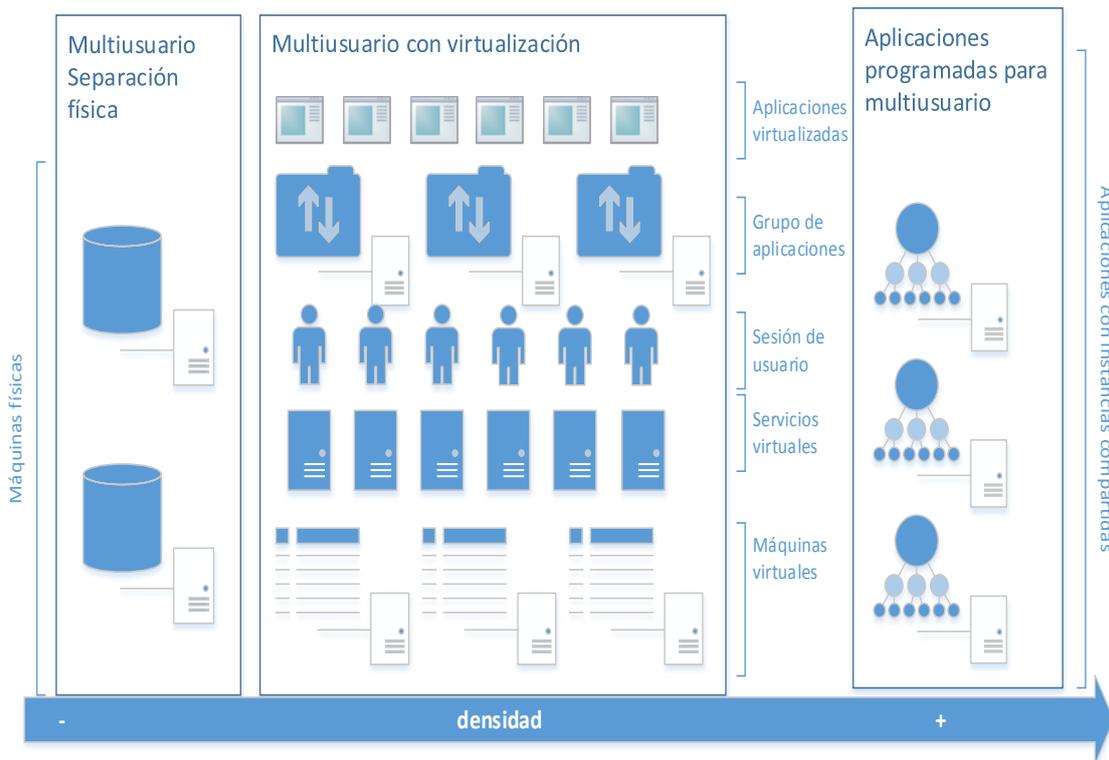


Figura 13. Técnicas de Sistema Multiusuario.

Fuente: Elaboración propia

La Figura siguiente muestra una arquitectura a modo de ejemplo para comparar el tiempo y coste del procesamiento de una serie de tareas, usando una arquitectura estándar de servidores dedicados y una escalable, como es el caso de la tecnología cloud computing.

En el caso de que se precise el procesamiento de 10.000 tareas en dos servidores capaces de procesar alrededor de unas 10 tareas por hora, el trabajo se completará en 500 horas. Por otro lado, si se emplea un servicio IaaS, como Amazon EC2 el cual ofrece un conjunto virtual ilimitado de recursos computacionales disponibles para ejecutarse bajo demanda, contratándose 1000 servidores, el trabajo se completaría en 1 hora y el coste alcanzaría únicamente los 380 dólares⁴.



Figura 14. Rendimiento servidores dedicados vs cloud computing.

Fuente: Elaboración propia

⁴ <http://aws.amazon.com/ec2/pricing/>

Como se demuestra, el tiempo requerido para procesar tareas se reduce enormemente gracias al escalado del número de recursos en el clúster de servidores situados en la nube. El coste de 380 dólares es mucho más bajo e inferior a lo que costaría asignar los dos servidores dedicados durante las 500 horas.

2.1.14 La nube y los dispositivos móviles

Con los recientes avances en la computación en la nube y las capacidades de los dispositivos móviles, el estado del arte de la informática móvil está en un punto de inflexión, debido a que las aplicaciones de cálculo intensivo ahora se pueden ejecutar en el actual entorno de dispositivos móviles con capacidades computacionales limitadas.

Esto se logra mediante el uso de las capacidades de comunicación de los dispositivos móviles para establecer conexiones de alta velocidad a la amplia y variada cantidad de recursos de computación repartidos en la nube.

Si bien el esquema de ejecución, sobre la base de esta colaboración móvil en la nube, abre la puerta para muchas aplicaciones que pueden tolerar tiempos de respuesta del orden de segundos y minutos, se demuestra que es una plataforma inadecuada para ejecutar aplicaciones exigentes donde la respuesta en tiempo real, dentro de una fracción de un segundo, sea crucial para su buen funcionamiento.

En este apartado, se realizará una descripción de las capacidades actuales del teléfono móvil o Smartphone en la nube con tecnología de última generación, así como los retos a los que se enfrentan los enfoques tradicionales en términos de eficiencia de la latencia y de consumo de la energía.

La evolución reciente de la informática móvil ha conseguido que existan usuarios con altas posibilidades de acceder a importantes recursos informáticos, al alcance de la mano contando con un simple dispositivo móvil.

La informática móvil puede aumentar las capacidades cognitivas de forma espectacular, por ejemplo, a través del reconocimiento de voz, lenguaje procesamiento natural, aprendizaje automático, aumento de la realidad y ayuda en la toma de decisiones (Satyanarayanan, Bahl, Caceres, & y Davies, 2009).

Con los recientes avances en los dispositivos móviles, junto con los avances tecnológicos en tecnologías inalámbricas y de nube, aplicaciones computacionalmente intensivas pueden funcionar ahora en dispositivos con recursos limitados tales como tablets, netbooks u ordenadores portátiles y los smartphones o teléfonos inteligentes que utilizan la nube de forma remota como recurso informático adicional.

Aunque existen diferentes definiciones en la literatura (Dinh et al., 2011; Fernando et al., 2013), donde se define la computación en la nube desde un dispositivo móvil, en inglés mobile-cloud, como el coejecutor de una aplicación móvil dentro de la nube, que ampliada a plataformas móviles computacionales, puede optimizar una determinada función objetivo.

Una función objetivo típica es el tiempo de respuesta, donde el objetivo es reducir al mínimo dicha función objetivo. La ampliación de recursos de la aplicación computacional, más allá del móvil, es necesaria para aplicaciones en las que la función objetivo no puede ser minimizada de manera suficiente solamente por la plataforma móvil (por ejemplo, en tiempo real software de reconocimiento facial), así como para las aplicaciones que se basan en datos que no están almacenados en el dispositivo móvil.

El desarrollo del sector TIC de aplicaciones y servicios que funcionen desde un móvil con acceso a la nube, es crucial y estratégico para el futuro, porque proporciona al usuario servicios rentables, sin fisuras y transparentes, donde los dispositivos móviles alquilan la computación o el uso de aplicaciones

conocidas como APP o el almacenamiento y los recursos de red desde la nube con el fin de procesar y almacenar una gran cantidad de datos (AWS, 2012).

Se define el concepto de “coste aplicación” como un ejemplo de función objetivo que cuantifica las comisiones cobradas por los operadores de la nube, como *Amazon Web Services*, por ejemplo, durante la ejecución de la aplicación. En este ejemplo al que se hace referencia, Amazon cobra por uso computacional de la hora por cada instancia de la CPU, lo que implica el aumento de los costos de aplicación por la cantidad necesaria de aumentos de cálculo. Del mismo modo, los operadores de la nube cobran por el uso de las instancias de la base de datos, tales como Microsoft SQL Server.

Llegado a este punto habría que definir que es una instancia. En el sistema operativo Linux, que es multiusuario y multitarea, se conoce como proceso a una instancia de un programa en ejecución o funcionando cargado en memoria. Tanto en Linux como en Windows, a los procesos se les suele llamar tareas.

Que Linux sea por tanto multitarea y multiusuario, significa que múltiples procesos cuentan con la posibilidad de usar los recursos simultáneamente sin interferirse unos con los otros. Se suele decir que cada proceso tiene la falsa creencia de sentirse único, es decir que es el único proceso en el sistema y que tiene acceso exclusivo a todos los servicios del sistema operativo.

Se debe aclarar que programas y procesos son conceptos distintos. En un sistema operativo multitarea, múltiples instancias de un programa se ejecutan a la vez. Pero cada instancia es un proceso separado. Así, si nos encontramos ante siete usuarios que desde equipos diferentes, ejecutan el mismo programa al mismo tiempo, habría siete instancias del mismo programa, lo que equivale a decir siete procesos distintos.

Más adelante, en la tabla 4 se muestran algunos ejemplos de aplicaciones móviles que se encuentran en la nube y su nivel de demandas computacionales o de almacenamiento, así como la sensibilidad de la aplicación a la necesidad de un determinado tiempo de respuesta.

Mientras que las aplicaciones que requieren mayores recursos computacionales y de almacenamiento podrían costar más operando en una plataforma en la nube como AWS, ciertas aplicaciones sensibles al tiempo de respuesta, tales como software con fines militares que se describen en la

Tabla 4, podrían tolerar este aumento de costes debido a su necesidad de bajo tiempo de respuesta.

Se debe tener en cuenta que los operadores de la nube cobran por menos cómputo de recursos con una menor garantía de tiempo de respuesta. En concreto, mientras que las facturas de AWS son cero para micro instancias sin garantía de tiempo de respuesta, sí se cobra una pequeña cantidad para la pequeña instancia, y significativamente mayor para el gran ejemplo, que es una instancia que necesite el procesador del ordenador o CPU dedicado. Por la preparación de este documento, el precio AWS para estos casos van desde 0.10\$ a 0.40\$ por núcleo por GHz por hora (AWS, 2012), donde el precio por unidad disminuye con un mayor núcleo de conteo compromiso (es decir, número de núcleos disponibles a un ejemplo). Esto implica una gran variedad de opciones al ejecutar las aplicaciones móviles en la nube. La elección de las instancias de la CPU de la nube depende de las prioridades de aplicación que figuran en la Tabla.

El enfoque principal de este apartado es la elaboración de las técnicas que permiten a las aplicaciones desarrolladas para dispositivos del tipo mobile-cloud lograr los objetivos enumerados en la Tabla.

Aunque las demandas de estas aplicaciones no van a cambiar a partir de lo que se muestra en esta tabla, alcanzar ciertas metas nunca podría llegar a ser posible mediante el uso de sólo un móvil o incluso un móvil combinado con las prestaciones de la nube.

Ello se debe a la limitada capacidad de cómputo y de almacenamiento existente en un dispositivo móvil, que no permite el procesamiento o almacenamiento de grandes cantidades de datos a nivel local, así como a la red, donde se da la existencia de altas latencias en la conexión de móvil y nube y por último a la cota inferior existente sobre los tiempos de respuesta de aplicaciones cuando se utiliza la nube para el procesamiento y almacenamiento de grandes cantidades de datos.

Para que la aplicación requerida pueda lograr que los tiempos de respuesta se mejoren sustancialmente, se usa un dispositivo denominado edge server o "nubecilla", diseñado para crear una plataforma mobile-cloud en la nube.

Este apartado está organizado de la siguiente forma: en primer lugar, se ven los retos tecnológicos y el estado de la técnica en capacidades de cómputo y almacenamiento en un teléfono móvil, para luego estudiar los dispositivos y las latencias de red.

Para no entrar en una excesiva complejidad tecnológica se menciona la conocida capa intermedia, llamada cloudlety, como aquella cuya función en el entorno de la computación móvil en la nube encargada de gestionar tanto diseños arquitectónicos de red, como técnicas de mejora del rendimiento.

Cada aplicación tiene una significativa diferencia de requerimientos y uso de recursos, tolerancia de tiempo de respuesta para reducir los costos mientras mantiene la funcionalidad dentro de los límites esperados.

Aplicación del Software	Descripción	Tamaño Base de Datos	Cómputo de recursos	Sensibilidad al tiempo de respuesta
Militar	Asiste a soldados en el campo de batalla a través del reconocimiento de objetos en tiempo real	ALTA	ALTA	ALTA
Procesamiento Lenguaje Natural	Reproducción de la voz en tiempo real o reconocimiento de voz	BAJA	MEDIA	MEDIA
Aeroportuaria	Reconocimiento de rostros de criminales conocidos y conducta en tiempo real en el aeropuerto	ALTA	ALTA	ALTA
Bomberos	Asistencia en desastres a bomberos en tiempo real	MEDIO	MEDIO	MEDIO
Medicina	Acelerar la investigación médica (por ejemplo, el reconocimiento de secuencias de ADN en tiempo real a partir de un microscopio, mientras que la investigación está en curso)	ALTO	MEDIO	MEDIO
Arqueología	Reconocer estructuras arqueológicas en tiempo real, mientras que los investigadores se encuentran en la zona de búsqueda.	ALTA	BAJA	BAJA
Cirugía	Reconocer síntomas (por ejemplo, tumores) en tiempo real a partir de una base de datos médica basada en la nube, mientras que la cirugía está en curso.	ALTO	MEDIO	ALTO
Fuerzas de Seguridad	Identificar a criminales buscando a través de la base de datos para que coincida con una foto tomada por una cámara pública.	BAJA	BAJA	MEDIA
Redes Sociales	Perfil de usuarios, buscando a través de una base de datos para fines comerciales.	ALTA	BAJA	BAJA

Tabla 4. Aplicaciones y necesidades de recursos.

Fuente: elaboración propia

2.1.15 Retos Tecnológicos: El Nuevo Mobile-cloud computing

La ejecución de las aplicaciones de uso intensivo de recursos enumerados en la Tabla, supera con creces las capacidades de los dispositivos móviles de hoy en día. Las limitaciones sobre dispositivos móviles en términos de peso, tamaño, vida de la batería, ergonomía y disipación de calor limitan los recursos disponibles en el hardware del móvil, incluyendo la velocidad del procesador, capacidad de memoria y de almacenamiento.

Ante estos retos, la informática móvil proporciona enormes beneficios cuando se combina con cloud computing, ya que puede ofrecer prácticamente de manera ilimitada potencia de cálculo y espacio de almacenamiento, así como el acceso a la puesta al día de las bases de datos de datos y nuevas configuraciones, que sólo están disponibles en la nube.

Hay, sin embargo, varios obstáculos técnicos que no permiten a los dispositivos móviles beneficiarse completamente de los recursos en la nube, como son la capacidad de cómputo y de almacenamiento disponible en el móvil y la conectividad a la red y sus desafíos en los periodos de latencia.

Como cada una de estas limitaciones, afectan al móvil en la nube de manera única, se detallarán individualmente en las siguientes secciones.

Otros obstáculos más obvios son la necesidad de la eficiencia energética en el dispositivo móvil y las preocupaciones por la seguridad, descrita en apartados anteriores.

2.1.15.1 Capacidad computacional y de almacenamiento.

A pesar de la mayor magnitud computacional y de energía de los dispositivos móviles actuales en comparación a los de hace unos años, la relación de la potencia de cálculo de un dispositivo no-móvil y un dispositivo móvil es probable que pase a ser la misma en un futuro previsible (Joo y Sang, 2013).

Esto se debe a las dos facetas, la arquitectónica y tecnológica de la última generación de dispositivos, así como a los avances que se aplican a las plataformas móviles y plataformas no móviles de forma simultánea por diferentes líderes del mercado como Intel para plataformas de equipos de sobremesa y ARM para plataformas móviles.

Atendiendo a métricas, podemos decir que la potencia por vatio de un ordenador (también definido como GFLOPS por vatio) alcanza niveles similares, tanto en móviles como en ordenadores personales. Por ejemplo, un móvil basado en un teléfono Tegra3 que incorpora una CPU ARM y Nvidia GPU en el núcleo puede entregar aproximadamente 10 GFLOPS / vatio (Tegra3). Alternativamente, un ordenador personal compuesto por una CPU Intel Core i7 y una Nvidia Geforce 600 GPU (GeForce 600, 2012) casi tiene la misma métrica de eficiencia energética, ya que consume alrededor de 10 GFLOPS / vatio.

Ello se debe a los recientes avances significativos en los procesadores móviles: casi todos emplean técnicas de eficiencia energética usadas en las CPU de ordenadores personales, que ahora están incorporando en CPU's móviles, siendo la más importante la arquitectura del procesador que cuenta con múltiples núcleos, con la consiguiente reducción de energía (Guo et al. , 2010).

La tecnología de almacenamiento es ligeramente diferente con el uso general de los discos de estado sólido (SSDs), hecho éste que permitirá a los dispositivos móviles que se construirán en el futuro, pasar de una capacidad de almacenamiento actual de 64 GB a una muy superior. Esta es actualmente mucho menor que la de los ordenadores personales, que gozan de discos duros de bajo costo en el rango de múltiples TB. Esto significa que las aplicaciones móviles en la nube que requieran una significativa capacidad de almacenamiento local de datos en el móvil no son factibles.

2.1.15.2 Conectividad de red.

Una preocupación primordial en el uso de la telefonía móvil en la nube es el periodo de latencia o desconexión con la red, en adelante latencia, que no es nada despreciable en una WAN, entre el móvil y la nube. Esta desconexión perjudica extraordinariamente el uso de la informática móvil en la nube, por parte del usuario. Las aplicaciones interactivas que constantemente se dedican a los usuarios, son propensas a sufrir el máximo tiempo de retardo, saltos y en definitiva un procesamiento lento. Algunos estudios (Satyanarayanan, Bahl, Caceres y Davies, 2009) han demostrado que la calidad del desempeño de los clientes se convierte en altamente variable con latencia.

Dichos autores con el fin de medir más latencias de conexiones WAN, utilizaron un sencillo programa que envía pings o paquetes de datos de escasos bits, desde un equipo cliente a servidores de los centros de datos en la nube. El equipo cliente se encontraba en Rochester, Nueva York, en los Estados Unidos, y se utilizó en cinco centros de datos disponibles en AWS (AWS, 2012), que estaban ubicados en diferentes regiones geográficas, como Virginia y Oregón, en los Estados Unidos, Irlanda en Europa, São Paulo en América del Sur y Singapur en Asia.

Los datos conseguidos indicaron claramente los retos en la ejecución de una aplicación móvil en la nube que utilizan los centros de datos de AWS con servidores en la nube. El tiempo de respuesta de una aplicación será acotada de manera inferior por la latencia media de la comunicación con el centro de datos que está utilizando servidores de la nube.

Alternativamente, la previsibilidad del tiempo de respuesta será determinada por la desviación estándar de la latencia. Si bien han habido mejoras significativas en los rendimientos de la red en la última década, permitiendo a los usuarios para disfrutar de este tipo de conexiones de alta velocidad con 50 Mbps de ancho de banda por ejemplo estándares de cableado (DOCSIS3, 2012), las latencias de red no han mejorado en la misma proporción.

Aunque las latencias de red podrían mejorar en el futuro, se espera que esto se consiga a un ritmo más lento de lo esperado, lo que podría mantener la existencia de las latencias aún más tiempo. Por ejemplo, una aplicación que requiere un tiempo de respuesta de 200 ms (cerca de lo que puede ser descrito como en tiempo real) sin embargo no es una candidata para ejecutarse en servidores de la nube que residen en nodos internacionales con límites de latencia entre 300 ms y 1100 ms.

Esto presenta un dilema en las aplicaciones móviles o APP, en los que el énfasis especial debe estar en la latencia, no en el rendimiento, al desarrollar una aplicación.

2.2 Situación de la Tecnología cloud en España y en Andalucía.

El escenario de nuestra investigación es España y más concretamente Andalucía, donde hemos encuestado a 150 empresas que ya están utilizando tecnologías cloud. Por tanto, dentro del marco teórico de fundamentos del cloud computing, parece necesario aportar datos de los estudios que reflejan la situación de nuestras organizaciones en la adopción y uso de esta tecnología. Alguno de los antecedentes con que contamos son:

2.2.1 Algunos Actores.

Algunos de los actores más importantes del sector tecnológico que están trabajando en temas relacionados con cloud o sirven de soporte son:

RED.ES

Red.es es una entidad pública empresarial adscrita al Ministerio de Industria, Energía y Turismo (MINETUR), que desarrolla un extenso conjunto de programas para que la sociedad española se beneficie al máximo de las posibilidades que ofrecen las Tecnologías de la Información y la Comunicación. Entre sus objetivos prioritarios está generar empleo y fomentar el emprendimiento, así como aumentar la productividad y competitividad de las empresas españolas e incrementar el ahorro y la eficiencia en el gasto público.

Al mismo tiempo, su grado de conocimiento y especialización le permite contribuir al establecimiento de las prioridades y actuaciones de la Agenda Digital de España, que lidera la Secretaría de Estado de Telecomunicaciones y para la Sociedad de la Información (SETSI), en coordinación con toda la administración pública y el sector privado.

Desde un punto de vista público, Red.es opera como un instrumento al servicio de toda la administración, poniendo su experiencia a su servicio a la hora de desarrollar proyectos de implantación de las TIC.

Así, esta entidad recibe encomiendas de los distintos ministerios y establece convenios de colaboración con entidades autonómicas y locales para

desarrollar programas que mejoren la atención al ciudadano, la productividad o la coordinación entre organismos.

ONTSI

El Observatorio Nacional de las Telecomunicaciones y de la Sociedad de la Información es un órgano adscrito a la entidad pública empresarial Red.es, cuyo principal objetivo es el seguimiento y el análisis del sector de las Telecomunicaciones y de la Sociedad de la información.

ONTSI elabora, recoge, sintetiza y sistematiza indicadores, elabora estudios, y ofrece servicios informativos y de actualidad sobre Sociedad de la Información. Este observatorio es un punto de encuentro y de diálogo entre el sector de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones y las distintas administraciones públicas, para la definición de políticas y su posterior evaluación.

FUNDETEC

La Fundación para el Desarrollo Infotecnológico de Empresas y Sociedad, Fundetec, nace en octubre de 2004 como resultado de un esfuerzo conjunto entre la administración pública y el sector privado para crear un marco colaborativo estable, sin ánimo de lucro y abierto a la participación de cualquier entidad interesada en potenciar el desarrollo de la Sociedad de la Información en España. Su función se centra en el análisis, fomento, divulgación y dinamización del acceso a las TIC por parte de ciudadanos, empresas e instituciones.

La Fundación es de constitución mixta, con presencia del sector público, a través de la Entidad Pública Empresarial Red.es, adscrita al Ministerio de Industria, Energía y Turismo (MINETUR) a través de la Secretaría de Estado de Telecomunicaciones y para la Sociedad de la Información (SETSI), y del sector privado, concretamente de las empresas El Corte Inglés, HP, Indra y Telefónica.

Su objetivo fundacional prioritario es impulsar la adopción y el uso generalizado de las TIC por parte de ciudadanos, empresas e instituciones, y la penetración de Internet en los hogares españoles y en la pequeña y mediana empresa, con el fin de reducir la brecha digital que separaba a España de los países más avanzados de la Unión Europea y la existente entre diferentes colectivos sociales y áreas territoriales dentro del propio Estado español.

Para conseguir su meta, la Fundación desarrolla acciones orientadas a analizar el grado de penetración de las TIC en nuestra sociedad, a sensibilizar a los diferentes colectivos respecto a las ventajas de utilizarlas (tanto en el terreno personal como en el profesional) y a ofrecer formación y recursos de utilidad para mejorar su grado de conocimiento y aprovechamiento de las diferentes herramientas.

PTA Málaga

El Parque Tecnológico de Andalucía (PTA) localizado en Málaga, es un lugar de alta calidad para la instalación de pymes y grandes empresas, innovadoras y respetuosas con el medio ambiente dedicadas a la producción, los servicios avanzados, y la I+D.

Se encuentra dotado de infraestructuras y servicios avanzados de gran calidad que presta tanto a grandes multinacionales, como a la universidad y las pequeñas e innovadoras empresas. El PTA nace en 1988, año en que se formaliza un acuerdo entre la Junta de Andalucía y el Ayuntamiento de Málaga, con el compromiso para la creación del Parque Tecnológico. Cuatro años más tarde, en el mes de diciembre de 1992, queda inaugurado oficialmente el Parque Tecnológico de Andalucía ubicado en Campanillas, en Málaga capital. En septiembre de 1995 se llega a un acuerdo con la Asociación Internacional de Parques Científicos y Tecnológicos (IASP) para instalar su Sede mundial en el PTA. Desde 1998, es también sede de la Asociación de Parques Científicos y Tecnológicos de España (APTE) y desde 2005, es la sede de la Red de Espacios Tecnológicos de Andalucía (RETA).

Parque Científico y Tecnológico de Cartuja

El PCT Cartuja es el gran barrio científico y tecnológico de Sevilla. En un recinto emblemático, heredero de la Expo'92 de Sevilla que alberga a 345 empresas y entidades que tienen un denominador común: la innovación. La apuesta por un nuevo modelo productivo basado en la I+D+i da como resultado una actividad económica conjunta de alrededor de 1.800 millones de euros.

El PCT Cartuja aporta innovación a la Marca Sevilla, completa la imagen de ciudad turística y cultural con modernidad y futuro.

Actualmente dan vida al PCT Cartuja 14.500 trabajadores, a los que se unen miles de estudiantes de grado y postgrado.

Entre trabajadores, científicos, investigadores, estudiantes o visitantes, el PCT Cartuja acoge cada día a unas 25.000 personas.

CTA

Corporación Tecnológica de Andalucía nació en octubre de 2005 impulsada por la Junta de Andalucía y por un grupo de empresas comprometidas con la innovación, con el propósito de favorecer la transferencia de conocimiento entre las universidades y el tejido empresarial, en el convencimiento de que esta relación es crucial para garantizar la competitividad.

Desde su constitución, la CTA ha tenido una actividad intensa y de calidad en múltiples proyectos de Investigación, Desarrollo e Innovación, lo que junto a una continua incorporación de nuevos miembros, demuestra claramente su interés por la innovación.

RETA

La Red de Espacios Tecnológicos de Andalucía (RETA), es una asociación privada sin ánimo de lucro constituida en abril de 2005, que tiene como objetivo el fomento de la innovación y el desarrollo tecnológico a través de los espacios tecnológicos de Andalucía.

La principal misión de RETA es la de la coordinación de los principales agentes del sistema regional de innovación, basada en la pertenencia de los mismos a la asociación.

Los agentes del sistema andaluz del conocimiento, en su gran mayoría miembros asociados a RETA, son los protagonistas de la innovación en Andalucía, constituyendo el soporte estratégico y táctico de las política regional de innovación. Por su parte, los espacios tecnológicos constituyen los ámbitos y escenarios de la innovación en la Comunidad Autónoma andaluza y los asociados a RETA son los principales dinamizadores e impulsores del proceso regional de innovación.

El valor de los agentes del conocimiento asociados a RETA reside en la aportación que cada uno, desde su ámbito de actuación, realiza al proceso innovador en Andalucía. RETA, como entidad asociativa, asegura la interconexión entre estos agentes y transmitir valor a sus asociados.

RETA es una organización que agrupa a los agentes del conocimiento andaluces. La misión principal de RETA es ser el referente del sistema regional de innovación y el principal punto de encuentro de los agentes del sistema andaluz del conocimiento.

CPITIA

El Colegio Profesional de Ingenieros Técnicos en Informática de Andalucía agrupa a titulados en Informática y es una entidad de Derecho Público, creada mediante la Ley 12/2005, de 31 de mayo, de creación del Colegio Profesional de Ingenieros Técnicos en Informática de Andalucía.

Su interés es profesionalizar el sector TIC y por promover políticas favorecedoras del cloud computing al servicio de la sociedad de la información en Andalucía. Desde este punto de vista es un órgano consultivo de apoyo a la sociedad andaluza y a su tejido empresarial en la modernización e innovación de sus sistemas de producción en todo lo relacionado con sistemas de información.

ANDCE

La Asociación Empresarial Andaluza de Comercio Electrónico, ANDCE, es una asociación empresarial de carácter no lucrativo que tiene entre sus principales fines la representación del sector empresarial del comercio electrónico y fomentar el desarrollo de la Sociedad de la Información, la Comunicación y el Comercio Electrónico en Andalucía, contribuyendo así a la mejora de la competitividad de las empresas andaluzas y al desarrollo económico, social y cultural en la Comunidad Andaluza.

2.2.2 Fuentes externas: Instituto Nacional de Estadística

Los datos que ofrece el Instituto Nacional de estadística del primer trimestre de 2014 se pueden clasificar en los siguientes grupos:

- Porcentaje de empresas que compraron algún servicio de cloud computing usado a través de Internet.
- Porcentaje de empresas que compraron algún servicio de cloud computing entregado desde servidores.
- Porcentaje de empresas cuyos siguientes motivos les limitaron para usar los servicios de cloud computing.
- Grado de satisfacción de los beneficios derivados del uso de cloud computing.
- Porcentaje de empresas que no usaron servicios de cloud computing por diferentes motivos.

En cuanto al porcentaje de empresas que compraron algún servicio de cloud computing usado a través de Internet, es de destacar que el almacenamiento de ficheros, los servicios de e-mail y los servicios de bases de datos son los servicios más usados, superando el 54% todos los casos. A la cola y con muy poca incidencia se encuentran las aplicaciones o capacidades de computación.

Total Empresas	
22 Cloud Computing: % de empresas que compraron algún servicio de cloud computing usado a través de Internet (3)	15,0
22.1 Cloud Computing: % de empresas que compraron alguno de los siguientes servicios de cloud computing usados a través de Internet (6): E-mail	61,4
22.2 Cloud Computing: % de empresas que compraron alguno de los siguientes servicios de cloud computing usados a través de Internet (6): Software Office	27,7
22.3 Cloud Computing: % de empresas que compraron alguno de los siguientes servicios de cloud computing usados a través de Internet (6): Servidor de bases de datos de la empresa	54,7
22.4 Cloud Computing: % de empresas que compraron alguno de los siguientes servicios de cloud computing usados a través de Internet (6): Almacenamiento de ficheros	69,0
22.5 Cloud Computing: % de empresas que compraron alguno de los siguientes servicios de cloud computing usados a través de Internet (6): Aplicaciones de software financiero o contable	20,7
22.6 Cloud Computing: % de empresas que compraron alguno de los siguientes servicios de cloud computing usados a través de Internet (6): Aplicaciones de software para tratar información sobre clientes	23,1
22.7 Cloud Computing: % de empresas que compraron alguno de los siguientes servicios de cloud computing usados a través de Internet (6): Capacidad de computación para ejecutar el propio software de la empresa	25,1

Tabla 5. Informe estadístico (I).

Fuente: INE

23.1 Cloud Computing: % de empresas que compraron algún servicio de cloud Computing entregado desde (6): Servidores de proveedores de servicios compartidos	53,4
23.2 Cloud Computing: % de empresas que compraron algún servicio de cloud Computing entregado desde (6): Servidores de proveedores de servicios reservados exclusivamente para su empresa	39,1

Tabla 6. Informe estadístico (II).

Fuente INE

El porcentaje de empresas que compraron algún servicio de cloud computing entregado desde servidores se divide en servidores de proveedores de servicios compartidos o de servicios reservados en exclusiva a la empresa encuestada, resultando que más de la mitad lo hacen en servidores compartidos.

Las limitaciones o barreras en el uso del cloud que el INE expone en los resultados de sus investigaciones nos dicen que la incertidumbre sobre la legislación aplicable con un 32,3% es el principal freno, seguido por la seguridad otro de los grandes frenos con un 31%, seguido por el alto coste de los servicios con un 27,8%. Finalmente, se le presta anular o cambiar de servidor es un freno pero el más pobre de todos con un 17,6%.

24.1 Cloud Computing: % de empresas cuyos siguientes motivos les limitaron para usar los servicios de cloud computing (6): Riesgo de brechas en la seguridad de la empresa	31,0
24.2 Cloud Computing: % de empresas cuyos siguientes motivos les limitaron para usar los servicios de cloud Computing (6): Problemas para acceder a los datos o al software	19,2
24.3 Cloud Computing: % de empresas cuyos siguientes motivos les limitaron para usar los servicios de cloud Computing (6): Dificultades para anular la suscripción o cambiar de servidor	17,6
24.4 Cloud Computing: % de empresas cuyos siguientes motivos les limitaron para usar los servicios de cloud Computing (6): Incertidumbre sobre la localización de los datos	26,8
24.5 Cloud Computing: % de empresas cuyos siguientes motivos les limitaron para usar los servicios de cloud Computing (6): Incertidumbre sobre la legislación aplicable, jurisdicción competente	32,3
24.6 Cloud Computing: % de empresas cuyos siguientes motivos les limitaron para usar los servicios de cloud Computing (6): Alto coste de los servicios de Cloud Computing	27,8
24.7 Cloud Computing: % de empresas cuyos siguientes motivos les limitaron para usar los servicios de cloud Computing (6): Insuficiente conocimiento del cloud Computing	24,9
24.8 Cloud Computing: % de empresas cuyos siguientes motivos les limitaron para usar los servicios de cloud Computing (6): No son necesarios para el desarrollo de la empresa	21,5

Tabla 7. Informe estadístico (III).

Fuente: INE

En cuanto al grado de satisfacción de los beneficios derivados del uso de cloud computing, el 46,6% opina que el grado de satisfacción respecto a la fácil y rápida adaptación de las soluciones cloud es medio. Por otro lado, el hecho de que la reducción de costes relacionados con las TIC sea medio, se concibe como otro gran factor de importancia, que contribuye decisivamente a conseguir un mayor grado de satisfacción, con un 45,9%.

25.1 Cloud Computing: Grado de satisfacción de los beneficios derivados del uso de cloud Computing (6): % de empresas cuyo grado de satisfacción respecto a reducción costes relacionados con las TIC es Alto	17,0
25.2 Cloud Computing: Grado de satisfacción de los beneficios derivados del uso de cloud Computing (6): % de empresas cuyo grado de satisfacción respecto a reducción costes relacionados con las TIC es Medio	45,9
25.3 Cloud Computing: Grado de satisfacción de los beneficios derivados del uso de cloud Computing (6): % de empresas cuyo grado de satisfacción respecto a reducción costes relacionados con las TIC es Bajo	17,9
25.4 Cloud Computing: Grado de satisfacción de los beneficios derivados del uso de cloud Computing (6): % de empresas cuyo grado de satisfacción respecto a la flexibilidad derivada de la facilidad para aumentar o disminuir los servicios es Alto	28,5
25.5 Cloud Computing: Grado de satisfacción de los beneficios derivados del uso de cloud Computing (6): % de empresas cuyo grado de satisfacción respecto a la flexibilidad derivada de la facilidad para aumentar o disminuir los servicios es Medio	42,7
25.6 Cloud Computing: Grado de satisfacción de los beneficios derivados del uso de cloud Computing (6): % de empresas cuyo grado de satisfacción respecto a la flexibilidad derivada de la facilidad para aumentar o disminuir los servicios es Bajo	10,5
25.7 Cloud Computing: Grado de satisfacción de los beneficios derivados del uso de cloud Computing (6): % de empresas cuyo grado de satisfacción respecto a la fácil y rápida adaptación de las soluciones de cloud Computing es Alto	22,4
25.8 Cloud Computing: Grado de satisfacción de los beneficios derivados del uso de cloud Computing (6): % de empresas cuyo grado de satisfacción respecto a la fácil y rápida adaptación de las soluciones de cloud Computing es Medio	46,6
25.9 Cloud Computing: Grado de satisfacción de los beneficios derivados del uso de cloud Computing (6): % de empresas cuyo grado de satisfacción respecto a la fácil y rápida adaptación de las soluciones de cloud Computing es Bajo	12,0

Tabla 8. Informe estadístico (IV).

Fuente: INE

26.1 Cloud Computing: % de empresas que no usaron servicios de cloud computing por los siguientes motivos (7): Riesgo de brechas en la seguridad de la empresa	33,3
26.2 Cloud Computing: % de empresas que no usaron servicios de cloud computing por los siguientes motivos (7): Incertidumbre sobre la localización de los datos	34,7
26.3 Cloud Computing: % de empresas que no usaron servicios de cloud computing por los siguientes motivos (7): Incertidumbre sobre la legislación aplicable, jurisdicción competente.	33,8
26.4 Cloud Computing: % de empresas que no usaron servicios de cloud computing por los siguientes motivos (7): Alto coste de los servicios de cloud Computing	30,6
26.5 Cloud Computing: % de empresas que no usaron servicios de cloud computing por los siguientes motivos (7): Insuficiente conocimiento del cloud Computing	46,5
26.6 Cloud Computing: % de empresas que no usaron servicios de cloud computing por los siguientes motivos (7): No son necesarios para el desarrollo de la empresa	45,9

Tabla 9. Informe estadístico (V).

Fuente: INE

Por último, la consulta sobre el porcentaje de empresas que no usaron servicios de cloud computing por diferentes motivos, está encabezada con un 46% por el insuficiente conocimiento, seguido por la falta de necesidad en un 45,9%. El alto coste es el factor que en menor medida contribuye con un 30,6%.

2.2.3 Informe ONTSI (Observatorio Nacional de las Telecomunicaciones y de la Sociedad de la Información)

2.2.3.1 Referencias del Informe

El Informe “Retos y Oportunidades del Cloud Computing” (ONTSI, 2010) realizado con la asistencia técnica de la consultora Deloitte, ha contribuido decisivamente a aclarar el estado y la implantación de esta tecnología en España.

En este informe se ha analizado la situación actual e impacto del cloud computing en España, así como se ha procedido a identificar oportunidades de crecimiento y estrategias de adopción de este tipo de modelo tecnológico, con especial atención en la pyme española.

Analizando el informe cabe destacar que su capítulo segundo presenta los resultados de la encuesta realizada a 1.700 pymes españolas (de 0 a 249 empleados) sobre el conocimiento y uso del cloud computing, las motivaciones y barreras percibidas sobre esta tecnología y tendencias futuras.

La encuesta en el ámbito del cloud computing en España puso su enfoque en el colectivo de empresas de tamaño más reducido, de forma que presenta resultados desagregados para microempresas (de 0 a 9 empleados), para pequeñas y medianas empresas (de 10 a 249) y por sector de actividad empresarial.

El informe de la ONTSI ofrece la visión sobre el cloud computing de expertos en el tema, pertenecientes a empresas proveedoras de servicios cloud, a la gran empresa cliente y a la Administración Pública. Dicho análisis refleja opiniones de expertos, así como ventajas, barreras, impacto y oportunidades. Algunas de ellas coinciden plenamente con muchos de los datos mostrados en apartados anteriores y aportados desde fuentes internacionales y revistas científicas.

El informe finaliza tras ofrecer un amplio cuadro macro y microeconómico del sector presentando una selección de casos de buenas prácticas en el uso de servicios cloud.

Este informe concluye que analizando la situación actual del cloud computing es destacable la inclusión por parte de la Comisión Europea de directrices y recomendaciones específicas en la nueva Agenda Digital para Europa y en el Plan de Acción de Gobierno Electrónico 2011-2015, para que los Estados Miembros impulsen el desarrollo del sector del cloud computing. Desde el año 2012 existe la “Estrategia Europea del Cloud Computing” que fomenta el sector por parte de las administraciones públicas.

Cabe destacar que los principales proveedores de servicios tecnológicos que operan en España han adoptado la oferta de servicios y productos cloud que sus filiales internacionales ya ofertaban en otros países.

2.2.3.2 Principales Resultados

A continuación se comentan los principales resultados:

- El 45,2% de las pymes españolas con web conoce el cloud computing: el 20,5% reconoce tener un sólido conocimiento de las soluciones cloud computing y su aplicabilidad en la empresa y un 24,7% ha “oído hablar” sobre la tecnología, conociendo algunos ejemplos, pero no la conoce en detalle. Por el contrario, un 54,9% de las pymes señala no conocer en absoluto la tecnología.

- Tres cuartas partes (77,5%) de las empresas son conocedoras de la existencia del cloud, pero no han utilizado nunca soluciones basadas en cloud computing.
- El 21,7% de las empresas conocedoras de la tecnología, declara estar usando soluciones cloud computing en la actualidad, lo que se traduce en un 9,8% del total de pymes encuestadas.
- Los sectores con mayor conocimiento de la tecnología cloud computing son el sector TIC y la industria, donde el 62,7% y 57,5% respectivamente de sus pymes con página web conocen la tecnología. Respecto al uso del cloud, destaca el sector TIC con el 37,7% de sus pymes conocedoras de la tecnología haciendo uso de la misma, así como el sector de actividades y servicios profesionales (jurídicas, contables, técnicas, científicas, etc.) con el 31,8%.
- El cloud privado es la clase de despliegue más valorado por 6 de cada 10 pymes con página web usuarias de cloud. Le sigue, con el 33,8%, los clouds públicos, y en tercer lugar, los híbridos, con el 13,9%.
- La familia de soluciones más utilizada por las pymes españolas usuarias de cloud es la infraestructura como servicio (IaaS) con un 76,1%. De este tipo de soluciones, los servicios de almacenamiento son los más solicitados (68,5%) seguidos por los de backup (22,4%). Algo más de la mitad de las empresas que utilizan cloud, contratan algún tipo de solución de software como servicio (SaaS), que representa el mayor grado de abstracción y externalización de entre las tipologías de soluciones cloud. Las soluciones de plataforma como servicios (PaaS) son las menos utilizadas en la actualidad, con un 18,8%.
- En cuanto al uso el 47% de las pymes usuarias de cloud utiliza estos servicios de manera transversal a la empresa más que en áreas o procesos específicos. El 35% lo hace en el área de ventas y comercialización (páginas web, comercio electrónico, soluciones de gestión de clientes etc.), un 18% en aspectos productivos y un 12% en la gestión financiera.
- Las tres principales motivaciones de las pymes para la adopción del cloud computing son las siguientes: la flexibilidad y escalabilidad de los

- recursos (56% de empresas usuarias), la posibilidad de acceso desde cualquier dispositivo (49,1%) y la facilidad para la modernización de los procesos de gestión y negocio (41,8%).
- Los principales beneficios detectados por las pymes usuarias debido a la implementación de soluciones cloud son el ahorro en tiempo (71%) y el ahorro en costes (63%). Además, en la mitad de los casos (48%) consideran que las soluciones cloud han causado una mejora en la productividad general de la empresa. Con menor impacto se encuentra conceptos como el rediseño de procesos internos de negocio (30%), la alteración de los productos y/o servicios ofertados (28%) y la redefinición de las labores del personal interno (16%).
 - Respecto al ahorro de costes debidos al cloud, el 71% de las empresas usuarias de cloud señala ahorro en coste mantenimiento, el 53% ahorro en costes de inversión y el 32% ahorro en el coste de las licencias de software. Entre los otros ahorros de costes citados por las empresas están conceptos como ahorro en personal no informático que atendía consultas específicas, en espacio, en energía eléctrica o en hardware.
 - La principal preocupación a la hora de adoptar soluciones cloud es la confidencialidad y la seguridad de los datos corporativos gestionados (55%). Este problema es el principal factor, mientras que otros motivos son las reservas acerca de la adecuación del cloud para la gestión de procesos de negocio, como la pérdida de control sobre los procesos (26%), la dependencia adquirida con el proveedor de los servicios (21%) y problemas asociados a la disponibilidad (18%) e integridad (17%) de los servicios contratados.
 - El 62,7% de las empresas usuarias de cloud están satisfechas con la tecnología: el 34,8% ha cubierto totalmente sus expectativas respecto al cloud y un 27,9%, las ha cubierto en bastante medida.
 - La mayoría de las empresas consultadas (63%) que son usuarias de cloud recomendarían el uso de la tecnología sin ningún tipo de dudas.
 - Los motivos principales señalados para no implementar la tecnología cloud computing en las pymes, que incluso con conocimiento de la misma, no la utilizan son: no considerarla necesaria para el desarrollo de su negocio (65%), no tener un conocimiento muy elevado de este tipo de

tecnologías (22%), y la duda sobre si cumplirá el cometido por el que se ha implantado en la empresa (14%).

- Los dos principales factores que desaniman a las empresas a introducir el cloud son los factores de conocimiento y de coste. La importancia de ambos es la misma.
- La preocupación más recurrente para las pymes no usuarias del cloud es la seguridad y confidencialidad de los datos corporativos (60,1%), seguido por la disponibilidad de los servicios y datos, por parte del proveedor (32,7%), la pérdida de control sobre los procesos (27,4%) y la dependencia adquirida hacia el proveedor (26,1%)

2.2.3.3 Prospectivas del Informe

Las tendencias del cloud computing en España que muestra este informe se han recopilado a través de expertos mediante entrevistas. A continuación exponemos los resultados del informe clasificándolos en función del tipo de experto.

Expertos de empresas proveedoras

- La visión general es que en el futuro terminará implantándose un modelo híbrido buscando el equilibrio y los distintos beneficios que otorgan las nubes públicas y privadas.
- Especial importancia parecen darle a la orientación sectorial de los servicios ofrecidos en la nube, la explosión de servicios alrededor de los nuevos dispositivos inteligentes o aspectos relacionados con predicciones de demanda y ahorro.
- Los sistemas de mayor potencial a ser integrados o migrados a la nube destacan los entornos de desarrollo, aplicativos no críticos de gestión y administración, entornos altamente impredecibles en cuanto a tipo y volumen de carga de trabajo.
- Las nubes públicas y de comunidad buscan el aprovechamiento de las economías de escala ofreciendo un nivel de

personalización menor. El precio también será menor, lo cual facilita el acceso a empresas con presupuestos más reducidos.

- En el informe todos los expertos coinciden en que se debe producir un cambio en los roles y perfiles de las personas que componen un departamento TIC. Se pasará de perfiles más técnicos y de desarrollo a otros de consultoría de negocio que además tengan conocimientos de tecnología. El departamento TIC debe percibirse como un facilitador para el negocio.

Expertos de la gran empresa cliente

- Destacan el amplio recorrido y fuerte crecimiento de esta tecnología, sin embargo, en la actualidad, todas las opiniones muestran dudas en aspectos como los problemas con la seguridad y control de los datos.
- En el caso de la reconversión del departamento TIC, en las grandes empresas se coincide exactamente con lo expuesto por los expertos de las empresas proveedoras.

Expertos de las Administraciones Públicas

- La transición tecnológica hacia el mundo cloud en las Administraciones Públicas será progresiva, empezando por la migración de sistemas de carácter general y en áreas con poca especialización de negocio. Se piensa en ofimática o el correo electrónico principalmente.

2.2.4 Informe cloud computing en Andalucía

Este estudio ofrece información relevante sobre el estado actual de las tecnologías existentes y la aplicación del cloud computing en sectores estratégicos para Andalucía como son la Agroindustria, Turismo, Eficiencia Energética e Industrias Culturales.

Fue publicado en 2013 y aplicado a los sectores de la Agroindustria, Eficiencia Energética, Industrias Culturales y Turismo, siendo publicado por la Sociedad Andaluza para el Desarrollo de las Telecomunicaciones, S.A. (SANDETEL) de la Consejería de Economía, Innovación, Ciencia y Empleo de la Junta de Andalucía, cuyo objetivo es contribuir al desarrollo y fomento de la Innovación y las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) en la sociedad, en la empresa andaluza y en las administraciones públicas.

Este informe realizado por la consultora Everis, contó con la participación/colaboración de: la Agencia Andaluza de la Energía, la Consejería de Economía, Innovación, Ciencia y Empleo, Andalucía Lab, la Consejería de Turismo y Comercio, el Instituto Andaluz de Investigación y Formación Agraria, Pesquera, Alimentaria y de la Producción Ecológica (IFAPA), la Consejería de Agricultura, Pesca y Medio Ambiente y la Corporación Tecnológica de Andalucía (CTA).

El documento se constituye en una guía de recursos para la mejora de la gestión de los procesos de negocio y Tecnologías de la Información en estas empresas, a través de la adopción del cloud computing.

Entre los objetivos del estudio está describir el estado actual de desarrollo del cloud computing, focalizándose especialmente en la aplicación de este paradigma tecnológico en los siguientes sectores: Agroindustria, Turismo, Eficiencia Energética e Industrias Culturales.

En un apartado destacado, se realiza una breve reseña del sector TIC andaluz en relación al cloud computing, identificando a nivel global sus principales magnitudes y su posicionamiento dentro de la cadena de valor.

Tras el estudio pormenorizado del sector TIC andaluz, donde se han identificado más de 60 empresas que desarrollan alguna actividad relacionada con el paradigma del cloud computing, se llega a la conclusión de que es muy heterogénea la tipología de empresa, localizándose desde pequeñas empresas que han surgido de forma reciente a partir de la oferta de un software de nicho en la nube, hasta grandes compañías que cubren el cloud computing desde la mayoría de los eslabones definidos en su cadena de valor.

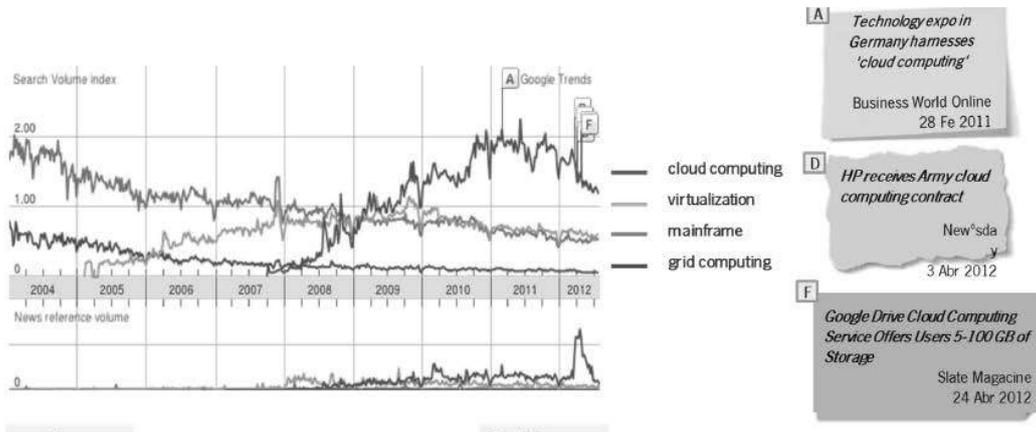
En relación a las modalidades de servicio en cloud computing, el informe observa que el software como servicio (SaaS) es el de mayor implantación, un 67,2% de las empresas del sector TIC que actualmente trabajan sobre el cloud computing lo hacen sobre esta modalidad.

La segunda modalidad de servicio con mayor oferta en porcentaje es la Infraestructura como servicio (IaaS), con un 28,4%.

Este informe público, encargado por el Gobierno autonómico de Andalucía, alude a la definición que se suele tomar como base el modelo de cloud computing, aceptado comúnmente, definido por el Laboratorio de Tecnologías de la Información, integrado en el National Institute of Standards and Technology (NIST) del Departamento de Comercio del Gobierno Federal de los Estados Unidos, el cual ha definido la Computación en la nube de la siguiente forma:

Definición: “Cloud computing es un modelo que permite el acceso bajo demanda y a través de la red a un conjunto de recursos compartidos y configurables (como redes, servidores, capacidad de almacenamiento, aplicaciones y servicios) que pueden ser rápidamente asignados y liberados con una mínima gestión por parte del proveedor del servicio”
(NIST, 2011)

El informe establece destaca que el modelo cloud ha creado mucha expectación periodística y que incluso es objeto de debate. Las grandes empresas están invirtiendo en esta tecnología y las administraciones están adoptando el vocablo dentro de su organigrama funcional.



Fuente: Google Trends, 2 de agosto de 2012

Figura 15. Evolución de las tecnologías similares.

Fuente: Sandetel. Junta de Andalucía

El informe define el contexto actual como de auténtica oportunidad, incluso en un ambiente de recortes en inversiones en servicios e infraestructuras, donde la contratación a empresas TIC está cayendo rápidamente.

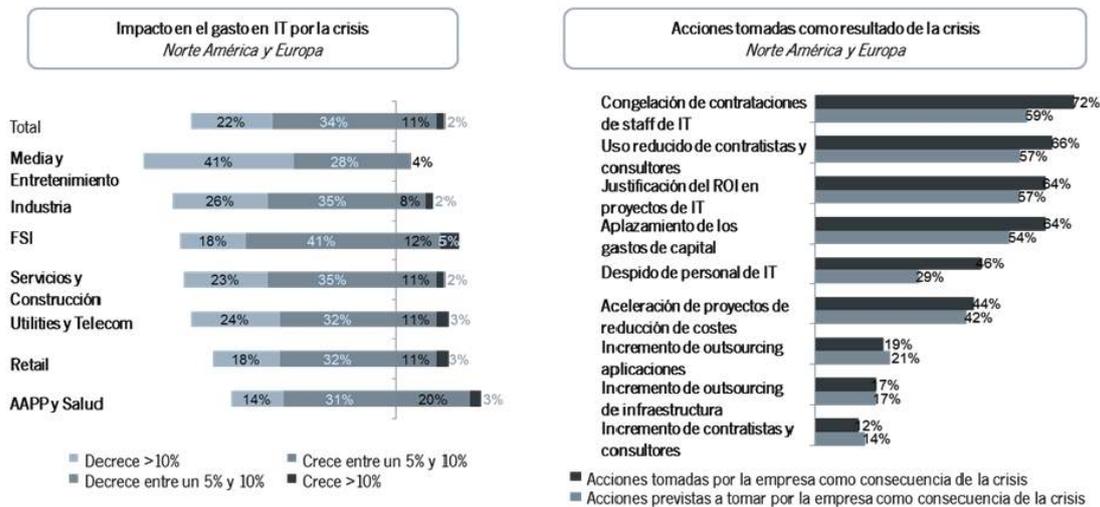


Figura 16. Impacto en el Gasto. Fuente: Sandetel. Junta de Andalucía

Para los autores del informe la tercerización o externalización de servicios supone un ahorro de costes y es ahí donde la tecnología cloud tiene su oportunidad.

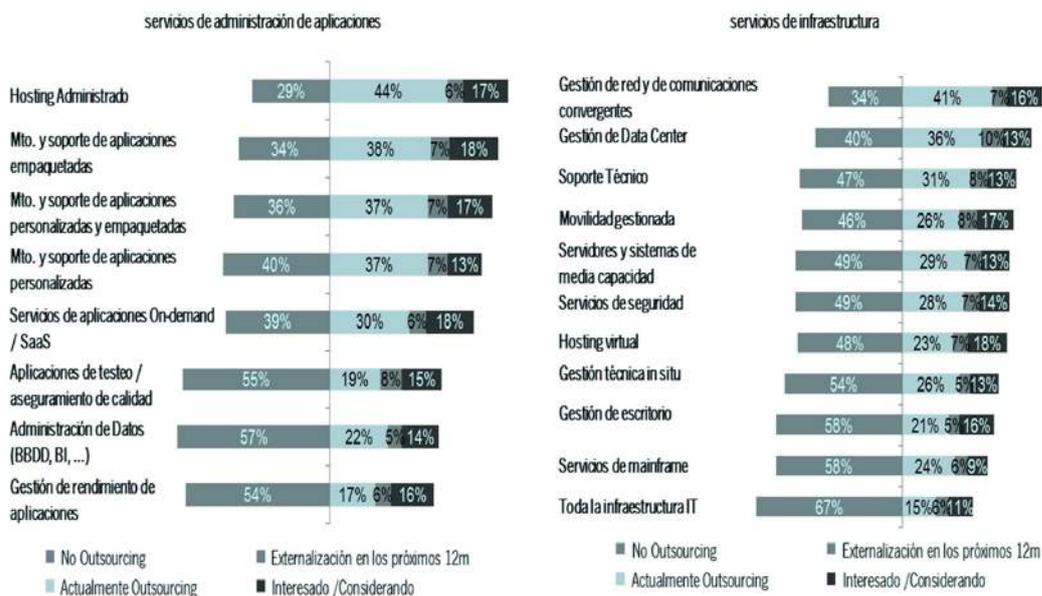


Figura 17. Estrategias de outsourcing. Fuente: Sandetel. Junta de Andalucía.

Se puede observar la figura anterior y comparar los distintos servicios externalizados.

En función de la fuente que se consulte, los datos que refleja el informe acerca del volumen de negocio esperado de servicios de cloud computing afirma que crecerá en torno a un 25% hasta 2015. La cifra que se maneja sobrepasa los 43.000 millones de dólares de facturación a nivel mundial.

En cuanto a la modalidad de servicio, hay que decir que las soluciones SaaS aparecen como las de mayor representación (se espera un 50% del total en 2015). Sin embargo, serán los servicios IaaS los que más crecerán en 2015, llegando al entorno del 47%.

Por sectores económicos, son las administraciones públicas las que crecerán, dado que continuarán con grandes inversiones en TIC.

También de su lectura parece que existirá una fuerte transformación en el sector TIC tradicional que se adaptará a la nueva tecnología, actualizando

servicios y evolucionando a dar servicios en sectores donde esta tecnología aún no haya llegado.

Existen siete tipos de intervinientes en el llamado entorno de servicios cloud que vienen detallados a continuación:

1. Empresas suministradoras de infraestructura de red, hardware o software: Venden y suministran al mercado infraestructura IT y de red sobre la que se soporta la prestación de servicios en cloud.
2. Compañías proveedoras de tecnologías de virtualización: Suministran y mantienen software para posibilitar el uso compartido, flexible, ágil y dinámico de los recursos cloud.
3. Compañías operadoras de Internet e ISP: Ofrecen servicios de acceso a la red para poder implementar sobre ellos el uso y explotación de servicios y aplicaciones en cloud.
4. Empresas proveedoras cloud: Ofrecen a las organizaciones soluciones cloud de aplicación (SaaS), plataforma (PaaS) e infraestructura (IaaS).
5. Empresas proveedoras de plataformas de gestión cloud: La gestión de servicios cloud necesita soporte en plataformas específicas, como monitorización del uso de recursos para llevar un control y facturación posterior, mantenimiento y supervisión de infraestructura, administración de recursos, etc.

En el apartado de ventajas el informe establece que entre las ofertadas a las corporaciones por las soluciones cloud computing se identifican las siguientes:

Beneficios	
Foco en negocio	<ul style="list-style-type: none"> • Permite concentrarse en la gestión de los procesos core, en vez de dedicar un gran porcentaje de tiempo y recursos a la administración de IT • La monitorización de servidores, los parches de SW, el reporting, las copias de seguridad y el equilibrio de cargas requieren un cierto grado de conocimientos técnicos
Reducción de costes	<ul style="list-style-type: none"> • ...por la reducción de personal para la administración de Sistemas de Información, CapEx, costes de oportunidad de interrupciones del servicio, etc. • Ahorros en licencias software, depreciación, mantenimiento / contratos de apoyo, copias de seguridad... • No hay necesidad de invertir en la mejora tecnológica. SW de gestión, personal dedicado, instalación de conectividad de alta velocidad...
Uso eficiente de recursos	<ul style="list-style-type: none"> • ...de computación, almacenamiento o del propio software... que dan un servicio de cloud ya que se optimizan sus capacidades. • Permite liberar al personal de tareas de rutina y de solución de problemas para que puedan dedicarse eficientemente a las iniciativas que proporcionen el mayor valor a sus organizaciones.
Mejoras tecnológicas	<ul style="list-style-type: none"> • El proveedor de servicios en la nube hará que la infraestructura o el software esté disponible a través de modelos pago por uso, ofreciendo la última tecnología y encargándose de actualizar el software y los equipos obsoletos.
Entrega rápida / Flexibilidad de servicios	<ul style="list-style-type: none"> • Velocidad, flexibilidad y escalabilidad representan ventajas en un escenario de Cloud Computing. Los nuevos usuarios, pueden incluirse de forma rápida y eficiente dentro de una infraestructura o software ya existente • Permite disponer de una mayor flexibilidad en la forma de desplegar servicios, lo que permite un enfoque "granular" para completar o sustituir las capacidades
Recuperación ante desastres	<ul style="list-style-type: none"> • Las capacidades de continuidad de negocio son elementos de facto de servicios de cloud computing, permitiendo a la empresa recuperarse rápidamente en caso de un corte de energía o desastres naturales

Figura 18. Ventajas cloud computing.

Fuente: Sandetel. Junta de Andalucía

El informe hace especial hincapié en el ahorro de costes, estimándose por los analistas en un orden de magnitud de dos cifras (Sandetel, 2013).

Como ejemplo para contextualizar la anterior afirmación, la migración del correo electrónico a una solución en la nube reporta a las empresas un ahorro de costes del orden del 30%, variando en base a magnitud de la compañía.

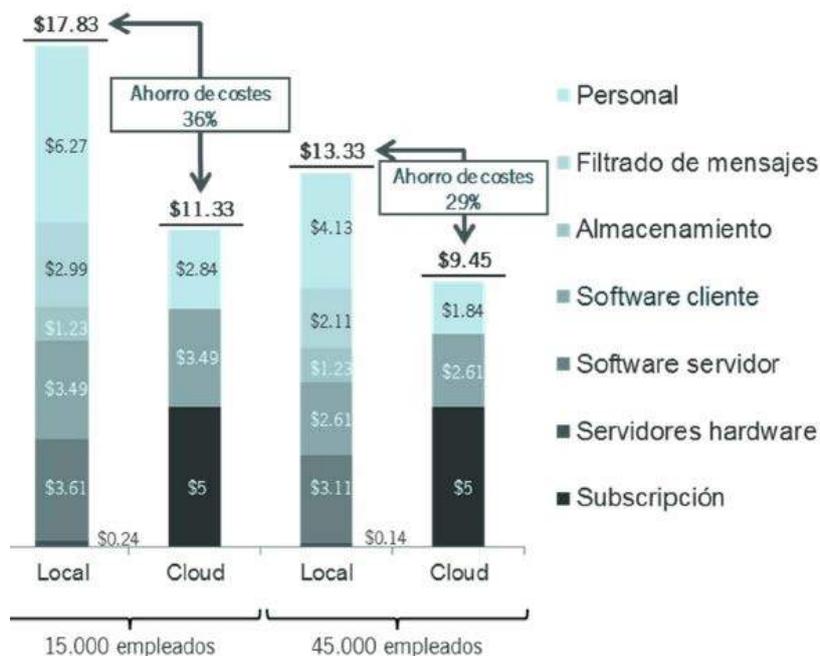


Figura 19. Ahorro de costes.

Fuente: Sandetel. Junta de Andalucía

Uno de los ejemplos que propone el informe es la migración de un sistema CRM a la nube. En un caso así, se calcula que el ahorro de costes supera el 23%.

Desde el punto de vista legislativo, no pasa por alto el problema que representan las probables restricciones de tipo regulatorio en los países que se quiera dar servicio, como en otro apartado anterior explicábamos.

En el sistema legal español, la Ley 34/2002, de 11 de julio, de Servicios de la Sociedad de la Información regula un conjunto de restricciones a los proveedores de estos servicios que no radiquen su domicilio fiscal en un país de la Unión Europea o del Espacio Económico Europeo, imponiendo la aplicación general de esta norma a los proveedores a los que dirijan sus servicios específicamente al territorio español, bajo la condición de que no vaya en contra de lo establecido en tratados o convenios internacionales aplicables.

Adicionalmente, la Ley Orgánica 15/1999, de 13 de diciembre, de Protección de Datos de Carácter Personal y el Reglamento de Desarrollo aprobado por Real

Decreto 1720/2007, de 21 de diciembre, establecen obligaciones específicas al proveedor del servicio de cloud.

Si el proveedor tiene acceso a datos de carácter personal del cliente, asume la condición de responsable del tratamiento y si estos servicios se prestan desde un país que no tenga un nivel de protección con el mismo grado de equiparación que la normativa comunitaria, entonces se precisaría por parte del cliente pedir autorización para realizar una transferencia internacional de datos.

Para Sandetel, la falta de penetración en el mercado se debe en gran medida a las siguientes barreras que suponen un freno a su adopción:

Barreras	
Pruebas de riesgo	<ul style="list-style-type: none"> • Un cliente puede tener dificultad para discernir si un proveedor XaaS está mitigando los riesgos clave de un servicio cloud • ...y podría exigir hacer pruebas que son difíciles de organizar y llevar a cabo
Ubicación física de los datos	<ul style="list-style-type: none"> • Inseguridad del cliente por no conocer la localización física de sus datos • La legislación vigente puede limitar la movilidad de datos y exigir controles sobre su localización, como por ejemplo, la divulgación de datos cuando cruzan las fronteras. En la UE las leyes de privacidad han establecido restricciones sobre los datos personales
Portabilidad de datos	<ul style="list-style-type: none"> • El cliente puede temer que el momento en el que quiera cambiar de proveedor exista el riesgo de que la recuperación total de datos no fuese posible • Es muy probable que un cliente quiera acceder al proceso de guarda y/o portabilidad (y el código que ejecuta el proceso) y entenderlo para comprobar que no habrá ningún problema
Pérdida de datos	<ul style="list-style-type: none"> • El cliente, al no tener control físico, puede temer que sus datos se pierdan. De hecho, muchos servicios en la nube no tienen capacidad de backup por defecto.
Seguridad de los datos / Privacidad	<ul style="list-style-type: none"> • El cliente puede pensar que el acceso de terceros a los datos de una empresa es más fácil cuando se encuentran almacenados externamente. Desde su punto de vista, al no tenerlos físicamente en una ubicación interna puede llegar a pensar que es más vulnerable a que sean accedidos o copiados
Reputación del Proveedor	<ul style="list-style-type: none"> • Al ser una tecnología en desarrollo el cliente puede temer que el proveedor falle en su estrategia y se quede fuera del mercado si no hay garantías de viabilidad o experiencia

Figura 20. Barreras al cloud.

Fuente: Sandetel. Junta de Andalucía

Las limitaciones del cloud computing que son observadas son en el marco de comercialización de una solución cloud para la Junta de Andalucía, como Administración Pública son de gran interés y se citan las siguientes:

- **Licencias**

Las licencias serán sobre todo software de gestión para bases de datos, ERP's o CMS, muy distinto a las licencias por ordenador personal.

Un software propietario con pago por licencia de usuario puede ser compartido con tecnologías cloud, esto quiere decir que debe haber otro tipo de tarifas.

- **Certificaciones en el ámbito de la seguridad**

Ante la gran barrera que supone la seguridad, como ya hemos venido detallando en apartados anteriores, el informe propone la adhesión al Manifiesto de Nube Abierta (Open Cloud Manifesto) que define estándares en la adopción y entrega de servicios cloud.

Otra recomendación que se hace a proveedores cloud es implantar la certificación ISO 27001 en Gestión de Seguridad.

- **Portabilidad de datos**

Adoptar la tecnología cloud conlleva la migración previa de los datos de los clientes, sin embargo esta no entraña mayor dificultad de la habitual.

- **Restricciones legales en los contratos**

En este sentido, el informe recomienda que en contratación las principales cláusulas a considerar en el momento de revisar este tipo de contratos son los tiempos de respuesta ante una eventual falta de disponibilidad, el régimen de responsabilidad por los daños y perjuicios ocasionados por un incumplimiento del proveedor, las limitaciones al servicio o a sus garantías, la regulación de la seguridad y el tratamiento de datos de carácter personal y las causas de terminación del servicio/contrato.

Otros problemas que el informe detalla, son los que pueden estar relacionados con la contratación y la deslocalización de los servicios o las consecuencias de compartir equipamientos entre distintos clientes para almacenar su información.

• **Contratación con la Administración Pública**

El Informe le presta una gran importancia a la adopción del cloud en las administraciones públicas, dado su tamaño y capacidad de crecimiento.

Sin embargo ve mayor efecto y beneficio en las Administraciones más pequeñas, especialmente en los ayuntamientos, donde este modelo de servicio puede suponer una oportunidad para la modernización y adaptación de las organizaciones en el contexto de las TIC, especialmente si el servicio lo prestan Administraciones grandes a las más pequeñas.

Las tendencias previstas son:

- **Desarrollo de una fuerte concentración del sector TIC en España**, debido a la escasez de empresas con un servicio de excelencia, la capacidad de negociación, la economía de escala y la capacidad de inversión para implantar servicios cloud que pueda atender a las demandas de las Administraciones Públicas. Proponen fomentar la cooperación de redes empresariales del sector para superar este problema y poder competir nacional e internacionalmente.
- **Las operadoras de telecomunicaciones serán claves en la gestión de redes a nivel nacional**. El control de las redes de comunicación es un factor clave para ser competitivos en el sector. Las operadoras prestarán servicios cloud tanto a empresas como particulares mejorando las condiciones de contratación de ADSL al que añadirán servicios cloud como el escritorio virtual, correo electrónico, bases de datos, etc.
- **El cloud computing será en los próximos años el instrumento definitivo para la modernización** e inclusión en la sociedad de la información.

- **La factura electrónica, las plataformas de comercio electrónico, los servicios de portal web y las infraestructuras de explotación** son las soluciones cloud con mayor potencial según el informe.
- **En menos de cuatro años** las Administraciones Públicas españolas adoptarán la **tecnología cloud** de forma más lenta que el sector privado.
- Por último el informe afirma que **el futuro de las TIC en el sector público tendrá un carácter mixto** donde convivirán diferentes tipos de Sistemas de Información, como propios, hosting o soluciones cloud.

2.3 Modelos de investigación sobre la adopción de los Sistemas de Información

Las Tecnologías de la Información se han convertido en una parte integral de las organizaciones modernas y desempeñan un papel fundamental en la consecución de ventajas competitivas para la empresa en el entorno competitivo actual (Melville, Kraemer y Gurbaxani, 2004).

En la Literatura es posible encontrar varios modelos de aceptación de la tecnología que proporcionan marcos útiles para determinar qué factores críticos o variables influyen en la adopción de las TIC por parte del usuario, así como en el uso y comportamiento del mismo dentro de las organizaciones (Ndubisi y Jantan, 2003). Algunos de los marcos teóricos más importantes son:

- Teoría de la Acción Razonada (TRA) de Fishbein y Ajzen (1975)
- Teoría del Comportamiento Planificado (TPB) de Ajzen (1985)
- Modelo de Aceptación de la Tecnología (TAM) de Davis (1989).
- Marco de Tecnología, Organización y Entorno (TOE) de Tornatzky y Fleischer (1990).
- Teoría de la Difusión de las Innovaciones (DOI) de Rogers (2003).

Para (Yang et al., 2015), dentro de estos modelos de comportamiento para el estudio de adopciones de TIC por parte de usuarios, el más influyente es el Modelo de Aceptación de la Tecnología (TAM, Technology Acceptance Model), el cual se basa en la Teoría de la Acción Razonada (Fishbein y Ajzen, 1975) y en la Teoría del Comportamiento Planeado (Ajzen, 1985). Por tanto, una gran parte de los estudios de adopción guardan relación con TAM o modelos derivados, tales como la Teoría Unificada de la Aceptación y el Uso de la Tecnología (UTAUT) (Venkatesh y Davis, 2003). Como veremos a continuación, estos estudios suelen incluir la *utilidad percibida* y la *facilidad de uso percibida* para predecir la intención de conducta.

La Teoría de la Acción Razonada (TRA, Theory of Reasoned Action) de Fishbein y Ajzen (1975) ha sido adoptada en muchas disciplinas. Esta teoría explica que las actitudes hacia la realización de una conducta están asociadas positivamente y predicen las intenciones de realizar ese comportamiento. Asimismo, las actitudes están influidas por la sociedad. En efecto, las actitudes de los demás hacia una tecnología en particular, a menudo influyen en las intenciones de una persona para utilizar dicha tecnología. Tal es el caso, por ejemplo, de parientes o amigos que persuaden a un individuo de unirse a las redes sociales (Ellison et al., 2007).

Como puede verse en la Figura 21, TRA propone una serie de constructos interrelacionados (Fishbein y Ajzen, 1975). El concepto *actitud hacia el comportamiento* se define como "los sentimientos de un individuo, positivos o negativos, sobre la realización de la conducta objetivo". Por su parte, *norma subjetiva* se refiere a "la percepción que tiene la persona sobre lo que la mayoría de la gente, que es importante para dicha persona, piensa sobre si se debe o no realizar la conducta objetivo". Las *creencias y las evaluaciones* son "las creencias del individuo sobre las consecuencias de su conducta y la evaluación de esas consecuencias". Finalmente, las *creencias normativas* se perciben como "expectativas de los individuos o grupos específicos, teniendo en cuenta la motivación para cumplir con las mismas, para determinar la norma subjetiva".

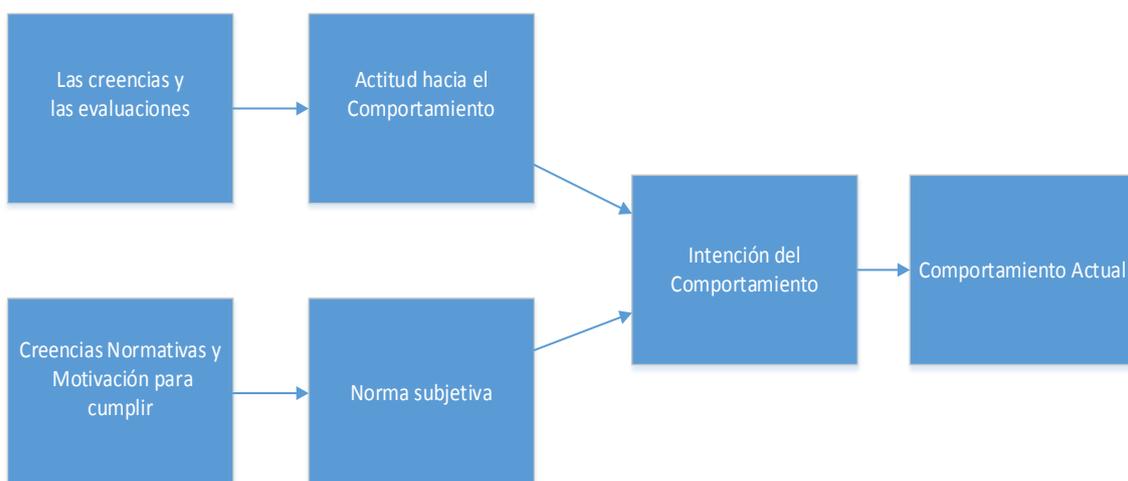


Figura 21. Teoría de la acción razonada (TRA).

Fuente: Elaboración propia basado en Fishbein y Ajzen, 1975.

Ajzen (1985), desarrolla la Teoría del Comportamiento Planificado (TPB; Theory of Planned Behaviour), añadiendo al modelo TRA dos nuevos constructos con el objetivo de mejorar su capacidad predictiva: Las *creencias de control y facilidad percibida* y el *control de comportamiento percibido* (Figura 22). Se trata de una teoría aplicada en numerosos campos de estudio, que van desde el marketing hasta la atención sanitaria. La clave de este modelo es la *intención de comportamiento*. TPB distingue entre tres tipos de creencias: de comportamiento, normativas y de control. Se compone de seis constructos que, de manera colectiva, representan el control real de una persona sobre el comportamiento.

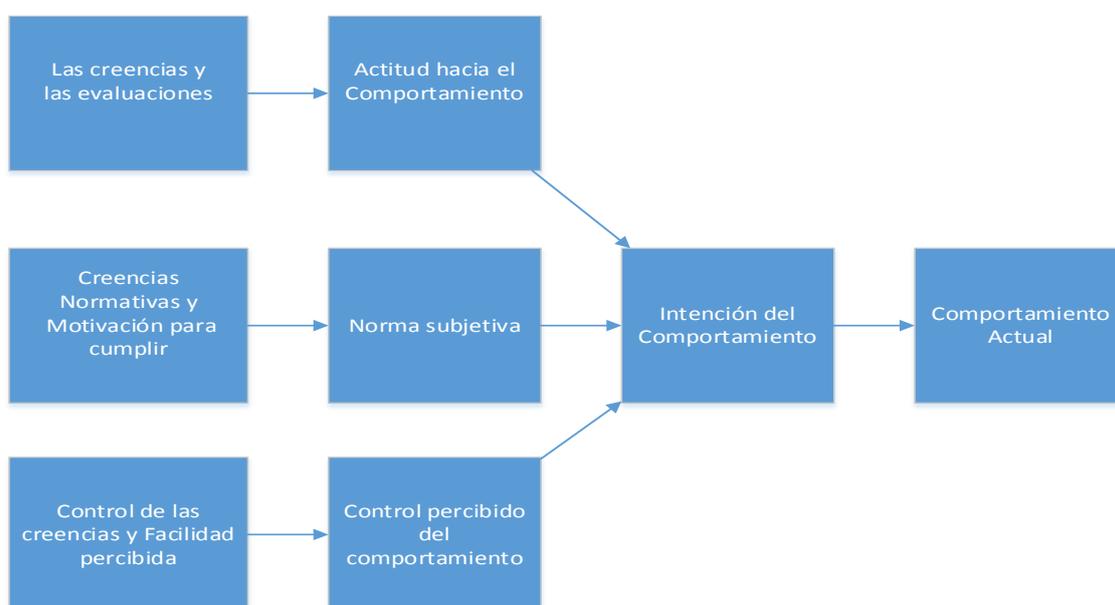


Figura 22. Teoría del comportamiento planeado (TPB).

Fuente: Elaboración propia basado en Ajzen, 1991.

Posteriormente, con el Modelo de Aceptación de Tecnología (TAM; Technology Acceptance Model; véase Figura 23) de Davis (1989) se busca explicar la relación entre la aceptación y adopción de la tecnología y, posteriormente, la intención de usarla (Autry et al., 2010). TAM propone y demuestra empíricamente que la Percepción de Utilidad (PU) y la Percepción de Facilidad de Uso (PFU) son los factores más críticos en el proceso de adopción de la

tecnología y el uso de los sistemas (Au y Zafar, 2008; Chen y Tan, 2004). TAM se puede considerar como un caso especial de TRA en el que la utilidad percibida y la facilidad de uso percibida se consideran “*creencias y evaluación*” (véase Figura 22) que llevan a la actitud, que a su vez conduce a la *intención de uso*, y finalmente al comportamiento real (Cheung y Vogel, 2013; Joo y Sang, 2013; Son et al., 2012).

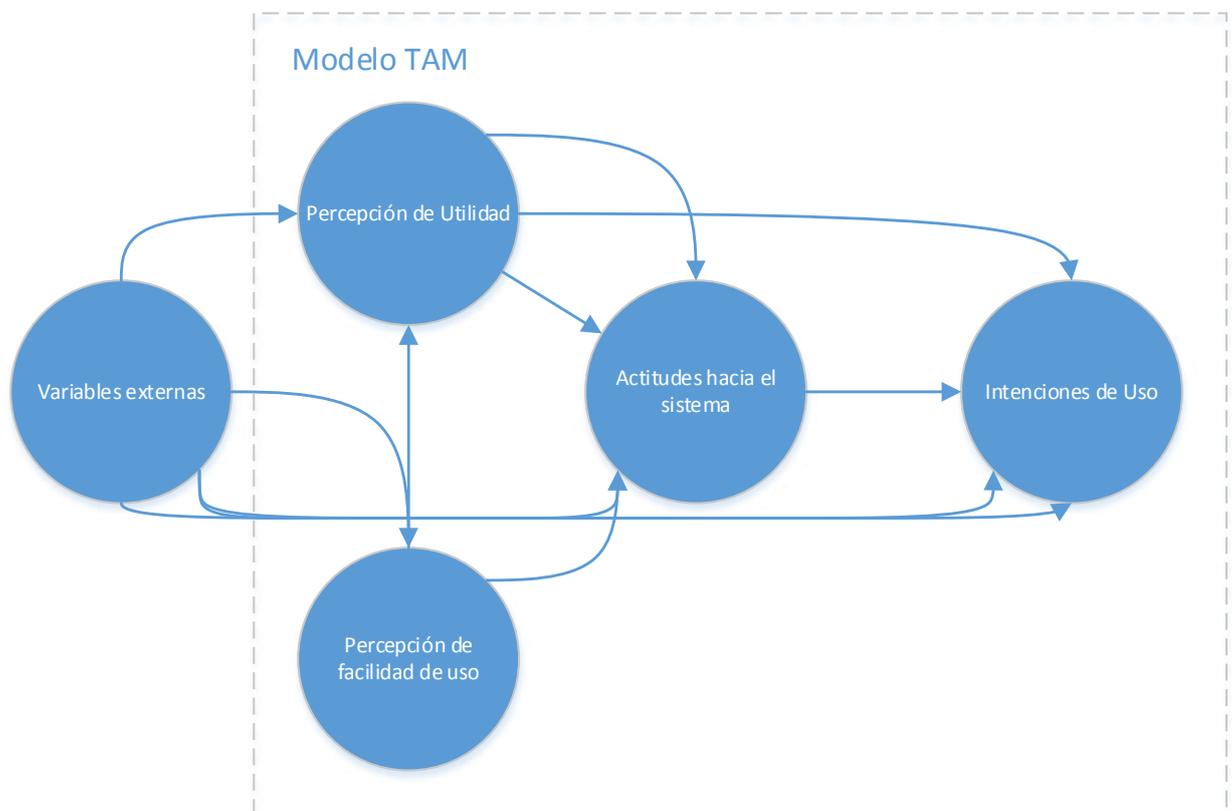


Figura 23. Modelo TAM original.

Fuente: Elaboración propia.

TAM es un modelo ampliamente aceptado para comprender los procesos de adopción y uso de las TIC (Gangwar et al., 2015) y se ha aplicado en numerosas investigaciones relacionadas con la adopción de tecnología en la organización (Gefen et al., 2003). TAM explica consistentemente una gran parte de la varianza (40% según muchos autores, como Legris et al., 2003) en la intención de uso de diversas TIC por parte de usuarios procedentes de numerosos entornos y países (Au y Zafar, 2008; Legris et al., 2003, Gefen et al., 2003; Hong et al., 2006; Venkatesh y Bala, 2008). Desde su aparición, el modelo TAM ha sido ampliamente analizado y expandido en diferentes variantes. Algunos de las evoluciones más importantes han sido el TAM 2 de Venkatesh y Davis (2000), la Teoría Unificada de la Aceptación y el Uso de la Tecnología (Unified Theory of Acceptance and Use of Technology, UTAUT) de Venkatesh et al. (2003), el modelo de integración de la aceptación de la tecnología y la satisfacción del usuario de Wixom y Todd (2005) o el modelo TAM 3, propuesto por Venkatesh y Bala (2008) en el ámbito del comercio electrónico.

Además de en la propia adopción y uso de los sistemas cloud (que veremos en el siguiente apartado), es posible identificar numerosos trabajos recientes dentro del área de los Sistemas de Información que hacen uso de TAM para explicar la adopción de diferentes tecnologías. La mayoría de ellos añaden al modelo TAM original otras variables externas que se consideran de interés para la investigación. Así, TAM es frecuentemente empleado en estudios sobre la implantación y uso de ERPs en las empresas (véase, por ejemplo, Bradley y Lee, 2007; Bueno y Salmerón, 2008; Calisir et al., 2009; Kwahk y Lee, 2008; Lee et al., 2010; Shih y Huang, 2009; Shivers-Blackwell y Charles, 2006; Sternad y Bobek, 2013; Sun et al., 2009; Uzoka et al., 2008; Youngberg et al., 2009), aplicaciones para el comercio electrónico (Agrebi y Jallais, 2015), sistemas de digitalización de archivos (Hong et al., 2011), gestión bancaria a través de Internet (Yoon y Barker Steege, 2013), aplicaciones de electrónica de consumo (Zampieri y Flores, 2011) o plataformas de e-learning (Arteaga y Duarte, 2010; Cheung y Vogel, 2013; Lee y Lehto, 2013; Liao et al., 2015; Tarchini, Hone y Lin, 2014), entre otros muchos sectores.

El marco TOE (Technology–Organization–Environment; Tornatzky y Fleischer, 1990) propone que la adopción de la innovación tecnológica está influenciada por tres aspectos del contexto de una empresa: el *contexto organizacional*, relacionado con los recursos y sus características internas, el *contexto del entorno*, dentro del cual lleva a cabo sus procesos de negocio y el *contexto tecnológico*, formado por las tecnologías internas y externas relacionadas con la organización que están disponibles en el mercado, sean o no usadas por esta (Baker, 2011). Se trata de un marco para examinar la adopción, a nivel de organizaciones (y no de individuos), de diversos Sistemas de Información, productos y servicios TIC.

TOE es uno de los marcos teóricos más generalizados sobre la adopción TIC (Zhu et al., 2004) y una de sus ventajas estriba en su independencia del tamaño de la empresa (Wen y Chen, 2010). Además proporciona una imagen global de la adopción de la tecnología y de su aplicación, realizando una predicción del impacto en las actividades de la cadena de valor y de la difusión posterior de los factores que influyen en las decisiones de negocio (Wang et al, 2010; Salwani et al, 2009; Lin y Lin, 2008; Zhu et al, 2004).

No obstante, para otros autores el marco TOE tiene las principales construcciones poco claras (Wang et al., 2010) y es demasiado genérico (Riad et al., 2009). Por su parte, Oliveira y Martins (2011) sugieren que, si bien TOE incluye el entorno de la empresa, TAM es más capaz de explicar la adopción de la innovación dentro de las empresas.

Algunos estudios combinan aspectos del modelo TAM y del marco TOE, dando como resultado que las variables tecnológicas y organizativas influyan sobre la percepción de facilidad de uso y la percepción de utilidad y que las variables ambientales influyan directamente en la adopción de la tecnología. Además de utilizarse en estudios sobre los sistemas cloud, que veremos en el siguiente apartado, es posible identificar trabajos recientes dentro del área de los Sistemas de Información que hacen uso de TOE, muchos de ellos complementando al modelo TAM. Así, la Literatura ofrece estudios en el ámbito del comercio electrónico (Liu, 2008; Scupola, 2003; Seyal et al., 2004; Chong et al., 2011; Klein, 2012; Ghobakhloo et al., 2011), E-business en países en

desarrollo (Zhu y Kraemer, 2006), Sistemas empresariales en pymes (Ramdani et al., 2009), sitios Web (Oliveira y Martins, 2008), o uso de internet (Tan y Teo, 1998; Alam, 2009), entre otros.

Tal y como veremos en el siguiente capítulo, la revisión de los estudios que hacen un uso combinado de TOE y TAM ha supuesto una importante fuente de información para seleccionar algunas de las variables externas al modelo TAM que se han incorporado al modelo estructural de la presente Tesis Doctoral.

Finalmente, otra teoría de amplia difusión en la literatura sobre aceptación de la tecnología es DOI (Diffusion Of Innovations). Se trata de una teoría, publicada por Rogers en los años 60 y con su última edición en 2003, que trata de explicar cómo, por qué y en qué medida las nuevas ideas y la tecnología se extienden, operando al nivel de individuos y de empresas. En base a esta teoría, las innovaciones se van comunicando a través de ciertos canales a lo largo del tiempo y dentro de los miembros de un sistema social (Rogers, 1995). Dentro de las empresas, las innovaciones se relacionan con variables independientes tales como las características individuales o de liderazgo, las características internas de la estructura organizativa (centralización, complejidad, formalización, tamaño, etc.) y las características externas a la organización. Dentro del ámbito de los Sistemas de Información, podemos encontrar diversos estudios recientes relacionados con la Teoría DOI (véase, por ejemplo, Li, 2008; Lin y Chen, 2012; Hsu et al., 2014; Low et al., 2011; Zhu et al., 2006).

2.4 Estudios previos sobre los sistemas cloud.

Centrándonos en el caso concreto de los sistemas cloud, Burda y Teuteberg et al. (2014) afirman que, con frecuencia, la literatura tecnológica se centra en abordar cuestiones como la seguridad de la infraestructura cloud mediante la propuesta de nuevas arquitecturas y métodos (véase, por ejemplo, Spillner et al., 2011; Brandt et al., 2012; Wang et al., 2013). En otros casos, el eje principal de investigaciones son cuestiones relacionadas con oportunidades, costes y

riesgos asociados al cloud computing (Ackermann et al, 2013; Benlian y Hess, 2011; Martens y Teuteberg, 2012), criterios de medición de la calidad del servicio (Benlian et al., 2011) o desafíos relacionados con su adopción, como la disponibilidad del servicio, su rendimiento, la falta de estándares de interoperabilidad y su dificultad de integración y personalización (Feuerlicht y Govardhan, 2010; Feuerlicht et al, 2011; Géczy et al., 2012). También es posible encontrar varios trabajos que inciden en la importancia de la confianza, tanto en la adopción de la tecnología cloud (Pearson, 2011; Walterbusch, Martens, y Teuteberg, 2013), como en las condiciones de privacidad en el almacenamiento de datos (Ion et al., 2011).

Desde la perspectiva del consumidor final individual es posible encontrar algunos trabajos que analizan la adopción y uso del cloud computing a partir de teorías y modelos mencionados en el apartado anterior, como TPB o TAM. Tal es el caso de Bhattacharjee y Park (2014), que estudian la motivación de los usuarios finales para migrar del modelo cliente-servidor al cloud computing, o Giessmann y Stanoevska (2012), que analizan las preferencias del consumidor en un estudio basado en la modalidad PaaS. Asimismo, basándose en TAM, Behrend et al. (2011) examinan el comportamiento de estudiantes en la adopción de sistemas cloud bajo la modalidad SaaS. En una línea similar, Wu et al. (2013) proponen un modelo de aceptación que combina TAM con otras variables y es contrastado dentro de una institución universitaria. De acuerdo con los resultados obtenidos, la facilidad de uso y la utilidad percibidas son considerados factores clave para el uso de los servicios de cloud internos de la institución. Además se sugieren algunas intervenciones para reducir la resistencia al uso del cloud, como programas de formación, talleres y manuales de usuario amigables.

También dentro del ámbito de la aceptación por parte de los usuarios finales, destaca el reciente trabajo de Burda y Teuteberg (2014) que examina las intenciones de una muestra de estudiantes universitarios al utilizar el almacenamiento en la nube, con el objetivo de contrastar hasta qué punto sus percepciones de confianza y riesgo pueden constituir factores determinantes y cognitivos que influyan en su comportamiento de uso. Estos investigadores toman como referencia el modelo TAM por su robustez, añadiendo algunas

variables externas como satisfacción, reputación del proveedor, familiaridad, riesgo o confianza. El estudio incide en la importancia de la confianza para reducir la incertidumbre y la percepción de riesgo, que resultan obstáculos importantes para la intención de uso del almacenamiento en la nube. Así mismo, los resultados reflejan que la confianza puede ser aumentada a través de la reputación del proveedor cloud y de la satisfacción del usuario.

Por su parte, en otro trabajo muy reciente, Moqbel et al. (2014) utilizan también una muestra de estudiantes universitarios para aplicar un marco teórico basado, entre otros, en los modelos TRA y TAM que integra aspectos tales como la compatibilidad, la influencia social y la familiaridad percibida dada la incertidumbre implícita de la nube personal. Una de las más importantes conclusiones, con independencia de la confirmación del modelo TAM, está en que los usuarios de la nube utilizan esta tecnología porque es muy compatible con su estilo de vida y trabajo diario, hecho que aumenta conforme se van familiarizando más con ella. Asimismo, la familiaridad con la nube aumenta la influencia social ejercida sobre las intenciones de uso de otros usuarios menos habituados a la tecnología cloud.

Por lo que respecta a investigaciones directamente relacionadas con la adopción y empleo de los sistemas cloud en empresas y organizaciones, el número de trabajos es todavía reducido. En cualquier caso, en la literatura se pueden encontrar algunos estudios sobre la adopción de cloud computing utilizando diferentes marcos de adopción habituales, como los señalados en el apartado 2.2.3. Estas investigaciones concluyen la relevancia de aspectos tales como la incertidumbre, la compatibilidad, el apoyo de la alta dirección, la utilidad percibida, la facilidad de uso de la tecnología, la experiencia previa, las restricciones geográficas, el tamaño de la empresa, el mercado, los esfuerzos de los proveedores, la seguridad, la confianza, la influencia social y la presión de socios comerciales en la adopción de cloud computing (Alshamaila et al, 2013; Gangwar et al., 2015; Lin y Chen, 2012; Low et al, 2011; Wu, 2011). A continuación se comentarán los trabajos que han resultado más significativos en nuestra búsqueda de variables explicativas de la adopción y uso de los sistemas cloud. Como se verá en el capítulo 3, las conclusiones de estos

trabajos fueron importantes de cara a la conveniencia de emplear un modelo TAM ampliado con otras variables dentro de nuestra investigación,

Por lo que se refiere a la aplicación de TOE en la adopción de los sistemas cloud por parte de las empresas, es posible encontrar algunos trabajos que, con las variaciones propias de un marco abierto y cierta disparidad en la metodología, la elección de variables y en los resultados, muestran resultados de interés. Tal es el caso de Alshamaila et al (2012), Abdollahzadehgan et al. (2013), Nkhoma y Dang (2013) y Yang et al. (2015).

En el primero de estos trabajos, Nkhoma y Dang (2013) emplean datos secundarios de una encuesta a una gran empresa de servicios (IBM), para determinar elementos que impulsan u obstaculizan la adopción del cloud computing. Por su parte, Abdollahzadehgan et al., (2013) realizan una investigación de carácter cualitativo, agrupando una serie de factores críticos de éxito del cloud computing para las pequeñas y medianas empresas a partir de la revisión de trabajos previos, aunque no hay un análisis empírico para contrastarlo. También dentro del ámbito de las pyme, Alshamaila et al. (2012) intentan identificar los principales factores para la adopción de servicios en la nube. Adoptando el marco TOE como base teórica, estos autores realizan un estudio exploratorio de carácter cualitativo empleando entrevistas semiestructuradas en una muestra de 15 empresas del noreste de Inglaterra. El estudio identifica como variables clave en la adopción aspectos tales como la ventaja relativa, la incertidumbre, las restricciones geográficas, la compatibilidad, la capacidad de prueba, el tamaño de la empresa, el apoyo de la alta dirección, las experiencias previas, la innovación, la industria, el alcance del mercado, los esfuerzos de los proveedores y el apoyo informático externo. En cambio, no se encontraron evidencias para asegurar que la presión de la competencia, inicialmente propuesta como posible factor, fuera un determinante significativo en la adopción y uso. Los autores aportan una serie de implicaciones de cara a la formulación de mejores prácticas estratégicas para la adopción del cloud computing.

También basado en el marco TOE, pero más próximo metodológicamente a nuestra investigación, se encuentra el trabajo de Yang et al. (2015). Estos

autores proponen un modelo para analizar la adopción de innovaciones tecnológicas basadas en SaaS, empleando una muestra de 173 organizaciones de China, tanto privadas como públicas. En este caso se plantea que las organizaciones que pretenden adoptar o implantar el cloud computing, necesitan estar preparados en aspectos tecnológicos, organizativos y ambientales. Los resultados empíricos sugieren qué variables de los tres componentes son importantes y los autores proporcionan a investigadores y profesionales ideas sobre la importancia relativa de cada tipo de factor en las diferentes etapas de adopción del SaaS. En concreto, aspectos tales como el apoyo de la alta dirección, la ventaja relativa, la simplicidad, la compatibilidad o la presión de competidores y socios resultaron significativos de cara a la adopción. También se destaca la importancia de poder probar e interactuar previamente, tanto con el software como con los servicios de mantenimiento del proveedor. Finalmente, este estudio incide en que la compatibilidad, que incluye la capacidad para personalizar el software para adaptarse a las necesidades concretas de las organizaciones, es un factor clave en el proceso de adopción.

Otro grupo de estudios proponen distintos modelos de adopción y uso de sistemas cloud haciendo uso de elementos de la Teoría DOI (Lin y Chen, 2012), integrándola en algunos casos con el marco TOE (Low et al., 2011; Oliveira et al., 2014). En el primero de estos trabajos, Lin y Chen (2012) realizan una entrevista semiestructurada entre 19 profesionales TIC de Taiwán. Su evaluación cualitativa pone de manifiesto que las empresas rechazan adoptar la nube hasta que las incertidumbres asociadas con la tecnología cloud, como la seguridad o la estandarización, se reducen, posibilitando así nuevas ventajas en su modelo de negocio. Por su parte, Hsu et al. (2014) combinan aspectos de DOI y TOE para investigar la adopción de la computación en la nube en la industria de alta tecnología de Taiwán. A partir de una muestra de 200 empresas, contrastan empíricamente un modelo básico que, además de incluir la intención de adopción y uso, tiene en consideración mecanismos de precios y modelos de implementación. Estos autores concluyen, entre otros aspectos, que la adopción del cloud está todavía en su etapa inicial y que los beneficios esperados, los riesgos y problemas

percibidos, los recursos y el personal TIC son los principales determinantes de la adopción.

En esta misma línea, Oliveira et al. (2014) proponen un modelo de adopción y uso de sistemas cloud más completo que el anterior, que también integra elementos de la Teoría DOI y del marco TOE. Para estos autores, dado que una organización es una entidad más compleja que un individuo, la innovación es concebida como un proceso de comunicación que utiliza los diferentes canales dentro del sistema social. Distinguen tres tipos de factores de adopción: factores individuales (el liderazgo, la actitud hacia el cambio), la estructura organizativa interna (la centralización, la complejidad, la interconexión, el número de empleados y la holgura de la organización), y las características externas (apertura del sistema) de la organización. A partir de los datos extraídos de una muestra de 369 empresas de Portugal, los resultados de este estudio indican que aspectos tales como la ventaja relativa, la complejidad, la preparación tecnológica, el apoyo de la alta dirección y el tamaño de la empresa tienen un efecto directo en la adopción de los sistemas cloud en una empresa. También evidencian ciertas diferencias entre la industria y los servicios en los procesos de adopción del cloud computing, lo que subraya la importancia de considerar las distintas características de esta tecnología.

Otro trabajo de especial interés para la presente investigación ha sido el reciente estudio de Gangwar et al. (2015). Estos autores destacan la importancia de abordar el impacto de aspectos específicos de la empresa, relacionándolos con las variables que tienen influencia en la adopción de cloud computing, empleando para ello una muestra de 280 empresas de diversos sectores de India. Para ello, desarrollan un modelo TAM-TOE integrado que incluye diversos aspectos de carácter exploratorio. El modelo combina, por tanto, las variables habituales de TAM (percepción de utilidad, percepción de uso, intención de uso) con variables identificadas en diversos estudios y relacionadas con los tres aspectos del contexto de una empresa que se incluyen en el marco TOE: Tecnología (ventaja relativa, compatibilidad, complejidad), Organización (competencia organizativa, formación, apoyo de la alta dirección) y Entorno (presión de la competencia, apoyo de los socios

comerciales). En el caso de las variables de los contextos tecnológico y organizativo, los autores sugieren que tienen un efecto directo sobre el modelo TAM y, por tanto, un efecto indirecto sobre la adopción. Para las variables del entorno, el modelo combinado propone un impacto directo sobre la adopción. Las conclusiones de este estudio muestran que todas las variables de los tres contextos son determinantes importantes para la adopción del cloud computing, ya sea de manera directa o indirecta.

Finalmente, concluimos el presente apartado mencionado el trabajo de Trigueros-Preciado et al. (2013). Aunque no propone ningún modelo de aceptación y uso de la tecnología cloud, se centra en la pyme española. Estos autores utilizan metodologías tanto cualitativas como cuantitativas para identificar las barreras en la adopción de la tecnología de la nube en una muestra de 94 empresas. Los investigadores concluyen que los conocimientos sobre cloud son bajos entre las empresas, tanto de la propia tecnología como de la forma de medir sus beneficios, siendo estas las principales barreras para la adopción.

Capítulo 3

MODELO DE INVESTIGACIÓN

3 Desarrollo de hipótesis y modelo de investigación propuesto.

Una vez que hemos revisado la literatura previa y, específicamente, se han presentado los fundamentos teóricos del cloud computing en el capítulo anterior, a continuación pasaremos a describir la investigación que se va a llevar a cabo, las metodologías elegidas en base a la literatura revisada y a efectuar un diseño de la misma basándonos en las particularidades y singularidades descritas hasta ahora de esta tecnología y el estado actual de adopción con el que cuenta.

Tras analizar los diversos marcos y teorías empleados en diferentes estudios sobre aceptación de la tecnología en el ámbito de los Sistemas de Información, en la presente Tesis Doctoral se ha decidido emplear el modelo TAM. No obstante, como se explicará en el presente capítulo, se añadirán al modelo original otras variables externas que se consideran de especial interés para la investigación.

La elección de TAM se justifica por su robustez y su amplia aceptación para comprender los procesos de adopción y uso de las TIC en numerosas investigaciones previas. En general, hay un importante cuerpo de investigación, basado en la Teoría de la Acción Razonada y el Modelo de Adopción de Tecnología de Davis (1989), formado por las relaciones entre factores que influyen en las actitudes individuales hacia la tecnología y en las relaciones entre estas actitudes, las intenciones de usar la tecnología y el uso real. Ello permite a los investigadores aplicar escalas que ya se han desarrollado y validado empíricamente en muchas ocasiones.

En el apartado 2.3 se mencionaron numerosos estudios dentro del área de Sistemas de Información que hacen uso de TAM en sectores tan diversos como el uso de aplicaciones de comercio electrónico, plataformas de e-learning o software ERP. Este último sector es especialmente significativo en la literatura sobre aceptación de la tecnología y algunos trabajos han constituido un referente importante para la presente tesis doctoral, dada la escasez de

trabajos similares en el entorno cloud computing. Tal es el caso de los estudios de Shih y Huang (2009), Son et al. (2010) y, muy especialmente, la investigación de Bueno y Salmerón (2008) sobre factores clave de éxito en la implantación de sistemas ERP a partir de un modelo basado en TAM ampliado con otras variables externas.

Por lo que respecta a estudios empíricos sobre los factores que afectan a las actitudes y el uso de los servicios de cloud computing de usuarios, empresas y organizaciones, el número de trabajos es todavía reducido. En el apartado 2.4, se han comentado, en primer lugar, algunos trabajos que han hecho uso de TAM para analizar el empleo de sistemas cloud desde la perspectiva del usuario final (Behrend et al., 2011; Burda y Teuteberg, 2014; Moqbel, Bartelt y Al-Suqri, 2014; Wu et al., 2013). Dentro del ámbito de las empresas y organizaciones, el número de trabajos es aún más reducido, destacando principalmente el de Gangwar et al. (2015), otro de los referentes importantes de nuestra investigación.

Por tanto, los principales constructos que explican las actitudes hacia el uso de la tecnología en el modelo TAM (Percepción de Utilidad y Percepción de Facilidad de Uso) han sido ya probados en múltiples ocasiones y su empleo en el contexto del cloud computing puede considerarse una elección válida y bien respaldada.

Por otra parte, como también se ha comentado con anterioridad, es habitual que, en muchos de los estudios que hacen uso de TAM, el modelo se expanda añadiendo otras variables que se consideran de interés o han resultado significativas en investigaciones previas. Según el modelo original planteado por Davis (1989), se espera que los demás factores no incluidos explícitamente en TAM influyan en AHS e IU a través de PFU y PU. Para este autor, estas variables externas podrían incluir, entre otros aspectos, características del diseño del sistema, formación, documentación y otros tipos de apoyo, así como características de las personas encargadas de tomar decisiones que afecten al uso.

De este modo, la revisión de los estudios que integran de manera significativa TAM con otras variables externas y teorías de aceptación ha servido para seleccionar algunas de los constructos que se han incorporado al modelo estructural de la presente investigación, así como para formular las hipótesis asociadas a los mismos. Hay que tener en cuenta que no existe un cuerpo común de variables externas a TAM que se pueda generalizar para explicar la adopción de tecnología y que sea aplicable a cualquier contexto (Gangwar et al., 2014). Por tanto, seleccionar variables externas que complementen al modelo TAM original, contando con el respaldo en la literatura y con la adecuación a las características de nuestra investigación, ha sido una tarea importante dentro de la misma.

Además de los trabajos que se han mencionado anteriormente en este mismo apartado, una fuente significativa a la hora de seleccionar variables externas han sido algunas investigaciones sobre aceptación de cloud computing en empresas que emplean el marco TOE (combinado o no con TAM). En efecto, aunque TOE no cuenta con constructos claramente definidos y, por sí mismo, es un marco muy genérico (Riad et al., 2009; Wang et al., 2010), su empleo en trabajos como los de Alshamaila et al. (2013), Oliveira et al. (2011), Yang et al. (2015) o el propio de Gangwar et al. (2015), nos ha llevado a incorporar variables como el apoyo de la alta dirección, el tamaño de la empresa o la complejidad tecnológica.

A continuación se explicarán todas las variables incorporadas al modelo y las relaciones entre las mismas que han llevado a la formulación de las diferentes hipótesis de investigación. Para ello, comenzaremos con las propias del modelo TAM.

3.1 Variables del Modelo de Aceptación de la Tecnología (TAM)

El Modelo TAM establece relaciones causales entre la Percepción de Utilidad (PU), la Percepción de Facilidad de Uso (PFU), las Actitudes Hacia el Sistema (AHS) y la Intención de Uso (IU).

AHS refleja sentimientos favorables o desfavorables respecto al empleo de una determinada tecnología, mientras que IU es el grado de comportamiento previo que se tiene a la hora de usar dicha tecnología (Taylor y Todd, 1995). El constructo AHS representa, por tanto, la adopción de una conducta positiva o negativa hacia una innovación e influye de manera directa en la IU dentro del modelo TAM. La introducción de IU como variable mediadora es importante, ya que se piensa que una intención siempre precede a un comportamiento y se aumenta así el valor predictivo del modelo (Fishbein y Ajzen, 1975).

PU se define como el grado en que un individuo cree que el uso de un sistema en particular mejoraría su desempeño (Davis, 1989). Como afirman Gangwar et al. (2015), reflejaría la probabilidad subjetiva de que un potencial usuario, al utilizar una tecnología, aumente su desempeño en el trabajo dentro del contexto de una organización, como pueda ser el caso de una empresa al usar o adoptar cloud computing.

Por su parte, PFU se refiere al grado en que un individuo cree que el uso de un sistema en particular estaría libre de esfuerzo (Davis, 1989).

El modelo TAM propone que PU y PFU contribuyen a generar una actitud positiva hacia el empleo de la tecnología y, por tanto, ejercen una influencia significativa en AHS. A su vez, como antes se señaló, esta última variable influye de manera directa en IU.

Por otra parte, el modelo plantea que PU es también un determinante directo de IU. Según Davis (1989), las actitudes tienen una parte de afectividad (representada por AHS), pero la relación directa entre PU e IU se basa en reglas cognitivas de toma de decisiones enfocadas a mejorar el rendimiento en el trabajo, las cuales no tienen por qué activar esa afectividad. En otras palabras, a un usuario puede no gustarle el sistema, teniendo una actitud negativa hacia el mismo, pero aun así utilizarlo porque es percibido como ventajoso para su desempeño laboral.

Finalmente, el modelo también propone que PFU influye significativamente en PU. Además de en los propios trabajos de Davis, las relaciones entre las

variables de TAM han resultado significativas en numerosos trabajos previos sobre aceptación de la tecnología, algunos de las cuales fueron referenciados en los apartados 2.3 y 2.4.

En base a todo lo anterior, las hipótesis que se derivan de la aplicación del Modelo TAM serían las enunciadas en la Tabla 10.

Hipótesis 1 (H1).

- La percepción de facilidad de uso de los sistemas cloud ejerce un efecto positivo sobre su percepción de utilidad.

Hipótesis 2 (H2).

- La percepción de facilidad de uso de los sistemas cloud ejerce un efecto positivo sobre las actitudes hacia los mismos.

Hipótesis 3 (H3).

- La percepción de utilidad sobre los sistemas cloud ejerce un efecto positivo sobre las actitudes hacia los sistemas cloud.

Hipótesis 4 (H4).

- La percepción de utilidad de los sistemas cloud ejerce un efecto positivo sobre las intenciones de uso de los sistemas cloud.

Hipótesis 5 (H5).

- Las actitudes positivas hacia el sistema cloud aumentan las intenciones de uso de los sistemas cloud.

Tabla 10. Relación de hipótesis principales.

Fuente: elaboración propia

3.2. Variables externas

3.2.1. Apoyo de la alta dirección.

Existen numerosos estudios recientes que, con diferencias metodológicas y haciendo uso de diferentes marcos de adopción, incluyen el Apoyo de la Alta Dirección (AAD) entre los variables que pueden influir significativamente en la aceptación de la tecnología dentro de la empresa (véase, por ejemplo, Alam, 2009; Bueno y Salmerón, 2008; Ghobakhloo et al., 2011; Chong et al., 2011; Ramdani et al., 2009; Tsai et al., 2010), algunos de los cuales se centran específicamente en el ámbito de los sistemas cloud (Abdollahzadehgan et al., 2013; Gangwar et al., 2015; Low et al., 2011; Oliveira et al., 2014; Yang et al., 2015).

La participación de la alta dirección durante la implantación de las TIC se justifica, en primer lugar, porque su visión organizativa más amplia le permite identificar las oportunidades de negocio derivadas de la explotación de dichas tecnologías (Yap, 1989). Por otra parte, como apuntan Low et al. (2011), la alta dirección desempeña un importante rol porque la implantación del cloud computing puede implicar la integración de recursos y la reingeniería de procesos. Por tanto, la inversión que supone una tecnología como el cloud puede provocar importantes implicaciones para las organizaciones, lo que ratifica a la alta dirección como el mejor grupo de agentes que debe permanecer activo durante su implantación (Son et al., 2012) e influir significativamente en su rendimiento (Ragu-Nathan et al., 2004).

La visión y el compromiso con la adopción de una nueva tecnología, por parte de la alta dirección, es esencial, para obtener los recursos adecuados y apoyo para poner en práctica la innovación. En el caso de las pequeñas empresas, donde es probable que el propietario sea el gerente, su papel será imprescindible y si no está convencido de la tecnología es muy poco probable que se adopte (Premkumar y Roberts, 1999).

Para Yang et al. (2015), AAD es especialmente importante para la adopción de una tecnología en las pyme, en las que los directores generales o equivalentes suelen tener la visión final sobre la estrategia TIC de la organización y de las inversiones derivadas (Bradford y Florin, 2003). Para la mayoría de este tipo de empresas, la transición de la forma tradicional de trabajar con las TIC a los cambios que supone una tecnología como cloud computing es una decisión estratégica, y con una actitud positiva hacia la innovación por parte de los ejecutivos es probable que se favorezca su adopción.

Según Shah y Siddiqui (2006), el interés y apoyo de la alta dirección en la implantación de una tecnología, en nuestro caso el cloud computing, se puede traducir en una realización adecuada de las siguientes tareas como la selección del sistema, la planificación del proceso, la formulación de políticas, el diseño de un equipo de expertos, la coordinación de la implantación en los distintos centros de la organización, la asignación de recursos y definición de la arquitectura, el apoyo a la reingeniería de procesos, la evaluación y gestión del rendimiento o la gestión de las expectativas generadas y de los cambios organizativos, culturales y estructurales. Por su parte, Kankanhalli (2003) incide en la elaboración de guías de acciones durante la planificación del proyecto y participación durante su definición. Asimismo, algunos autores insisten en la necesidad de influir en la generación de actitudes positivas hacia el uso de la tecnología (Thong et al., 1996; Yap et al., 1992; Barki et al., 1994).

Por tanto, AAD puede ser considerada como uno de los mejores predictores en la adopción de innovaciones en Sistemas de Información en las organizaciones (Jeyaraj et al., 2006). La alta dirección puede ejercer de estímulo en el cambio, fundamentalmente en la comunicación y en el refuerzo de los valores de la innovación, al contar con una visión articulada de la organización (Thong, 1999). En esta misma línea, el reciente estudio de Gangwar et al. (2015) concluye que la alta dirección tiene un papel eficaz para motivar el comportamiento de los empleados en el trabajo y para convencerlos de la importancia del uso de los sistemas cloud. Para ello es imprescindible, demostrar compromiso y apoyo para el desarrollo de un entorno con los recursos, espacios, equipamientos y personas necesarias para una correcta adopción del cloud computing.

Para Bueno y Salmerón (2008) el AAD se define como la participación activa de los responsables de la dirección en los asuntos vinculados al éxito de la implantación de la tecnología. Esta participación activa se materializa principalmente a través del liderazgo y continuos contactos con quienes se encuentran directamente vinculados con los procesos de planificación de las TIC (Al-Mashari et al., 2003; Son et al., 2012). A través de estas medidas, los usuarios tienden a asimilar las expectativas de la dirección, además de percibir que los responsables de una organización apoyan su implantación (Karahanna et al., 1999) lo que aumenta las actitudes favorables de los empleados con respecto a las TIC (Igbaria et al., 1997). Por el contrario, la falta de una comunicación libre y fluida entre dirección y resto de personal puede constituir un problema importante en un proyecto de renovación de los sistemas de información (Teo y Ang, 2001).

Teniendo en cuenta todo lo anterior, parece evidente que esa participación activa de la alta dirección en el proceso de implantación (AAD) exige liderar una comunicación adecuada sobre los sistemas cloud, informando de sus ventajas y dificultades y gestionando encuentros y reuniones específicas. Por tanto, se puede presuponer una influencia directa de la AAD sobre la comunicación (variable que se comentará el apartado 3.2.3).

Asimismo, es de esperar que AAD influya de manera positiva en las percepciones de los usuarios sobre el grado en el que el nuevo sistema mejorará su desempeño (PU) y sobre los esfuerzos que supondrán su implantación y uso (PFU). La relación directa de AAD con PU y PFU es recogida en diferentes estudios previos sobre adopción de tecnología (Gangwar et al., 2015; Igbaria et al., 1997; Shih y Huang, 2009; Son et al., 2010).

Por tanto formulamos las siguientes hipótesis:

Hipótesis 6 (H6)

- **El apoyo de la alta dirección** ejerce un efecto positivo en la **comunicación** relacionada con los sistemas cloud.

Hipótesis 7 (H7)

- **El apoyo de la alta dirección** ejerce un efecto positivo sobre la **percepción de facilidad de uso** del cloud computing.

Hipótesis 8 (H8)

- **El apoyo de la alta dirección** ejerce un efecto positivo sobre la **percepción de utilidad** del cloud computing.

Tabla 11. Relación de hipótesis del Apoyo Alta Dirección.

Fuente: elaboración propia

3.2.2. Formación.

La formación se describe como el grado en el que una empresa instruye a sus empleados en el uso de una herramienta en términos de calidad y cantidad (Schillewaert et al., 2005). Aunque siempre es recomendable una formación continua durante toda la vida útil de un sistema de información, los principales esfuerzos formativos suelen efectuarse en las primeras etapas de su implantación (Umble et al., 2003). Una preparación de los usuarios finales deficiente puede constituir un factor decisivo en la intención final de uso de una tecnología (Ghobakhloo, 2011).

En una extensión teórica del modelo TAM, Venkatesh y Davis (2000) demostraron empíricamente que la autoeficacia delante de un ordenador es un fuerte determinante de la PFU, mientras que la usabilidad afecta a la PFU, pero después de tener una experiencia directa con el sistema. Ello implica que las técnicas y metodologías de formación destinadas a mejorar la autoeficacia de los usuarios delante del ordenador son fundamentales para mejorar su

aceptación de la tecnología. En una línea similar, Amoako-Gyampah y Salam (2004) afirman que las percepciones sobre facilidad de uso son afectadas por la formación en las primeras etapas del aprendizaje.

En un sistema de información complejo como el cloud computing, la organización necesita formar a sus empleados y a desarrollar conocimientos para su uso eficaz en el futuro. Ello reduce el posible estrés del personal y proporciona una mayor motivación y un mejor entendimiento acerca de los beneficios del sistema cloud para sus tareas (Gangwar et al., 2015). En definitiva, la formación puede tener un efecto positivo tanto en la PU como en la PFU.

La influencia de la formación en PFU y PU ha sido puesta de manifiesto en diversos estudios previos sobre diversos sistemas de información, como los de Al-Jabri (2015), Amoako-Gyampah y Salam (2004), Bueno y Salmerón (2008), Gallego et al. (2015), Lee et al. (2010) o Son et al. (2010). Por lo que respecta a estudios específicos sobre cloud computing, el trabajo de Gangwar et al. (2015) recoge la relación directa de la formación, tanto con PU como con PFU.

Por otra parte, en un entorno profesional, las tecnologías cloud pueden ser difíciles de aprender, ya que cubren una amplia gama de técnicas y parámetros a tener en cuenta (Lin y Chen, 2012). En estos casos, la formación permite a los usuarios compartir problemas comunes que se presentan a la hora de trabajar con el sistema, lo cual puede tener el efecto de incrementar la comunicación vinculada al mismo (Bueno y Salmerón, 2008). Por tanto, es de esperar, que los programas de formación que la empresa establezca sobre los sistemas cloud ayuden a tener una comunicación más fluida con respecto a los mismos y a tratar los diferentes aspectos relacionados con su uso.

Los aspectos antes analizados ponen de manifiesto varias relaciones que nos llevan a formular las siguientes hipótesis:

Hipótesis 9 (H9)

- La **formación** ejerce un efecto positivo sobre la **percepción de facilidad de uso** de los sistemas cloud.

Hipótesis 10 (H10)

- La **formación** ejerce un efecto positivo sobre la **comunicación** en el cloud.

Hipótesis 11 (H11)

- La **formación** ejerce un efecto positivo sobre la **percepción de utilidad** en los sistemas cloud.

Tabla 12. Relación de hipótesis de la Formación.

Fuente: elaboración propia

3.2.3. Comunicación.

La comunicación se puede definir como el proceso de transferencia de información entre los miembros de un equipo de trabajo u organización (Hsu et al., 2012). Cuando se introduce un nuevo sistema de información, los empleados deberían ser informados con antelación del alcance, objetivos, tareas y actualizaciones que supondrá la implantación de dicho sistema y así poder aceptar los cambios que tendrán lugar (Nah et al., 2001; Sumner, 1999). Para Dos Reis y Duarte (2014), la comunicación se materializa en la existencia de reuniones periódicas para debatir acerca del nuevo sistema a adoptar y en la existencia de información sobre sus ventajas y limitaciones.

La comunicación de calidad se produce cuando los miembros emplean una cierta cantidad de tiempo intercambiando información y opiniones, ya sea de manera formal o informal (Hsu et al., 2012). Este tipo de comunicación incrementa la distribución de las ideas y mejora la transferencia de

conocimientos, especialmente cuando la información que se transmite es creíble y procede de fuentes fiables (Soh et al., 2000).

Por tanto, una comunicación efectiva es necesaria para reducir la incertidumbre y el riesgo de confusión (Hsu et al., 2012), así como el esfuerzo que supone el uso del sistema (Lee et al, 2010), conduciendo al desarrollo de la confianza y al intercambio de información necesaria para afrontar los cambios y, en última instancia, aceptar la tecnología (Amoako-Gyampah y Salam, 2004).

Por el contrario, la falta de comunicación guarda una relación directa con el fracaso de muchos proyectos de implantación de sistemas de información (Amoako-Gyampah y Salam, 2004). Para Trube y Collins (2000), cuando la comunicación es inadecuada se producen conflictos que influyen negativamente en el rendimiento del trabajo. Por su parte, Lin y Chen (2012), evidencian que, desde un punto de vista más profesional, la ausencia de comunicación en el ámbito del cloud computing puede complicar la dinámica existente entre diferentes desarrolladores y, en consecuencia, la percepción de utilidad final del producto.

Teniendo en cuenta lo anterior, dado que a través de la comunicación se facilita el acceso a la información sobre los beneficios del sistema y su difusión entre todos los miembros de la organización, es de esperar que la frecuencia y calidad de las comunicaciones mejore las percepciones sobre la facilidad de su uso y sobre la utilidad de la tecnología (Al-Jabri, 2015; Amoako-Gyampah y Salam, 2004). La influencia de la comunicación en PFU y PU ha sido puesta de manifiesto en diversos estudios previos (véase, por ejemplo, Al-Jabri, 2015; Amoako-Gyampah y Salam, 2004; Kerimoglu y Basoglu (2005) o Lee et al., 2010). Ello nos lleva a plantear las siguientes hipótesis:

Hipótesis 12 (H12)

- La **comunicación** ejerce un efecto positivo sobre la **percepción de facilidad de uso** en los sistemas cloud.

Hipótesis 13 (H13)

- La **comunicación** ejerce un efecto positivo sobre la **percepción de utilidad** en los sistemas cloud.

Tabla 13. Relación de hipótesis de la Comunicación.

Fuente: elaboración propia

3.2.4. Complejidad tecnológica

Por complejidad tecnológica entenderemos el grado a través del cual una innovación es percibida como relativamente difícil de comprender y usar (Rogers, 2003, Sonnenwald et al., 2001). Algunos aspectos que suelen asociarse a la complejidad son el grado de dificultad de las habilidades necesarias para utilizar las tecnologías entre los empleados o la dificultad de integración de estas tecnologías en el trabajo (Premkumar and Roberts, 1999). En el caso específico del cloud computing, otros aspectos podrían ser el tiempo necesario para el desarrollo de las tareas, la integración de las aplicaciones con la infraestructura de la nube, el diseño de interfaces o la eficiencia en la transferencia de datos, etc. (Gangwar et al., 2015). En definitiva, la complejidad tecnológica puede influir en la adopción de una solución cloud (Vouk, 2008).

Dado que la complejidad puede repercutir en el grado en que una tecnología es percibida como difícil de usar, es posible suponer que influirá significativamente en PFU (Teo, 2009). Existen diversos estudios empíricos que, desde distintos ámbitos, han evidenciado que la complejidad tiene una relación inversa con las percepciones sobre facilidad de uso. Tal es el caso de Bueno y Salmerón (2008), Son et al. (2010) o, más específicamente, el trabajo de Gangwar et al.

(2015) sobre aceptación de cloud computing. Este último estudio también evidencia una relación inversa significativa entre complejidad y PU.

Por otra parte, otros autores inciden en la influencia negativa que la complejidad tecnológica puede ejercer en la intención de uso, basándose en aspectos no relacionados con las actitudes hacia el sistema que se generan a partir de PU y PFU. El entorno cloud ofrece la capacidad de compartir recursos de manera instantánea para ajustar la carga de trabajo. No obstante, aunque la empresa desee adoptar una solución de este tipo, debe afrontar los retos derivados de sus posibles limitaciones por falta de experiencia o por no contar con los especialistas en TIC necesarios para la implantación (Oliveira et al., 2014). Además, los sistemas cloud también suponen el reto de asegurar los procesos de negocio y la privacidad de los datos en un entorno compartido (Crump, 2012). En otras palabras, una empresa puede percibir que los sistemas cloud son útiles y fáciles de utilizar por sus empleados, pero su implantación supone una serie de retos tecnológicos complejos que no puede afrontar. Diversos trabajos empíricos, como los de Tsai et al. (2010) y Oliveira et al. (2014), han evidenciado esta relación inversa entre complejidad tecnológica e intención de uso. Teniendo en cuenta lo antes expuesto, formulamos las siguientes hipótesis:

Hipótesis 14 (H14)

- La **complejidad tecnológica** del cloud ejerce un efecto negativo sobre la **percepción de utilidad** del cloud.

Hipótesis 15 (H15)

- La **complejidad tecnológica** del cloud ejerce un efecto negativo sobre la **percepción de facilidad de uso** de los sistemas cloud.

Hipótesis 16 (H16)

- La **complejidad tecnológica** del cloud ejerce un efecto negativo sobre la **intenciones de uso** de los sistemas cloud.

Tabla 14. Relación de hipótesis de la Complejidad Tecnológica.

Fuente: elaboración propia

3.1.1 Tamaño de la Organización

Son numerosas las investigaciones previas que muestran al tamaño de la organización como uno de los mayores determinantes de las innovaciones tecnológicas (Low et al., 2011). Dentro de los estudios de adopción de tecnología, el tamaño de la organización suele ser medido a partir de aspectos tales como la cifra de negocios de la empresa o su número medio de trabajadores, indicadores que se han utilizado también en la presente investigación.

La literatura muestra que las empresas pequeñas, aunque puedan ser más flexibles y versátiles para coordinar los cambios necesarios (Abdollahzadehgan et al., 2013), no suelen adoptar las tecnologías más nuevas (Lippert y Govindarajulu, 2006; Oliveira et al., 2014), siendo las empresas más grandes las que muestran una mayor actividad de innovación (Messerschmidt y Hinz, 2013). En efecto, dentro del ámbito de los Sistemas de Información, la mayoría de las investigaciones empíricas han encontrado de manera consistente que el tamaño de la organización está relacionado positivamente con el uso de la innovación (véase, por ejemplo, Dholakia y Kshetri, 2004; Pan y Jang, 2008 o Wang et al., 2010).

La principal explicación hay que encontrarla en que son las empresas grandes las que cuentan, al menos a priori, con mayores recursos que les permiten asumir los riesgos asociados al proceso de adopción de una innovación tecnológica (Palvia et al., 1994; Zhu et al., 2006; Pan and Jang, 2008; Thiese et al., 2011). Entre otros aspectos, estos recursos financieros darían a estas empresas la capacidad para asumir los costes asociados a la instalación, la integración, la formación del personal y el mantenimiento (Hsu et al., 2014).

El tamaño de la organización es, por tanto, un factor organizacional que, al margen de las actitudes de la empresa, puede influir en la adopción del cloud computing. Su relación directa con la intención de uso ha sido puesta de manifiesto en diversos trabajos recientes dentro de este ámbito, como los de Low et al. (2011) y Oliveira et al (2014).

Por otra parte, la influencia del tamaño de la organización en las percepciones sobre utilidad y facilidad de uso, ha sido menos estudiada. En cualquier caso, según el modelo TAM original planteado por Davis (1989), se espera que las variables externas influyan indirectamente en AHS e IU a través de PFU y PU. Teniendo en cuenta todo lo anterior, planteamos las siguientes hipótesis:

Hipótesis 17 (H17)

- El **Tamaño de la Organización** influye significativamente sobre la **percepción de utilidad** del cloud.

Hipótesis 18 (H18)

- El **Tamaño de la Organización** influye significativamente sobre la **percepción de facilidad de uso en el cloud**.

Hipótesis 19 (H19)

- El **Tamaño de la Organización** ejerce un efecto positivo sobre la **intención de uso**.

Tabla 15. Relación de hipótesis sobre el Tamaño de la Organización.

Fuente: elaboración propia

3.3. Modelo de adopción finalmente propuesto y resumen de las hipótesis de investigación.

En base a lo expuesto anteriormente, el modelo de investigación finalmente propuesto en la presente tesis doctoral se presenta en la siguiente figura. Como ya se ha comentado en los apartados anteriores, el objetivo de la investigación propuesta es determinar el grado de aceptación de los sistemas cloud por parte de empresas y organizaciones.

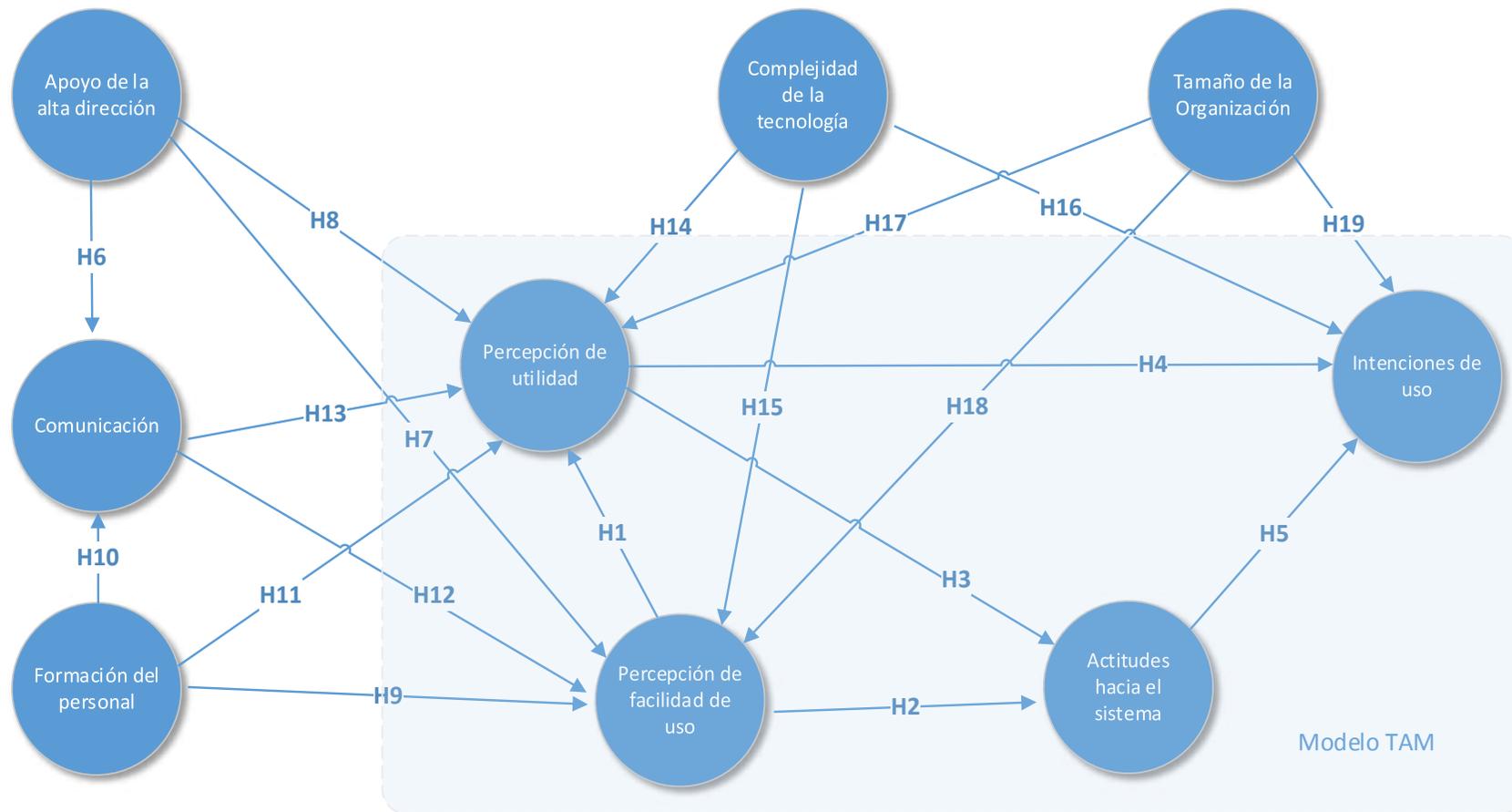


Figura 24. Modelo de investigación propuesto.

Fuente: Elaboración propia

Capítulo 4

DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

4 Diseño de la Investigación

4.1 Enfoque y proceso de investigación

El planteamiento de este apartado es el diseño propio de la investigación que se va a llevar a cabo. Para que una investigación pueda ser considerada como tal, se debe recurrir a una secuencia de pasos aceptados por la comunidad científica, que son:



Figura 25. Pasos de una investigación.

Fuente: Elaboración propia basado en Losada y López-Feal (2003)

Se debe empezar diciendo, que cualquier diseño de investigación tiene su fundamento inicial en la observación de las distintas variables propuestas. En sí, se ha llevado a cabo un análisis de naturaleza cuantitativa. Este análisis se ha enfocado desde una investigación de naturaleza causal, llevando a cabo un estudio de las relaciones entre las distintas variables y el carácter de las mismas.

Hablamos de investigación exploratoria cuando el objetivo del estudio es examinar un problema de investigación que ha sido poco o nada estudiado, o

del cual todavía se poseen dudas; también es exploratoria cuando la revisión de la literatura revela que las ideas han sido vagamente relacionadas, o cuando se desea indagar sobre el tema desde una perspectiva nueva o ampliar las existentes (Hernández, Fernández y Baptista, 2007).

En nuestro caso, tal y como indicábamos en el apartado 3.1, decidimos emplear el modelo TAM y sus correspondientes hipótesis, por la robustez que ofrece en investigaciones previas y por su versatilidad para explicar la adopción de TIC en diversos contextos. Adicionalmente, añadimos al modelo clásico otras hipótesis que, aunque están basadas en la revisión de posibles factores críticos detectados en la Literatura, se han analizado con menor frecuencia, a la hora de aceptar los sistemas cloud y de complementar el modelo TAM. Desde este punto de vista, parte de nuestra investigación adquiere ese carácter exploratorio.

Una vez planteado el problema de investigación y construido el marco teórico, para concretar lo que se va a hacer hay que formular las hipótesis de investigación o “generalizaciones o suposiciones comprobables empíricamente que se presentan como la respuesta al problema de investigación” (Losada y López-Feal, 2003).

A este cometido se dedicaron los dos capítulos anteriores, que recogen el planteamiento del modelo teórico y las hipótesis de investigación. El presente capítulo se dedicará al planteamiento del diseño escogido para dar solución al problema de investigación y sus hipótesis.

Nos encontramos, frente a un problema de investigación que requiere la aplicación rigurosa de una metodología cuantitativa. De acuerdo con Tamayo (2007), la metodología cuantitativa consiste en el contraste de teorías a partir de una serie de hipótesis surgidas de la misma, siendo necesario obtener una muestra, ya sea en forma aleatoria o discriminada, pero representativa de una población o fenómeno objeto de estudio. El método cuantitativo se centra en los hechos o causas del fenómeno social, con escaso interés por los estados subjetivos del individuo (Rodríguez Peñuelas, 2010).

En los métodos cuantitativos, se realiza un trabajo de campo para recoger datos que permitan contrastar hipótesis. Todo ello en línea con la medición numérica y el análisis estadístico, para establecer teorías y patrones de comportamiento de las variables estudiadas (Hernández, Fernández y Bautista, 2007).

Una de las enormes ventajas de los trabajos con métodos cuantitativos es la posibilidad de estudiar una muestra reducida de la población objeto de estudio y extrapolar los resultados al resto. Ahora bien, el muestreo contiene en sí mismo un margen de error y nivel de confianza a la población objeto de estudio (Miquel et al., 2000).

4.2 Definición de la población y la muestra

Como continuación de los conceptos introducidos en el apartado anterior, la primera cuestión que abordaremos en nuestro proceso de investigación es delimitar la población objeto de estudio, es decir, el conjunto de todos los casos o individuos que concuerdan con las especificaciones marcadas (Hernández, Fernández y Baptista, 2007).

La población objeto de estudio en esta investigación son todas aquellas empresas e instituciones que en Andalucía usan o se ven beneficiadas de la Tecnología cloud computing en sus diferentes vertientes de forma regular, constituyendo ésta una tecnología estratégica en sus servicios. Por tanto, para poder ser parte de la población objeto de estudio se deben cumplir estas condiciones.

El tamaño del universo poblacional de esta investigación es conocido, ya que hemos elaborado, en colaboración con diferentes organizaciones del sector, un censo de las empresas y organizaciones que ya trabajan con tecnologías cloud.

Normalmente, cuando el tamaño de la población es muy elevado, se selecciona entre sus componentes una muestra de un tamaño limitado a la que se

presenta el cuestionario y cuyas respuestas permiten extraer conclusiones para todo el conjunto de la población (Trespalacios, Vázquez y Bello , 2005). La teoría estadística ha demostrado y argumentado suficientemente el trabajo con muestras representativas.

En una población suficientemente amplia se dan comportamientos variados entre los individuos, pero en su conjunto se concentran en un valor central con unos índices de dispersión más o menos acusados (junto con la diversidad predomina la uniformidad). Una muestra de tamaño suficiente y con representatividad de toda la población sería válida para delimitar los valores centrales y la dispersión del conjunto total de elementos. Esta muestra permite determinar la problemática ya que es capaz de generar los datos con los cuales estudiar o investigar el proceso (Trespalacios, Vázquez y Bello, 2005).

Las 615 empresas que componen nuestro universo objeto de estudio han sido conseguidas entrando en contacto con Eticom, la organización empresarial del sector TIC en Andalucía, con distintas Cámaras de Comercio de Andalucía y con ANDCE, la Asociación de Empresarios de Comercio Electrónico de Andalucía. En todos los casos, el perfil buscado es el de empresas que usan el cloud computing como componente estratégico en Andalucía.

También se ha utilizado el listado de empresas participantes en la Iniciativa lanzada en verano de 2014 por parte de la Entidad Pública Red.es para Andalucía, la cual pretendía fomentar la migración y el desarrollo de soluciones empresariales en la nube por parte de pymes y autónomos de Andalucía. Para llevar a cabo este impulso, Red.es lanzó una convocatoria de ayudas de carácter económico para este tipo de soluciones en la modalidad Software as a Service (SaaS) y bajo unos términos de desarrollo. De la publicación de todas las empresas que solicitaron entrar en este programa, se obtuvo una parte importante del censo, ya que estas demostraban con la sola presentación de la solicitud de participación, que ya contaban con experiencia en cloud y que tenían la firme intención de entrar de lleno a comercializar y producir soluciones bajo esta tecnología.

Una vez confeccionado el censo de empresas y organizaciones que forman parte de la población objeto de estudio, se alcanzó una población a la cual se contactó en su totalidad. De este censo, 161 empresas cumplimentaron el cuestionario, obteniéndose una cifra final de 150 válidos. Como veremos posteriormente dentro del apartado relativo al modelo conceptual, este número es suficiente para contrastar el modelo propuesto.

4.3 El instrumento de medición.

La técnica cuantitativa de investigación que se ha llevado a cabo ha sido la encuesta, materializada en la encuesta online, aunque reforzada con supervisión telefónica. Para ello las preguntas se presentaron en un sitio web cuyo enlace fue enviado a organizaciones que constituyen la población objeto de estudio. Con independencia del cargo desempeñado, en todos los casos el cuestionario fue respondido por la persona con mayor conocimiento del proceso de adopción del cloud dentro de la organización o directamente por la dirección.

El empleo de la encuesta online está muy extendido y presenta como principales ventajas, con respecto a las encuestas tradicionales, el bajo coste, la rapidez con que se consiguen las respuestas, el hecho de poder observar las respuestas de forma online o al momento, la facilidad que se obtiene en el seguimiento, el mayor acceso a la población objetivo o el alto grado de conveniencia que tendría para los encuestados, entre otras (Hung K. y Law R., 2011, citado por Campón, 2013). En cualquier caso, la supervisión telefónica realizada fue fundamental para llegar al número final de cuestionarios válidos que se han conseguido.

Toda encuesta puede conllevar un error en la medida que cuestione la validez de las conclusiones respecto a la relación que pudiera existir entre las medidas y está ampliamente reconocido que dicho error tiene componentes aleatorios así como sistemáticos. Por tanto, es importante tomar medidas para que no se presente el llamado *sesgo del método común*, asociado a la forma de contestar

las diversas preguntas del cuestionario. Así, como medida de prevención de estos errores, se siguió una serie de recomendaciones durante el diseño del cuestionario utilizado en nuestro estudio (Chang et al, 2010; Podsakoff et al., 2003):

- Se formularon preguntas claras y concisas con términos que eran muy familiares a los encuestados.
- A los encuestados se les garantizaba que sus respuestas permanecerían confidenciales para que pudieran responder con toda la honestidad que fuera posible
- También se realizaron cambios en la forma en que fueron redactadas las preguntas utilizadas para las escalas de medición.
- El orden de algunas de las preguntas planteadas y el problema que esto pudiera suponer, se vio contrarrestado cambiándolo de forma aleatoria.

Después de la recogida de datos, se utilizó la prueba del factor único de Harman como medida de control post hoc del sesgo del método común (Bui y Baruch, 2011; Cheng et al, 2012; Wang et al, 2013). Siguiendo esta técnica, las variables se incluyeron en un análisis factorial exploratorio y se examinó la solución factorial sin rotar para determinar si la varianza en los datos puede ser atribuida principalmente a un único factor. Tras la realización de esta prueba, no se detectó un solo factor pudiese explicar la mayor parte de la varianza total, lo que sugiere que este un sesgo es poco probable.

Para obtener una mayor tasa de respuesta, se consideró útil el ofrecimiento de un incentivo para estimular la participación (Heerwegh, 2006; Porter y Whitcomb, 2003). Concretamente, se realizó el sorteo de un miniordenador portátil entre todas las organizaciones que cumplimentaron los formularios.

Para configurar y administrar los formularios online se utilizó la aplicación Google Drive, la cual permite, entre otros aspectos, crear formularios para después recoger todas las respuestas obtenidas en un archivo XLS.

Los formularios de Google Drive son una interesante alternativa para diseñar baterías de preguntas en diferentes formatos (texto, lista, opciones...) que

pueden compartirse mediante un enlace o embeberse en un sitio web. Son ideales para recoger opiniones de clientes, pedidos sencillos, solicitudes de contacto, inscripciones a un evento o encuestas de satisfacción.

A la hora de crear un formulario, Google Drive permite añadir hasta nueve tipos de campos distintos, en función de la información que queramos recoger. En nuestro caso se han utilizado los siguientes:

- ✓ **Texto:** Son casillas de texto, que hemos utilizado para recoger datos como el nombre de la organización.
- ✓ **Tipo test:** Son campos de respuesta única con varias opciones excluyentes entre sí, visibles en forma de lista. Se han utilizado para clasificar el tamaño de la organización.
- ✓ **Escala:** Son campos para responder entre varios valores dados. En nuestro caso se ha utilizado como base de las escalas de puntuación propuestas para cada ítem.
- ✓ **Cuadrícula:** Funciona como varios campos de escala "apilados", en los que se valoran distintos aspectos. Es apropiado para evaluar varios aspectos a la vez o para dar valores numéricos a varios campos a la vez. En nuestro caso se han utilizado para combinar varios ítems.

En los campos de texto, texto de párrafo y casillas de verificación pueden añadirse opciones de validación, para asegurarnos de que su contenido es adecuado. Por ejemplo: que la respuesta es un email válido, que tiene un número mínimo de caracteres, que se escogen al menos dos respuestas.

Indicadores	Preguntas y escalas	Grupo
0	Encabezado y solicitud de participación.	Texto introductorio y de agradecimiento
29	Escala Lickert 5 Completamente de acuerdo (1) De acuerdo (2) Ni de acuerdo, ni en desacuerdo (3) En desacuerdo (4) Completamente en desacuerdo (5)	Preguntas objetivo
4	Sector Número de empleados Facturación Anual Cargo del Encuestado	Preguntas de clasificación
2	Nombre Empresa Fecha (automática)	Preguntas de Identificación

Tabla 16. Estructura del cuestionario.

Fuente: Elaboración propia

Se ha prestado especial interés al número de ítems en cada pantalla. El número de pantallas total han sido una que ha requerido desplazamiento vertical, lo cual ha facilitado el tiempo invertido, la tasa de respuestas y en concreto a las tasas de finalización.

En la tabla 16 se ha recogido la estructura del cuestionario, cuya estructura lógica se ha basado en las indicaciones de Trespalacios et al. (2005).

El tiempo estimado de respuesta está dentro de los parámetros recomendados por este mismo autor, de forma que la encuesta auto-administrada se estima en algo más de cinco minutos y leída telefónicamente algo más de siete minutos.

Todas las preguntas del cuestionario fueron de respuesta obligatoria. El motivo es evitar valores extraños, a sabiendas de que este rigor puede invitar al abandono en la cumplimentación del cuestionario.

Según Campón (2013), cuando se realizan encuestas online, es importante seguir medidas para evitar que se produzca la multientrada y la consiguiente repetición de la encuesta. La más efectiva es el control de la IP, aunque la activación de cookies también es otra técnica muy extendida (siempre que el

usuario no las borre para eludir este control). Por lo que respecta a la primera medida, en nuestro país la mayoría de empresas y hogares acceden a Internet vía ADSL. Las líneas ADSL suelen tener asociada una IP no estática que, en muchos casos, cambia con sólo reiniciar el router local o remotamente. Por lo que respecta a la segunda, uno de los fallos detectados en Google Drive es precisamente la no activación de cookies. Por ello, en la presente investigación se decidió solicitar la inclusión del nombre de todas las organizaciones participantes en el propio cuestionario, lo que permitió detectar fácilmente posibles duplicidades y anular por completo la posibilidad de repetición en cuestionarios por parte de un mismo encuestado. En los pocos casos en los que se produjo dicha duplicidad, se ha escogido siempre el último cuestionario contestado, por entender que este refleja la opinión definitiva del encuestado, eliminando todos los anteriores.

Universidad de Sevilla - Dpto de Economía Financiera y Dirección de Operaciones

PROYECTO FACTORES CRÍTICOS DE ÉXITO DEL CLOUD COMPUTING

Modelo de Aceptación del Cloud Computing

El siguiente cuestionario pretende recoger información para conocer el grado de implantación del Cloud Computing en las Empresas, así como su modelo de implantación, financiación y productividad para hacer una autoevaluación previa en dicho ámbito, a modo de estudio de sus factores críticos.

Debe valorar el grado en el que cada uno de los siguientes ítems se cumple en su empresa. Le pedimos que sea franco en sus respuestas, ya que de la calidad de las mismas dependerá el valor de las conclusiones finales obtenidas y que podrá utilizar en su empresa si desea que le reenviemos un informe de las mismas.

La información que se le solicita será tratada de forma confidencial y agregada, manteniendo en todo momento el anonimato (de acuerdo a los preceptos que rigen en la Ley Orgánica 15/1999 de 13 de Diciembre, de Protección de Datos de Carácter Personal).

Le informamos que los datos personales que nos aporte a través de este formulario serán incluidos en un fichero cuyo responsable es el Departamento de Economía Financiera y Dirección de Operaciones de la Universidad de Sevilla con la finalidad de Actividad Investigadora dentro del Programa de Doctorado de este departamento. Por ello tiene derecho de acceso, rectificación, cancelación y oposición ante este departamento en la dirección Avda Ramón y Cajal, 1 de Sevilla.

Le agradecemos enormemente su participación y opinión en este trabajo.

Para cualquier duda o sugerencia no dude en enviar un email a pedropalos@economistas.org. Estaré encantado de atenderle.

***Obligatorio**

Por favor conteste a los siguientes ítems con la mayor sinceridad, gracias *

	Completamente de acuerdo	De acuerdo	Ni de acuerdo, ni en desacuerdo	En desacuerdo	Completamente en desacuerdo
1.- ¿El uso del Cloud computing en el trabajo permite hacer las tareas más rápidamente?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
2.- ¿Piensa que el uso del cloud computing mejora su rendimiento en el trabajo?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
3.- ¿El uso del Cloud computing en su trabajo	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Figura 26. Cuestionario online propuesto.

Fuente: Elaboración propia

Cuando el cuestionario está totalmente redactado de acuerdo con el diseño previsto, se debe someter a un control por especialistas para que hagan las consideraciones oportunas (Miquel et al., 2000). Por ello, una vez confeccionada su primera versión, el cuestionario fue revisado en dos rondas de entrevistas personales por dos investigadores en Sistemas de Información y profesores de la Universidad de Sevilla. Durante las entrevistas, presentamos y discutimos todos los elementos que medían inicialmente las respuestas de los entrevistados. Basándonos en esta primera ronda de entrevistas, varios ítems o preguntas fueron revisados y simplificados (MacKenzie, Podsakoff y Podsakoff, 2011). Por otra parte, se mejoró la secuencia de las preguntas adaptándolas a un propósito aleatorio (Straub, Boudreau y Gefen, 2004).

A continuación, el cuestionario resultante fue sometido a una prueba piloto que se realizó con una muestra de 22 empresas. Los encuestados completaron el cuestionario e informaron con sus comentarios sobre el texto, la longitud y preocupaciones, en el caso de que tuvieran alguna apreciación. Basándonos en los resultados de esta prueba previa, se examinó la validez y fiabilidad de nuestras escalas de medición con el programa SPSS.

Como resultado de este análisis y las observaciones formuladas por los encuestados en la prueba piloto, se revisaron algunos de los elementos del cuestionario como, por ejemplo, la adición de algunos artículos redactados negativamente. También se corrigieron algunas preguntas que presentaban respuestas contradictorias que se presumieron causadas por la ambigüedad con que se formularon o por falta de comprensión, añadiendo breves explicaciones de cómo contestarlas. Se revisó asimismo la posibilidad de que la redacción no tuviera la neutralidad exigible y se decidió cambiar el orden de las preguntas clasificatorias, que pasaron a situarse al final del cuestionario, para así evitar que la encuesta comenzase con preguntas relacionadas con datos tales como el número de trabajadores o la facturación de la empresa, que podrían resultar un tanto disuasorios en ese punto.

Finalmente, se revisó el formato gráfico con que se presentaron las preguntas, cambiando el formato en las preguntas de comportamiento con escalas,

pasando a una estructura de matriz que hiciera más corto el cuestionario en cuanto a tamaño de la página.

Después de realizar los cambios oportunos, se lanzó el cuestionario definitivo, el cual fue enviado por email cursando la siguiente invitación:

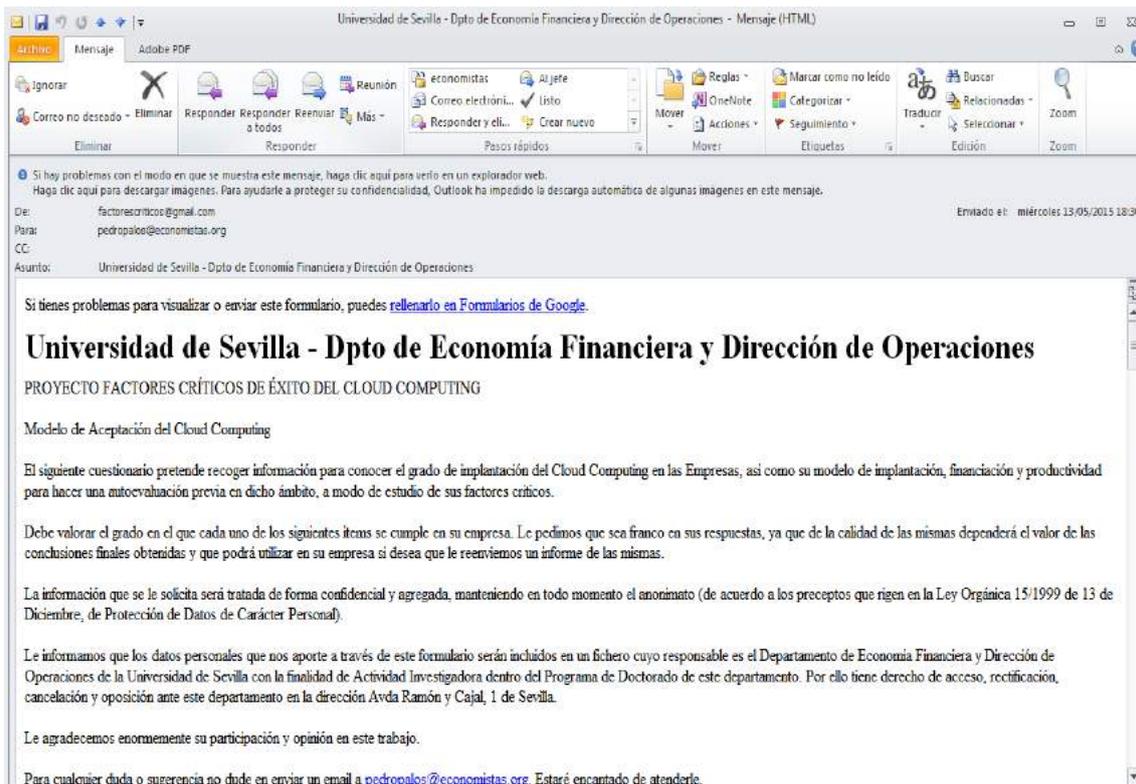


Figura 27. Modelo de email invitación.

Fuente: Elaboración propia

Las fechas del trabajo de campo, descontando el tiempo dedicado a la prueba piloto fueron desde el 23 de Octubre al 19 de Diciembre de 2014, prácticamente más de 2 meses de encuestación.

La siguiente tabla recoge a modo de resumen la Ficha Técnica del estudio de investigación llevado a cabo.

Universo poblacional objeto de estudio	Empresas que usan el cloud computing como componente estratégico
Ámbito	Andalucía
Método de recogida	Encuesta online
Tamaño de la población estimada	615 empresas
Fechas del trabajo de campo	Del 23 de Octubre al 19 de Diciembre de 2014
Respuestas válidas	150 de 161 cuestionarios recibidos

Tabla 17. Ficha Técnica de la Investigación.

Fuente: Elaboración propia

4.4 La medición de las variables. Identificación, selección y adaptación de indicadores

Una de las tareas fundamentales dentro del diseño de la investigación es la identificación de los ítems que servirán para medir las variables objeto de estudio y ayudarán a conformar el modelo. Como se explicará en el siguiente capítulo, siguiendo las recomendaciones de MacKenzie et al. (2005) y Campón, Alves y Hernández (2013), se han seleccionado indicadores de tipo reflectivo para medir los diferentes constructos, ya que la propia observación del sentido en que se construyen las variables así parece indicarlo. Por otra parte, el uso de indicadores reflectivos para medir las variables es habitual en los estudios de adopción de tecnologías cloud encontrados en la Literatura (véase, por ejemplo, Saedi et al, 2013; Gupta et al., 2013; Senk, 2013).

Según MacKenzie et al. (2005), con el empleo de un único ítem es muy complicado que se pueda alcanzar la amplitud del dominio de la variable investigada. Además, con frecuencia no es posible observar directamente los constructos y es preciso el empleo de un conjunto de indicadores que permitan la medida indirecta de los mismos. Se hace necesario, por tanto, entender e interpretar correctamente el método de medición de dichos constructos

minimizando los errores. Por ello, en la presente tesis doctoral se ha decidido utilizar varios identificadores o ítems para medir las diferentes variables incluidas en las hipótesis propuestas. Como puede verse en la Tabla siguiente, la mayoría de los constructos cuentan con un máximo de 4 indicadores, siendo la “intención de uso” y “tamaño de la organización” (2 ítems) los que presentan menos ítems y el “apoyo de la alta dirección” (AAD), la “percepción de facilidad de uso” (PFU), la percepción de utilidad (PU), formación (FP) y la complejidad tecnológica (CT) (4 ítems) los que cuentan con un número mayor de ellos. En dicha tabla, todos los ítems han sido codificados a partir de las iniciales de la variable a estudiar y un número asociado a cada pregunta.

Por lo que respecta a la operacionalización de las variables, resulta imprescindible seleccionar los ítems adecuados para que la medida de los constructos empleados en el modelo de investigación sea adecuada y se alcancen resultados significativos. Para ello, se ha realizado una extensa revisión de la literatura sobre aceptación, uso e implantación de las TIC, procurando seleccionar los ítems más adecuados, tanto para los constructos que componen el modelo TAM, como para la medición de las demás variables externas que completan el modelo propuesto por esta tesis.

Centrándonos en los constructos clásicos del TAM (Percepción de Utilidad, Percepción de Facilidad de Uso, Intenciones de Uso y Actitudes hacia el Sistema), la principal fuente empleada para la extracción de los ítems es el trabajo de Davis (1989). Son muy numerosas las investigaciones que han aplicado estos ítems adaptándolos a la tecnología objeto de estudio (véase, por ejemplo, Bruner y Kumar, 2005; Calisir y Calisir, 2004; Joo y Sang, 2013; Lee y Lehto, 2013; Venkatesh y Davis, 2000), quedando contrastada ampliamente su fiabilidad para medir los constructos asociados.

En las citadas investigaciones se determinan una serie de indicadores para valorar el compromiso de la alta dirección en la implantación y en la obtención de altos rendimientos de las TIC. En la Tabla siguiente están reflejados todos los ítems empleados para medir cada variable del modelo, así como las principales investigaciones previas que han servido como fuente.

Constructo	Ítems	Adaptado de
Percepción de utilidad	(PU1) El uso del cloud computing en el trabajo, permite hacer las tareas más rápidamente.	Bueno y Salmerón (2008) Gangwar et al. (2015)
	(PU2) El uso del cloud computing mejora mi rendimiento en el trabajo.	Hartono et al. (2014) Hong et al. (2011)
	(PU3) El uso del cloud computing en mi trabajo, incrementa mi productividad.	Kim et al. (2009) Kim y Forsythe (2009)
	(PU4) El uso del cloud computing refuerza mi efectividad en el trabajo.	Moqbel et al. (2014) Ortega-Egea y Román González (2011) Parveen y Sulaiman (2008) Shih y Huang (2009) Wu (2011)

Constructo	Ítems	Adaptado de
Percepción de facilidad de uso	(PFU1) Mi interacción con el sistema cloud computing es clara y comprensible.	Bueno y Salmerón (2008) Burda y Teuteberg, (2014)
	(PFU2) Trabajar con el sistema cloud computing no requiere mucho esfuerzo mental.	Gangwar et al. (2015) Hartono et al. (2014)
	(PFU3) Encuentro que el sistema cloud computing es fácil de usar.	Hong et al. (2011) Kim et al. (2009)
	(PFU4) Es fácil encontrar en el sistema cloud computing lo que quiero hacer.	Kim y Forsythe (2009) Lee et al. (2010) Liu et al. (2010) Moqbel et. al. (2014). Ortega-Egea y Román González (2011) Parveen y Sulaiman (2008) Robinson et al. (2005) Son et al. (2010)

Tabla 18. Ítems o identificadores. Operacionalización de las variables.

Constructo	Ítems	Adaptado de
Actitudes hacia el sistema	(AHS1) El sistema cloud computing me proveerá acceso a la mayoría de los datos.	Bueno y Salmerón (2008) Hartono et al. (2014)
	(AHS3) El sistema cloud computing será/es mejor que la anterior Tecnología de la Información.	Hong et al. (2011) Kim et al. (2009)
	(AHS4) El sistema cloud computing proveerá información exacta.	Kim y Forsythe (2008) Ortega-Egea y Román González (2011)
	(AHS5) El sistema cloud computing proveerá información integrada, oportuna y fiable.	Robinson et al. (2005) Senk (2013)

Constructo	Ítems	Adaptado de
Intenciones de uso	(IU1) Espero usar el sistema cloud computing.	Bueno y Salmerón (2008) Gangwar et al. (2015)
	(IU2) Espero que la información del nuevo sistema de cloud computing sea útil.	Hartono et al. (2014) Kim et al. (2009) Moqbel et al. (2014) Parveen y Sulaiman (2008) Shih y Huang (2009) Wu (2011)

Constructo	Ítems	Adaptado de
Apoyo de la alta dirección	(AAD1) La alta dirección está interesada en el sistema de cloud computing.	Bueno y Salmerón, (2008) Gangwar et al. (2015)
	(AAD2) La alta dirección comprende la importancia del sistema de cloud computing.	Igbaria et al. (1997) Rajan y Baral (2008)
	(AAD3) La alta dirección apoya al sistema de cloud computing.	Shih y Huang (2009) Son et al. (2010)
	(AAD5) La alta dirección comprende las oportunidades del sistema de cloud computing.	

Tabla 18. Ítems o identificadores. Operacionalización de las variables (2).

Constructo	Ítems	Adaptado de
Complejidad de la tecnología	(CT1) Es difícil comprender lo que hace el sistema de cloud computing.	Bueno y Salmerón (2008) Gangwar et al. (2015)
	(CT2) Usar el sistema de cloud computing me ocupa demasiado tiempo.	Rajan y Baral (2008) Son et al. (2010)
	(CT3) Necesito mucho esfuerzo para aprender a usar el sistema cloud computing.	Teo (2009)
	(CT4) En general, el sistema de cloud computing es muy complejo de usar.	
Constructo	Ítems	Adaptado de
Comunicación	(CO1) Existe una comunicación fluida con respecto al sistema de cloud computing.	Al-Jabri (2015) Amoako-Gyampah y Salam (2004)
	(CO3) No existen obstáculos para tratar el tema del cloud computing.	Bueno y Salmerón (2008) Kerimoglu y Basoglu (2005)
	(CO5) Considero que la información que recibo del sistema de cloud computing es sincera.	Lee et al. (2010) Low et al. (2011) Oliveira et al. (2014) Tsai et al. (2010)
Constructo	Ítems	Adaptado de
Formación del personal	(FP1) La formación recibida fue completa.	Al-Jabri (2015)
	(FP3) La formación recibida me proporciona confianza en el sistema de cloud computing.	Amoako-Gyampah y Salam (2004) Bueno y Salmerón (2008)
	(FP4) La formación fue adecuadamente extensa y detallada.	Gallego et al. (2015) Gangwar et al. (2015)
	(FP5) Los formadores eran conocedores del sistema de cloud computing y me permitían conocerlo.	Lee et al. (2010) Son et al. (2010)
Constructo	Ítems	Adaptado de
Tamaño de la Organización	(TO1) ¿Cuál es el volumen de ingresos o ventas de la organización?	Hsu et al (2014) Low et al. (2011)
	(TO2) Indique el número de trabajadores de la organización.	Messerschmidt y Hinz (2013) Oliveira et al. (2014) Ramdani et al. (2009)

Tabla 18. Ítems o identificadores. Operacionalización de las variables (3).
Fuente: elaboración propia

Por lo que respecta a la puntuación de los diferentes ítems, se han utilizado escalas Likert de 5 respuestas en los 29 indicadores empleados más 2 indicadores adicionales que son FAC (Facturación) y NTR (Número de Trabajadores), que provienen de las preguntas clasificatorias, pero que se han utilizado también como identificadores. Los atributos asociados a las puntuaciones en los cuestionarios empleados fueron los siguientes: “completamente de acuerdo” (5), “de acuerdo” (4), “ni de acuerdo, ni en desacuerdo” (3), “en desacuerdo” (2), “completamente en desacuerdo” (1). En el anexo 1 se reproduce el cuestionario. Estas escalas también pueden verse en el anexo 2 donde se reproduce el cuestionario y la codificación de variables.

Como afirma Medina (2005), la popularidad entre los investigadores de este tipo de escala de puntuación se basa en su facilidad de uso y gestión y en la capacidad de respuesta de los encuestados. Se trata además de una escala usada con gran frecuencia en Sistemas de Información y, en los últimos años, varios autores la han utilizado en investigaciones sobre la adopción de tecnologías cloud (véase, por ejemplo, Gangwar et al., 2015; Gupta et al., 2013; Oliveira, 2014).

4.5 Metodología empleada para el análisis de los datos

Para realizar la caracterización de la muestra (apartado 5.1) y el análisis descriptivo los ítems propuestos en el cuestionario (5.2) se emplearon estadísticos descriptivos habituales como distribuciones de frecuencias, medias, desviaciones típicas, modas y valores mínimos y máximos.

Por lo que respecta al análisis explicativo asociado a las comparaciones de submuestras en función de diferentes variables categóricas o clasificatorias (apartado 5.3), se utilizó la Prueba de t para muestras independientes, precedida siempre por el Test de Levene para comprobar la igualdad o no de las varianzas. El análisis de los apartados 5.1 a 5.3 se realizó a partir del software estadístico IBM SPSS (versión 20).

Por lo que respecta al contraste de las hipótesis relacionadas con el modelo conceptual propuesto (apartado 5.4), se ha aplicado la técnica *Partial Least Squares* (PLS) para la estimación de modelos de ecuaciones estructurales (SEM, Structural Equations Models) basados en la varianza. El software utilizado ha sido SmartPLS 2.0., seleccionado tanto por su capacidad de resolución gráfica del modelo, como por el conjunto de métodos estadísticos aplicados. A continuación comentaremos algunos aspectos que nos han llevado al empleo de PLS.

La evaluación de modelos de ecuaciones estructurales o SEM es una de las técnicas de análisis multivariante que aporta mayores beneficios, muy especialmente a la hora de evaluar estadísticamente un importante número de cuestiones que guardan relación entre sí. Para analizar los factores críticos de la aceptación y uso de la tecnología en las empresas, se han utilizado múltiples técnicas y métodos que se suelen basar en el concepto general de una imagen compuesta por diversos atributos que poseen una valoración diferente en la construcción de dicha imagen. En la actualidad existen dos claras líneas que abundan en este tipo de análisis: la *metodología estructural* y la *no estructural* (Figura 28).

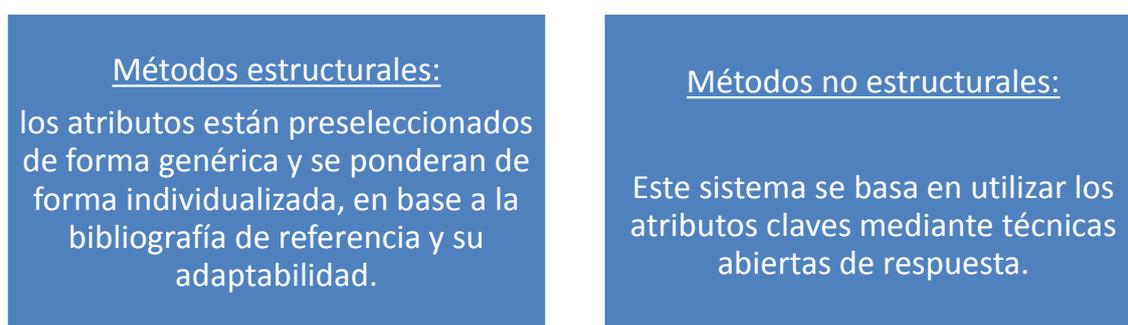


Figura 28. Tipos de métodos de análisis de datos.

Fuente: Elaboración propia

En la presente investigación, la metodología estructural ha sido considerada la opción más adecuada. Para Fornell y Bookstein (1982) los modelos de ecuaciones estructurales (SEM) son muy adecuados en Ciencias Sociales y

cuentan con una gran aceptación en estudios económicos y de dirección de organizaciones. Los modelos de ecuaciones estructurales resultan además una buena elección cuando lo que se pretende hacer es conocer el comportamiento simultáneo de relaciones de dependencia. En ese sentido, los SEM van más allá de lo que se consigue alcanzar con diversas y variadas técnicas de carácter multivariable, como la regresión múltiple o el análisis factorial (Kahn, 2006). Las principales características de la metodología de ecuaciones estructurales están reflejadas en la Figura 29.



Figura 29. Características de la metodología SEM.

Fuente: Basado en Barclay et al. (1995), Chin (1998) y Fornell y Bookstein (1982).

Los SEM dan la opción de usar distintas medidas para conseguir la adecuada representación de las variables latentes, controlando el error de cada identificador, lo que permite alcanzar una mayor validez en la medición

(Cupani, 2012). Por su parte, Lee (2002) afirma que la mayor aportación de los SEM es permitir la evaluación de modelos que pertenecen al plano teórico y, con ello, investigar en el campo de las relaciones causales partiendo de datos de origen no experimental. Aunque los SEM no demuestran la existencia de tales relaciones causales, aportan la posibilidad de elegir correctamente las hipótesis, de forma que se puedan desechar aquellas relaciones cuyos comportamientos estadísticos son contrarios a los datos disponibles. Por tanto, permiten establecer un análisis que facilita posteriormente evaluar qué relaciones son representativas en un plano empírico (Weston y Gore, 2006).

Gracias al desarrollo de los Sistemas de Información, se ha podido extender el uso de métodos y técnicas multivariadas. Como se verá en el apartado 5.4, el análisis secuencial del modelo de medida y del modelo estructural es una de las principales funciones de las técnicas para la resolución de los SEM. Para evaluar el modelo de medida tendremos que estudiar conceptos como validez y fiabilidad de las variables. Para conseguir evaluar el modelo estructural debemos estudiar las relaciones entre constructos y ver si son de naturaleza independiente o dependiente (Joreskog y Sorbom, 1993). En la Figura 30 se recogen las principales técnicas y aplicaciones para la evaluación de los modelos de ecuaciones estructurales.

Como antes se señaló, para el contraste de las hipótesis asociadas al modelo conceptual de la presente investigación se optó por el empleo de la técnica *Partial Least Squares*. PLS es un método especialmente recomendado para la investigación exploratoria y permite modelar constructos latentes tanto con indicadores formativos como reflectivos (Hijo y Benbasat, 2007).

Los métodos basados en el análisis de las covarianzas (MBC) buscan proporcionar una descripción de los mecanismos causales, pero requieren realizar suposiciones restrictivas con respecto a la teoría subyacente, la distribución de los datos y los niveles de medida de las variables (Cepeda y Roldán, 2004). Estas restricciones llevan a lo que Falk y Miller (1992) definen como *sistema cerrado* y a una modelización rígida. No obstante, en las Ciencias Sociales puede resultar muy difícil la aplicación de este tipo de modelización. De este modo, surgen técnicas como PLS, que son importantes

allí donde se den las condiciones teóricas y empíricas de las Ciencias Sociales o del comportamiento de usuarios o consumidores. Para Cepeda y Roldán (2004) PLS un método estimativo de la probabilidad de un acontecimiento en virtud de la información disponible sobre otros acontecimientos, siendo especialmente de aplicación cuando no se producen las condiciones de un sistema cerrado.

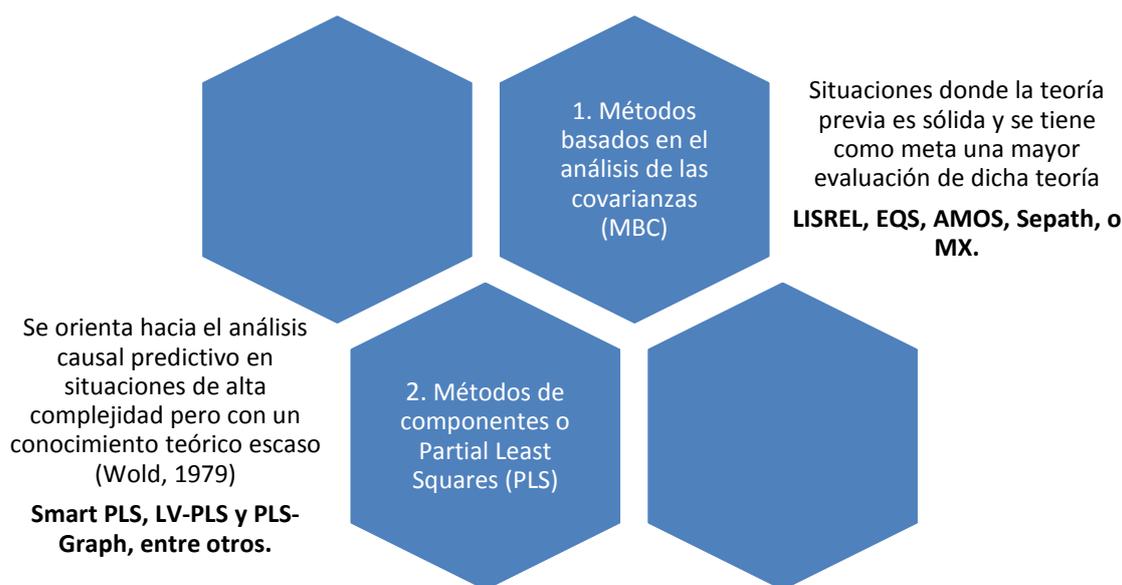


Figura 30. Técnicas de evaluación de los modelos SEM.

Fuente: Basado en Cepeda y Roldán (2004)

Son varias las razones por las que finalmente se optó por esta técnica de evaluación de SEM:

- ✓ En primer lugar, PLS no impone requisitos de normalidad en los datos, lo que ya permitía evitar una importante restricción de partida.
- ✓ Se trata de una técnica indicada para la predicción de variables dependientes mediante muestras pequeñas (Reinartz et al., 2009; Chin, 2010), adaptándose bien a la muestra de 150 organizaciones finalmente conseguida en la presente tesis doctoral. De hecho, en comparación con los métodos basados en las covarianzas, PLS requiere muchas menos observaciones para alcanzar un determinado nivel de

significación estadística y 100 casos pueden llegar a ser suficientes para alcanzar un nivel mínimo de significación, dado un cierto nivel de calidad en el modelo de medida (Reinartz et al., 2009). Para estos mismos autores, PLS debería ser el método elegido en todas aquellas situaciones en las que el número de observaciones esté por debajo de 250 (400 en el caso de modelos de medidas menos fiables). Más adelante se incluirán algunas reflexiones adicionales sobre el tamaño de la muestra utilizada y el empleo de PLS.

- ✓ Además, PLS es más adecuado cuando el objetivo que se persigue es predecir e investigar fenómenos relativamente nuevos (Chin y Newsted, 1999), como es el caso de la tecnología cloud.
- ✓ PLS es también la elección correcta cuando el modelo es complejo, con un gran número de indicadores y/o variables latentes (Chin, 2010; Hair et al., 2011), independientemente del nivel de fortaleza del contexto teórico (Chin, 2010). Como se vio en el apartado anterior, el número de indicadores es elevado en algunos de los constructos utilizados en la presente investigación, como el “apoyo de la alta dirección”, que alcanza los 7, o la “comunicación”, que cuenta con 6 ítems.
- ✓ Finalmente, PLS es un método de evaluación de modelos de ecuaciones estructurales ampliamente utilizado en investigaciones en Dirección de Empresas. En la Figura 31, se recogen algunos ejemplos de su empleo en trabajos recientes de Sistemas de Información y cloud computing.

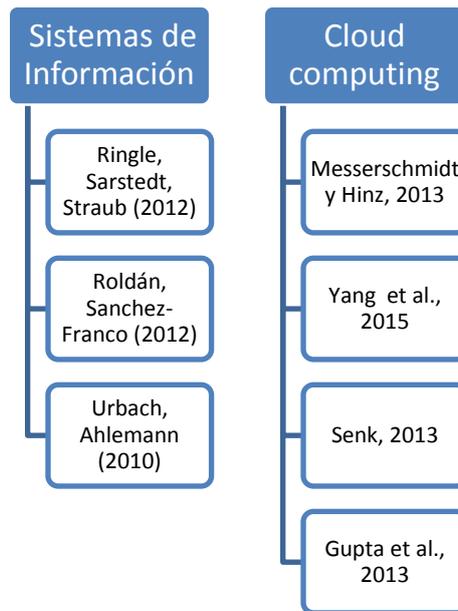


Figura 31. Ejemplos de aplicaciones del PLS.

Elaboración propia.

Para finalizar el presente apartado, se harán algunas precisiones sobre la adecuación del empleo de PLS en función del tamaño de la muestra finalmente conseguida y el número de predictores e indicadores del modelo conceptual propuesto.

Como antes se ha señalado, PLS es una técnica adecuada para trabajar con muestras pequeñas (Chin, 2010), ya que descompone el modelo general complejo en segmentos sobre los que realiza regresiones simples y múltiples. La muestra mínima requerida será aquella que sirva de base a la regresión múltiple más compleja incluida en el modelo (Barclay et al., 1995). Dado que en el modelo propuesto en la presente investigación todos los constructos son de carácter reflectivo, para determinar la regresión múltiple de mayor complejidad se ha de tener en cuenta el mayor número de constructos exógenos que anteceden a un constructo dependiente como *predictores* de la regresión. Se trata, por tanto, de determinar el mayor número de caminos estructurales que se dirigen a un constructo endógeno concreto dentro del modelo estructural. Como se puede ver en la Figura 33, nuestro modelo conceptual tiene un máximo de 3 predictores, que se da en el caso de la variable “Intención de uso”.

En una primera aproximación, se podría emplear la regla heurística consistente en fijar un tamaño mínimo muestral resultante de multiplicar por 10 el mayor número de caminos estructurales (3 en nuestro caso, según acabamos de ver) que se dirigen a un constructo endógeno particular del modelo estructural (Barclay et al., 1995; Chin et al., 2003). Por tanto, en base a esta regla, el tamaño mínimo muestral sería de 30 empresas (3 x 10).

No obstante, es necesario realizar también un *análisis de potencia*. En efecto, uno de los factores empíricos que se deben considerar para saber si el tamaño de las observaciones estudiadas es adecuado es el llamado “*effect size*” o “*efecto tamaño*”, que expresa la magnitud real que está presente del efecto que se analiza (Cohen, 1988). Este autor introduce varios conceptos asociados al efecto tamaño, los cuales se han recogido en la Figura 32:

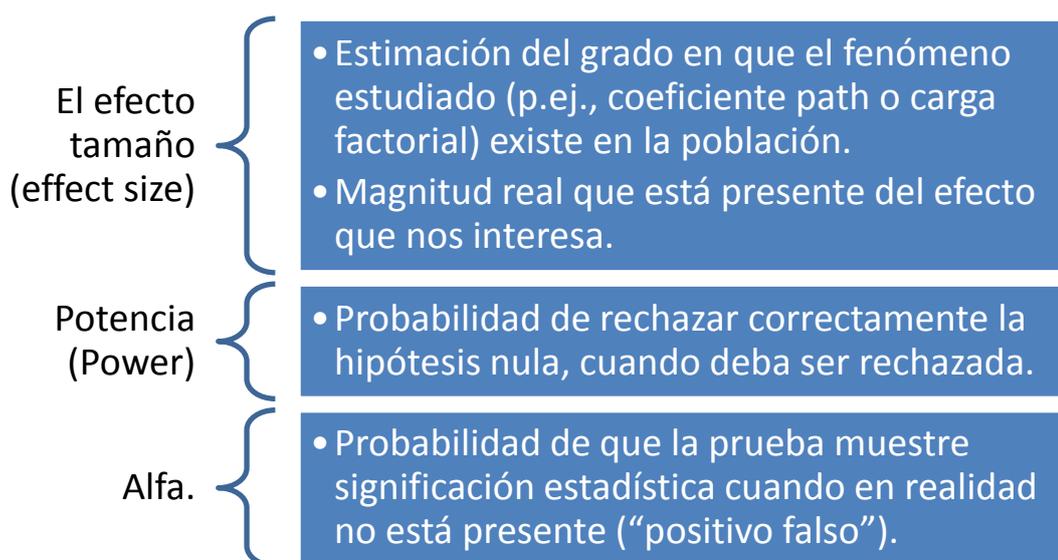


Figura 32. El efecto tamaño

Fuente: Elaboración propia, basada en Roldán y Cepeda (2014)

La significación estadística puede ser insuficiente en situaciones prácticas, donde la magnitud del efecto observado es fundamental. Los procedimientos estadísticos relacionados con el tamaño del efecto persiguen conocer cuánta relevancia tiene el efecto obtenido. Para ello, se pueden utilizar las llamadas “tablas de potencia” de Cohen (1988) o bien la aproximación a dichas tablas desarrolladas por Green (1991). En la Tabla siguiente, se recogen los tamaños de muestra requeridos para testar hipótesis con variables independientes,

asumiendo una Potencia igual a 0,8 y un valor de Alfa igual a 0,05 (Green, 1991).

Nº de predictores	"efecto tamaño"		
	pequeño	mediano	grande
1	390	53	24
2	481	66	30
3	547	76	35
4	599	84	39
5	645	91	42
6	686	97	46
7	726	102	48
8	757	108	51
9	788	113	54

Tabla 19. Tamaños de muestra basados en el análisis de la potencia
Fuente: basado en Green (1991)

Según la tabla anterior, para alcanzar una potencia del 80% con un efecto tamaño medio hacen falta 97 casos. En consecuencia, con la muestra de 150 empresas finalmente conseguida, que se muestra muy por encima de los 97 casos, se alcanzaría una potencia muy superior a ese 80% y los efectos estadísticamente significativos pueden considerarse relevantes en nuestra investigación.

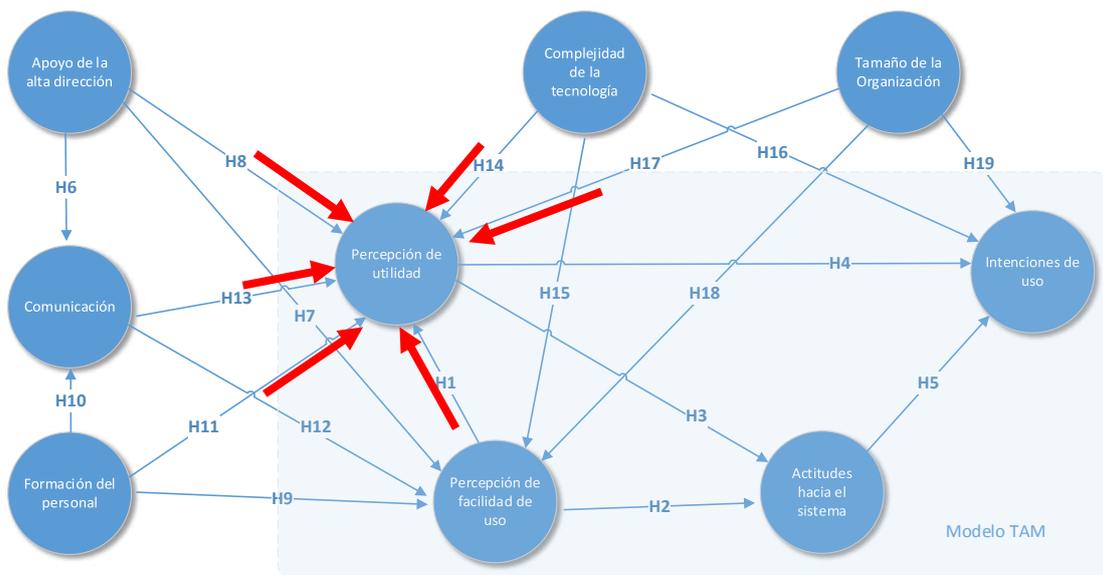


Figura 33. Variable endógena de mayor número de constructos antecedentes
Fuente: elaboración propia

Otro de los factores empíricos a tener en cuenta es el conocido como “Consistency at large”. Debido al método de estimación seguido por PLS (las puntuaciones de los constructos son estimados como agregaciones ponderadas de sus indicadores), puede existir un sesgo e inconsistencia en las cargas factoriales (que sobreestiman) y en los coeficientes path (que se minusvaloran) (Fornell y Cha, 1992). Este problema se corrige bajo la llamada “consistencia *at large*”, que implica que las estimaciones de PLS tienden a los valores reales cuando hay aumento en el tamaño de la muestra y en el número de indicadores para cada variable latente (Wold, 1985).

De este modo, según la investigación de Chin et al. (2003), se obtienen altos niveles de significación para muestras de 100 casos con constructos de seis indicadores, o de 150 casos con constructos de cuatro indicadores. En nuestro caso, dado que los nueve constructos del modelo conceptual propuesto presentan una media de 4,55 identificadores y la muestra es de 150 organizaciones, se dan las condiciones para que PLS pueda proporcionar esos altos niveles de significación.

Capítulo 5

ANÁLISIS DE DATOS

5 Análisis de Datos

5.1 Caracterización del perfil de la muestra

A continuación se presentan algunas distribuciones de frecuencias sobre la muestra empleada en esta investigación. Esta caracterización permite realizar una descripción de las organizaciones que forman parte del universo objeto de estudio. Se debe recordar que el nexo común de todas ellas es, además de pertenecer a la Comunidad Andaluza, el empleo de la Tecnología cloud computing en sus diferentes vertientes de forma regular, constituyendo un elemento estratégico en sus servicios.

Por lo que respecta a la facturación de las empresas participantes, el 62% presentan un volumen inferior a 500.000 € anuales, seguidas del 15,3% con una facturación anual de entre 500.000 y un millón de euros y el 13,3% con un volumen comprendido entre 1 y 10 millones, cifras ya de mayor calado y tamaño empresarial.

Sector	Frecuencia	%
<500000€	93	62,0
Subtotal <0,5 M €	93	62,0
De 500 a 1M €	23	15,3
De 1M a 10M €	20	13,3
De 10 a 25M €	2	1,3
De 25 a 50 M €	4	2,7
> 50 M €	8	5,3
Subtotal > 0,5 M €	57	38,0
Total	150	100

Tabla 20. Facturación. Descriptivos.

Fuente: elaboración propia.

En cuanto al número de trabajadores, más de la mitad de las organizaciones encuestadas (57,7%) tienen menos de 10 empleados, siendo por tanto pymes o micropymes.

Le siguen con un 24% y un 15,3% empresas de mayor tamaño, con números comprendidos entre 10 y 25 y entre 25 y 100 trabajadores respectivamente.

Sector	Frecuencia	%
<10T	76	50,7
Subtotal <10T	76	50,7
De 10 a 25T	36	24,0
De 25 a 100T	23	15,3
De 100 a 250T	3	2,0
> 250T	12	8,0
Subtotal >10T	74	49,3
Total	150	100

Tabla 21. Número de Trabajadores. Descriptivos

Fuente: elaboración propia.

En cuanto a los sectores de las empresas que han participado en la encuesta, se pueden distinguir 12 sectores profesionales distintos. En este apartado destaca con fuerza el sector servicios con un 48,7%, casi la mitad de las empresas participantes, seguido del sector TIC con un 22%. El resto está muy atomizado, destacando algo más educación, con un 7,3%, o construcción con un 4% al igual que consultoría/ingeniería de organización.

Por último hay que distinguir un reducido número organizaciones que, aunque no son estrictamente empresas, presentan también un empleo estratégico de los sistemas cloud en su prestación de servicios. Nos referimos a organismos intermedios tales como asociaciones de servicios u organizaciones empresariales.

Sector	Frecuencia	%
TIC	33	22,0
Subtotal TIC	33	22,0
Servicios	73	48,7
Educación	11	7,3
Construcción y Obra Civil	6	4,0
Consultoría/Ingeniería de Organización	6	4,0
Organismos intermedios	6	4,0
Comercio	5	3,3
Industrial	5	3,3
Sanidad	2	1,3
Hostelería	1	0,7
Agrícola	1	0,7
Transporte	1	0,7
Subtotal No TIC	117	78,0
Total	150	100

Tabla 22. Sectores Profesionales. Descriptivos

Fuente: elaboración propia.

Por lo que respecta a los cargos o puestos que desempeñan las personas encargadas de responder la encuesta, se debe recordar que los cuestionarios fueron respondidos por la dirección o por personas indicadas por esta por tener un mayor conocimiento del proceso de adopción de los sistemas cloud dentro de la organización. Como se refleja en la Tabla 23, un 52,7% han sido directivos (divididos en altos directivos y mandos intermedios), seguidos de técnicos con un 47,3%.

Cargo o Puesto		Frecuencia	%
Directivos	Alto Directivo	51	34,0
	Mando Intermedio	28	18,7
	Subtotal	79	52,7
No Directivos	Técnico	71	47,3
	Subtotal	71	47,3
	Total	150	100,0

Tabla 23. Cargo o Puesto desempeñado. Descriptivos

Fuente: elaboración propia.

De cara a la comparación de muestras que se realizará en el apartado 5.3.1, los cargos y puestos de encuestados se han reagrupado en dos submuestras: por un lado, una de *directivos*, que está formada por directivos y mandos intermedios, y por otro, una de *no directivos*, formado por el resto de puestos técnicos. Estas submuestras están formadas por 79 y 71 miembros respectivamente.

5.2 Análisis descriptivo

A continuación se realizará un análisis descriptivo de los diferentes ítems incluidos en el cuestionario, ordenados según el constructo al que están asociados. La Tabla 24 recoge, para cada uno de estos indicadores, su media, la desviación típica, el valor mínimo y máximo y la moda. Hay que recordar que los atributos asociados a las puntuaciones en los cuestionarios empleados fueron los siguientes: “completamente de acuerdo” (5), “de acuerdo” (4), “ni de acuerdo, ni en desacuerdo” (3), “en desacuerdo” (2), “completamente en desacuerdo” (1).

Como se puede observar, en general, las medias reflejan altos niveles de acuerdo con las sentencias planteadas. En el caso de los ítems relacionados con Percepción de Utilidad (PU), Percepción de Facilidad de Uso (PFU), Actitudes Hacia el Sistema (AHS) e Intención de Uso (IU) se alcanzan promedios cercanos a los 5 puntos (“completamente de acuerdo”).

Constructo	Variable	Media	Desviación típica	Valor mínimo	Valor máximo	Moda
PERCEPCIÓN UTILIDAD (PU)	PU1	4,63	0,789	1	5	5
	PU2	4,65	0,752	1	5	5
	PU3	4,62	0,774	1	5	5
	PU4	4,58	0,780	1	5	5
PERCEPCIÓN FACILIDAD DE USO (PFU)	PFU1	4,58	0,658	1	5	5
	PFU2	4,42	0,929	1	5	5
	PFU3	4,52	0,683	2	5	5
	PFU4	4,39	0,767	2	5	5
ACTITUDES HACIA EL SISTEMA (AHS)	AHS1	4,60	0,733	1	5	5
	AHS2	4,57	0,680	2	5	5
	AHS3	4,45	0,840	2	5	5
	AHS4	4,53	0,692	3	5	5
INTENCION DE USO (IU)	IU1	4,79	0,513	1	5	5
	IU2	4,71	0,562	2	5	5
APOYO ALTA DIRECCIÓN (AAD)	AAD1	4,39	0,925	1	5	5
	AAD2	4,39	0,982	1	5	5
	AAD3	4,35	0,990	1	5	5
	AAD4	4,29	1,020	1	5	5
COMPLEJIDAD TECNOLÓGICA (CT)	CT1	2,31	1,285	1	5	1
	CT2	1,91	1,105	1	5	1
	CT3	1,92	1,156	1	5	1
	CT4	1,89	1,024	1	5	1
COMUNICACIÓN (CO)	CO1	3,99	1,033	1	5	4
	CO2	4,14	1,056	1	5	5
	CO3	4,37	,972	1	5	5
FORMACIÓN DEL PERSONAL (FP)	FP1	3,87	1,228	1	5	5
	FP2	4,07	1,109	1	5	5
	FP3	3,97	1,178	1	5	5
	FP4	4,08	1,138	1	5	5

Tabla 24. Medias y Desviaciones por constructos e identificadores.
Fuente: elaboración propia.

Además, la desviación típica de estos ítems, tomada como medida del grado de dispersión de los datos con respecto al valor promedio, es en general baja. Ello, unido a que la moda, el valor con una mayor frecuencia en la distribución de datos, de todo este grupo de indicadores es 5 y, por tanto, muy próxima a la media, permite concluir que existe un importante consenso entre los encuestados a la hora de mostrar su acuerdo con tales aspectos.

En el extremo opuesto, estarían los ítems relacionados con la Complejidad Tecnológica (CT1: “Es difícil comprender lo que hace el sistema de cloud computing”; CT2: “Usar el sistema de cloud computing me ocupa demasiado tiempo”; CT3: “Necesito mucho esfuerzo para aprender a usar el sistema cloud computing”; CT4: “En general, el sistema de cloud computing es muy complejo de usar”). Los promedios presentados por estos últimos indicadores y el valor de la moda (1) indican que, en términos agregados, los encuestados no perciben los sistemas cloud como especialmente complejos. No obstante, la dispersión de las valoraciones es mucho mayor, siendo las desviaciones típicas más elevadas, lo que unido al valor más bajo de los promedios implica unos coeficientes de variación que superan el 50% y confirma esa mayor disparidad en las respuestas.

5.3 Análisis comparativo

A continuación se exponen los resultados del análisis explicativo realizado al contrastar las diferencias en valoraciones de los ítems del cuestionario en función de variables categóricas o clasificatorias, como el puesto desempeñado por la persona que responde el cuestionario, el sector al que pertenece la empresa o su tamaño medido en número de empleados y facturación. En todos los casos se realizan análisis de muestras independientes a partir de las pruebas t de Student o ANOVA de un factor para los ítems relacionados con la Intención de uso, ya que este constructo se ha definido como el comportamiento previo que se tiene a la hora de usar los sistemas cloud computing. Asimismo, se han incluido en este análisis los indicadores de otras variables del modelo que se consideran especialmente relacionadas con las diferentes variables clasificatorias.

5.3.1 Análisis por cargo o puesto

En primer lugar, se evaluará el grado de influencia del cargo que ocupa en la organización la persona que respondió al cuestionario. Para ello, como se apuntó en el apartado 5.2., se ha dividido la muestra en dos submuestras, que están diferenciadas en función de si el encuestado es o no directivo de la empresa. Las submuestras resultantes no son exactamente iguales, pero sí son similares en tamaño (79 y 71 miembros, respectivamente).

La Tabla 25 recoge las medias y desviaciones típicas obtenidas por ambas submuestras en los ítems que guardan más relación con el área de Recursos Humanos (Apoyo de la Alta Dirección, Comunicación, Complejidad Tecnológica y Formación del Personal), los cuales podrían estar más influidos por el cargo que ocupa la persona dentro de la organización (directivo o no directivo).

	Nº de Trabajadores	Tamaño de la muestra	Media	Desviación típica	Error típico
AAD1	No directivo	71	4,34	1,055	0,125
	Directivo	79	4,43	0,796	0,090
AAD2	No directivo	71	4,34	1,082	0,128
	Directivo	79	4,43	0,887	0,100
AAD3	No directivo	71	4,32	1,066	0,127
	Directivo	79	4,37	0,922	0,104
AAD4	No directivo	71	4,38	1,019	0,121
	Directivo	79	4,22	1,021	0,115
CO1	No directivo	71	2,00	1,134	0,135
	Directivo	79	2,58	1,355	0,152
CO2	No directivo	71	1,62	0,962	0,114
	Directivo	79	2,19	1,251	0,141
CO3	No directivo	71	4,07	1,138	0,135
	Directivo	79	3,92	0,931	0,105
CT1	No directivo	71	2,00	1,134	0,135
	Directivo	79	2,58	1,355	0,152
CT2	No directivo	71	1,61	0,870	0,103
	Directivo	79	2,19	1,220	0,137
CT3	No directivo	71	1,62	0,962	0,114
	Directivo	79	2,19	1,251	0,141
CT4	No directivo	71	1,63	0,832	0,099
	Directivo	79	2,13	1,125	0,127
FP1	No directivo	71	3,87	1,444	0,171
	Directivo	79	3,72	1,320	0,148
FP2	No directivo	71	3,92	1,350	0,160
	Directivo	79	3,86	1,238	0,139
FP3	No directivo	71	4,69	0,689	0,082
	Directivo	79	4,33	1,034	0,116
FP4	No directivo	71	3,90	1,244	0,148
	Directivo	79	3,85	1,220	0,137
IU1	No directivo	71	4,83	0,414	0,049
	Directivo	79	4,75	0,588	0,066
IU2	No directivo	71	4,79	0,445	0,053
	Directivo	79	4,63	0,644	0,072

Tabla 25. Relación muestras directivos y no directivos.

Fuente: elaboración propia.

Antes de aplicar la prueba t de Student, que permite determinar si existen diferencias estadísticamente significativas al comparar los promedios de las dos submuestras independientes, es necesario realizar el Test de Levene para comprobar si las varianzas son o no diferentes. Se dice que un modelo predictivo presenta homocedasticidad cuando la varianza del error de la variable endógena se mantiene a lo largo de las observaciones. Por tanto para llevar a cabo el test de hipótesis que conduce a la prueba de t, necesitamos ver si se cumple esa condición previamente.

Las Tablas 22, 23 y 24 recogen los resultados del test de Levene y de la prueba t de Student. El Test de Levene contrasta la hipótesis nula de que las varianzas son iguales. Por tanto, si la significación que acompaña al valor del estadístico F es menor que 0,05 rechazamos dicha hipótesis nula y aceptamos que las varianzas son distintas. En el caso de la prueba t, se plantea la hipótesis nula de que las medias son iguales. Por tanto, si la significación bilateral es menor que 0,05, aceptamos la hipótesis alternativa y la diferencia en las medias de ambas submuestras.

Prueba de t o de igualdad de medias	Test de Levene		t	Sign. bilateral	Diferencia de medias
	F	Sig.			
AAD1 Se han asumido varianzas iguales	2,610	0,108	-0,609	0,543	-0,092
AAD2 Se han asumido varianzas iguales	0,759	0,385	-0,574	0,567	-0,092
AAD3 Se han asumido varianzas iguales	0,777	0,379	-0,266	0,791	-0,043
AAD4 Se han asumido varianzas iguales	0,240	0,625	0,989	0,324	0,165

Tabla 26. Prueba de t para el cargo en la organización (I)

Fuente: Elaboración propia.

Prueba de t o de igualdad de medias	Test de Levene		t	Significación bilateral	Diferencia de medias
	F	Sig.			
CT1 No se han asumido varianzas iguales Las medias son distintas	6,588	0,011	-2,863	0,005	-0,582
CT2 No se han asumido varianzas iguales Las medias son distintas	5,997	0,016	-3,401	0,001	-0,584
CT3 No se han asumido varianzas iguales Las medias son distintas	4,994	0,027	-3,146	0,002	-0,570
CT4 Se han asumido varianzas iguales Las medias son distintas	2,489	0,117	-3,069	0,003	-0,493
CO1 Se han asumido varianzas iguales	1,713	0,193	0,866	0,388	0,146
CO2 Se han asumido varianzas iguales Las medias son distintas	0,055	0,815	2,206	0,029	0,376
CO3 Se han asumido varianzas iguales	1,534	0,217	-0,173	0,863	-0,028
FP1 Se han asumido varianzas iguales	0,550	0,459	0,265	0,792	0,053
FP2 Se han asumido varianzas iguales	1,236	0,268	-0,697	0,487	-0,127
FP3 Se han asumido varianzas iguales	1,060	0,305	-0,781	0,436	-0,151
FP4 Se han asumido varianzas iguales	1,278	0,260	-1,104	0,271	-0,205

Tabla 27. Prueba de t para el cargo en la organización (II)

Fuente: Elaboración propia.

Prueba de t o de igualdad de medias	Test de Levene		t	Sign. bilateral	Diferencia de medias
	F	Sig.			
IU1 Se han asumido varianzas iguales	3,346	0,069	1,004	0,317	0,084
IU2 No se han asumido varianzas iguales	10,935	0,001	1,738	0,084	0,156

Tabla 28. Prueba de t para el cargo en la organización (III)

Fuente: Elaboración propia.

Como se puede comprobar, en la mayoría de los casos planteados no se producen diferencias estadísticamente significativas entre directivos y no directivos, con excepción de los ítems señalados (CT1: “Es difícil comprender lo que hace el sistema cloud computing” ,CT2: “Usar el sistema de cloud computing me ocupa demasiado tiempo”; CT3: “Necesito mucho esfuerzo para

aprender a usar el sistema cloud computing”; CT4: “En general, el sistema de cloud computing es muy complejo de usar”; CO2: “No existen obstáculos para tratar el tema del cloud computing”). En el caso de los ítems relacionados con la complejidad tecnológica los *no directivos* muestran promedios más bajos, en tanto que en el de comunicación son los *directivos* los que presentan una media superior.

En primer lugar, conviene destacar que no existen diferencias entre *directivos* y *no directivos* en lo que respecta a la Intención de uso de los sistemas cloud. Por lo que respecta a los ítems de Comunicación, en general, los *directivos* obtienen una media más alta, es decir, valoran más positivamente la importancia de la comunicación interna en la implantación del cloud computing. En cualquier caso, esta diferencia sólo llega a ser estadísticamente significativa en el mencionado indicador CO3.

Finalmente, por lo que respecta a la Complejidad tecnológica, teniendo en cuenta la redacción de los ítems, las valoraciones de los *no directivos* muestran una menor percepción de complejidad sobre los sistemas cloud que las de los *directivos*, para los cuales usar el cloud supone más tiempo y esfuerzo de aprendizaje y una mayor complejidad de uso.

5.3.2 Análisis por sector productivo

La siguiente prueba que realizamos tiene relación con el sector al que pertenece la organización del profesional que ha respondido al cuestionario. Además de incluir la Intención de uso en la comparación, asumimos que puede existir dependencia entre el sector de la empresa y la PFU y PU porque las empresas del sector TIC pueden combinar mejor los conocimientos, prácticas y experiencias para atender tanto la infraestructura de tecnología de información de una organización como a las personas que lo utilizan.

Este tipo de empresas asumen responsabilidades por el hecho de trabajar en el sector TIC, como la selección de productos de hardware y software adecuados

para una organización. Entre otras atribuciones, estas empresas integran los productos con las necesidades y la infraestructura organizativa, la instalación, la adaptación y el mantenimiento de los Sistemas de Información, proporcionando así un entorno seguro y eficaz que apoya las actividades de los usuarios del sistema de una organización.

En base a esto, dividiremos la muestra en dos submuestras de las que realizaremos comparaciones de varianzas y medias. Distinguimos, por tanto, entre empresas TIC y el resto de sectores, asumiendo que la Intención de Uso y, sobre todo, la Percepción de la Utilidad o de la Facilidad de Uso podrían ser diferentes. Los tamaños submuestrales son, respectivamente, de 33 empresas TIC y 117 del resto de sectores económicos.

Como queda reflejado en la Tabla 25, las desviaciones típicas son muy bajas, lo que significa que no existe demasiada dispersión de los valores. Así mismo, las medias en casi todos los casos están entre 4 y 5, es decir, “completamente de acuerdo” o “de acuerdo” con la pregunta que se somete a cuestionario.

SECTOR		Media	Desviación típica	Error típico
PU1	Otros	4,68	0,786	0,073
	TIC	4,48	0,795	0,138
PU2	Otros	4,72	0,717	0,066
	TIC	4,39	0,827	0,144
PU3	Otros	4,67	0,777	0,072
	TIC	4,45	0,754	0,131
PU4	Otros	4,65	0,758	0,070
	TIC	4,33	0,816	0,142
PFU1	Otros	4,62	0,691	0,064
	TIC	4,42	0,502	0,087
PFU2	Otros	4,56	0,792	0,073
	TIC	3,91	1,182	0,206
PFU3	Otros	4,60	0,657	0,061
	TIC	4,24	0,708	0,123
PFU4	Otros	4,45	0,737	0,068
	TIC	4,15	0,834	0,145
IU1	Otros	4,79	0,518	0,048
	TIC	4,76	0,502	0,087
IU2	Otros	4,74	0,528	0,049
	TIC	4,58	0,663	0,115

Tabla 29. Medias y desviaciones por sectores.

Fuente: elaboración propia

Como se puede ver en la Tabla 30, los resultados arrojan datos que muestran un comportamiento distinto de las organizaciones en función de si pertenecen o no al sector TIC en algunos de los ítems, los cuales se han señalado en la tabla (PU2: “El uso del cloud computing mejora el rendimiento en el trabajo”; PFU2: “Trabajar con el sistema cloud computing no requiere mucho esfuerzo mental”; PFU3: “Encuentro que el sistema de cloud computing es fácil de usar”; PFU4: “Es fácil encontrar en el sistema cloud computing lo que quiero hacer”). En todos ellos las empresas del sector TIC muestran promedios inferiores.

		Test de Levene		Prueba de t para igualdad varianzas		
		F	Sig.	t	Sig. (bilateral)	Diferencia medias
PU1	Se han asumido varianzas iguales	1,387	0,241	1,226	0,222	0,190
PU2	No se han asumido varianzas iguales Medias distintas	5,059	0,026	2,044	0,047	0,324
PU3	Se han asumido varianzas iguales	1,386	0,241	1,418	0,162	0,212
PU4	Se han asumido varianzas iguales	3,536	0,062	1,996	0,052	0,316
PFU1	Se han asumido varianzas iguales	0,469	0,495	1,547	0,124	0,200
PFU2	No se han asumido varianzas iguales Medias distintas	7,207	0,008	2,999	0,005	0,655
PFU3	Se han asumido varianzas iguales Medias distintas	0,000	0,983	2,700	0,008	0,356
PFU4	Se han asumido varianzas iguales Medias distintas	0,053	0,818	2,015	0,046	0,301
IU1	Se han asumido varianzas iguales	0,372	0,543	0,368	0,713	0,037
IU2	No se han asumido varianzas iguales	6,163	0,014	1,340	0,187	0,168

Tabla 30. Prueba de t para sectores económicos.

Fuente: Elaboración propia.

Por tanto, el sector al que pertenece la organización ha tenido especial relevancia en la Percepción de facilidad de uso y algo en la Percepción de utilidad. Por el contrario, no existen diferencias significativas en lo que a Intención de uso se refiere.

En el caso de la Percepción de Facilidad de uso, los tres indicadores con diferencias significativas muestran que las empresas del sector TIC perciben que es necesario un mayor esfuerzo de adaptación al nuevo sistema y que no es tan fácil usarlo y encontrar soluciones o respuestas a las necesidades como manifiestan las empresas de otros sectores.

5.3.3 Análisis por número de trabajadores y facturación

Existen diversas medidas a la hora de clasificar el tamaño de las empresas en pequeñas, medianas y grandes. Así, por ejemplo, en la Unión Europea se considera microempresa a «toda entidad que ejerce una actividad económica, ocupa a menos de 10 personas y tiene un volumen de negocios o un balance general anual que no supera los 2 millones de euros». En España, según el Directorio Central de Empresas (DIRCE, 2012), existen un 95,2% de empresas que se ajustan a ese perfil de microempresa en lo que al número de trabajadores se refiere. Asimismo, el número de empresas que facturan menos de 2 millones de euros constituyen el 97,4% del total.

Por otra parte, en el estudio sobre cloud realizado por Gupta et al. (2013) se consideran “microempresas” (SOHO, Small Office - Home Office) aquellas que cuentan con entre 1 y 10 empleados, “pequeñas empresas” aquellas que tienen de 11 a 99 empleados y “medianas empresas” las que cuentan con entre 100 y 200 empleados.

En la presente investigación, teniendo en cuenta el perfil de las empresas que componen la muestra objeto de estudio, se analizará la posible influencia del tamaño de la empresa en función de los siguientes factores:

- Facturación anual mayor o menor de 500.000 € anuales.
- Número de trabajadores mayor o menor a 10.

Además de incluir la Intención de uso en el análisis comparativo, se ha considerado interesante añadir en dicho análisis los ítems de dos variables que podrían guardar una mayor relación con el tamaño de la empresa, precisamente por la diferencia y complejidad de recursos que se pueden llegar a gestionar en función de esta variable categórica: Actitud hacia el sistema y Complejidad tecnológica.

A continuación, se detallan las medias, desviaciones típicas y tamaño de las submuestras. En el primer caso, si dividimos por el volumen de facturación de la organización, que se distinguió entre 6 niveles, que van desde menos de 500.000 € (93 organizaciones) hasta más de 50 M € (8 organizaciones).

FAC		AHS1	AHS2	AHS3	AHS4	IU1	IU2	CT1	CT2	CT3	CT4
<500.000 € (N=93)	\bar{x}	4,76	4,70	4,62	4,69	4,83	4,76	2,06	1,78	1,75	1,78
	σ	0,559	0,586	0,721	0,589	0,524	0,559	1,258	1,072	1,080	1,020
De 500 a 1M € (N=23)	\bar{x}	4,78	4,70	4,78	4,78	4,83	4,83	2,22	1,83	1,87	1,74
	σ	0,518	0,559	0,671	0,518	0,491	0,388	1,278	0,984	1,424	0,810
De 1M a 10M € (N=20)	\bar{x}	3,90	4,10	3,80	3,85	4,55	4,35	2,95	2,60	2,40	2,45
	σ	1,071	0,852	0,894	0,671	0,510	0,671	1,099	1,273	1,142	1,234
De 10 a 25M € (N=2)	\bar{x}	3,50	4,50	4,00	4,00	4,50	4,50	3,50	2,00	2,50	2,50
	σ	0,707	0,707	0,000	0,000	0,707	0,707	0,707	1,414	0,707	0,707
De 25 a 50 M € (N=4)	\bar{x}	4,25	4,00	3,00	4,00	5,00	5,00	2,50	1,25	1,50	1,75
	σ	0,957	0,816	0,816	0,816	0,000	0,000	1,291	0,500	0,577	0,500
> 50 M € (N=8)	\bar{x}	4,38	4,13	4,00	4,00	4,75	4,50	3,38	2,25	2,88	2,13
	σ	0,744	0,835	0,926	0,926	0,463	0,535	1,188	1,035	0,835	0,991
Total (N=150)	\bar{x}	4,60	4,57	4,45	4,53	4,79	4,71	2,31	1,91	1,92	1,89
	σ	0,733	0,680	0,840	0,692	0,513	0,562	1,285	1,105	1,156	1,024

Tabla 31. Facturación. Medias y desviaciones típicas.

Fuente: Elaboración propia

La tabla 32 recoge los resultados del estadístico ANOVA de un factor realizado con cada uno de los ítems en función de la facturación. Asimismo, incluye los correspondientes análisis post hoc en aquellos casos en los que se demuestran diferencias significativas.

Ítems / Variables depend.	ANOVA	Test de Levene	Comparaciones con diferencias		Dif. de medias (I-J)	Post Hoc		
			(I)	(J)		Test	Error Estándar	Sig.
AHS1	F=7,407 Sig.=0,000	F=2,886 Sig.=0,016	<500000 €	De 1M a 10M €	0,863	Games-Howell	0,246	0,022
			De 500 a 1M €	De 1M a 10M €	0,883		0,263	0,026
AHS2	F=4,454 Sig.=0,001	F=1,997 Sig.=0,083	<500000 €	De 1M a 10M €	0,599	HSD Tukey	0,159	0,003
			De 500 a 1M €	De 1M a 10M €	0,596		0,197	0,034
AHS3	F=8,622 Sig.=0,000	F=2,153 Sig.=0,063	<500000 €	De 1M a 10M €	0,824	HSD Tukey	0,185	0,000
			<500000 €	De 25 a 50M €	1,624		0,383	0,001
			De 500 a 1M €	De 1M a 10M €	0,983		0,229	0,000
			De 500 a 1M €	De 25 a 50M €	1,783		0,406	0,000
AHS4	F=8,983 Sig.=0,000	F=1,971 Sig.=0,086	<500000 €	De 1M a 10M €	0,838	HSD Tukey	0,152	0,000
			<500000 €	>50 €	0,688		0,227	0,033
			De 500 a 1M €	De 1M a 10M €	0,933		0,188	0,000
			De 500 a 1M €	>50 €	0,783		0,252	0,028
CT1	F=3,411	F=0,285	De 1M a 10M €	<500000 €	0,885	HSD Tukey	0,305	0,047
CT2	F=2,368	F=0,695	De 1M a 10M €	<500000 €	0,815	HSD Tukey	0,266	0,031
CT3	F=2,508	F=1,216	-	-	-	HSD Tukey	-	-
CT4	F=1,777	F=0,977	-	-	-	-	-	-
IU1	F=1,284	F=1,627	-	-	-	-	-	-
IU2	F=2,632 Sig.=0,026	F=2,766 Sig.=0,020	De 25 a 50M €	<500000 €	0,237	Games-Howell	0,058	0,001
			De 25 a 50M €	De 1M a 10M €	0,650		0,150	0,004

Tabla 32. Anova de un Factor – Facturación anual.

Fuente: Elaboración propia

Cuando los resultados del test de Levene muestran que no hay varianzas iguales, se utiliza el test Games-Howell para obtener información más detallada sobre el origen de las diferencias. En caso contrario se usa el test HSD Tukey.

Como se puede comprobar, en el caso de la facturación hay diferencias significativas en todos los ítems, menos en CT4 (“en general, el sistema de cloud computing es muy complejo de usar”) e IU1 (“espero usar el sistema cloud computing”). Un caso especial es el de CT3 (“necesito mucho esfuerzo para aprender a usar el sistema cloud computing”): aunque el análisis ANOVA muestra diferencias significativas en la comparación conjunta de medias, la comparación por pares del test de Tukey no evidencia ningún par con medias significativamente diferentes.

Como se puede ver, en general, las organizaciones que facturan <500.000 y de 500 a 1M € (I) presentan una media significativamente superior a las que tienen una facturación comprendida entre 1 y 10M (J). Así, se puede observar que “el sistema cloud da acceso a la mayoría de los datos” (AHS1), “el sistema cloud computing será/es mejor que la anterior Tecnología de la Información” (AHS2), “el sistema cloud computing proveerá información exacta” (AHS3) o “el sistema cloud computing proveerá información integrada, oportuna y fiable” (AHS4), presentan mayores medias en las organizaciones más pequeñas.

En el caso de la complejidad tecnológica se presentan diferencias significativas en los ítems CT1 (“es difícil comprender lo que hace el sistema de cloud computing”) y CT2 (“usar el sistema de cloud computing me ocupa demasiado tiempo”). En ambos casos, las empresas con una facturación comprendida entre 1 y 10M, presentan una media significativamente superior que aquellas otras con una facturación inferior a los 500.000 €.

En cuanto a la Intención de uso, las empresas con una facturación comprendida entre 25 y 50M presentan una media significativamente superior a aquellas otras con una facturación respectiva de menos de 500.000€ y de 1 a 10M en el ítem IU2 (“espero que la información del nuevo sistema de cloud computing sea útil”).

Por su parte, las tablas 33 y 34 recogen, respectivamente, los descriptivos y los resultados del estadístico ANOVA de un factor realizado con cada uno de los ítems en función del número de trabajadores.

NTR		AHS1	AHS2	AHS3	AHS4	IU1	IU2	CT1	CT2	CT3	CT4
<10 T (N=76)	\bar{x}	4,67	4,62	4,50	4,57	4,79	4,71	2,34	2,04	2,00	2,04
	σ	0,641	0,632	0,792	0,660	0,573	0,607	1,381	1,194	1,222	1,125
De 10 a 25 T (N=36)	\bar{x}	4,78	4,75	4,58	4,67	4,83	4,81	1,78	1,64	1,64	1,53
	σ	0,485	0,554	0,841	0,632	0,447	0,401	0,898	0,798	1,018	0,609
De 25 a 100 T (N=23)	\bar{x}	4,17	4,35	4,35	4,39	4,78	4,61	2,39	1,70	1,65	1,74
	σ	1,114	0,832	0,832	0,783	0,422	0,656	1,234	1,063	0,982	0,964
De 100 a 250 T (N=3)	\bar{x}	4,33	4,33	4,67	4,33	4,33	4,67	3,33	3,00	3,00	3,00
	σ	1,155	0,577	0,577	0,577	0,577	0,577	1,155	2,000	2,000	2,000
> 250 T (N=12)	\bar{x}	4,50	4,17	3,92	4,17	4,75	4,58	3,25	2,08	2,50	2,08
	σ	0,674	0,835	1,084	0,835	0,452	0,515	1,138	0,996	0,905	0,900
Total (N=150)	\bar{x}	4,60	4,57	4,45	4,53	4,79	4,71	2,31	1,91	1,92	1,89
	σ	0,733	0,680	0,840	0,692	0,513	0,562	1,285	1,105	1,156	1,024

Tabla 33. Número trabajadores. Medias y desviaciones típicas.

Fuente: Elaboración propia

Como se puede ver, los resultados del ANOVA sólo muestran diferencias significativas en AHS1, AHS2, CT1 y CT4, pero al aplicar los correspondientes tests post hoc, sólo es posible encontrar pares con diferencias significativamente estadísticas en el caso CT1 (“es difícil de comprender lo que hace el sistema de cloud computing”). En este caso concreto, las empresas con más de 250 trabajadores presentan una media significativamente superior a las de 10 a 25 trabajadores.

Ítems / Variables depend.	ANOVA	Test de Levene	Comparaciones con diferencias significativas		Dif. de medias (I-J)	Post Hoc		
			(I)	(J)		Test	Error Estándar	Sig.
AHS1	F=2,955 Sig.=0,022	F=5,471 Sig.=0,000	-	-	-	Games-Howell	-	-
AHS2	F=2,595 Sig.=0,039	F=3,685 Sig.=0,007	-	-	-	Games-Howell	-	-
AHS3	F=1,667 Sig.=0,161	F=1,391 Sig.=0,240	-	-	-	-	-	-
AHS4	F=1,541 Sig.=0,193	F=1,493 Sig.=0,207	-	-	-	-	-	-
CT1	F=3,952 Sig.=0,004	F=3,155 Sig.=0,016	>250 T	De 10 a 25 T	1,472	Games-Howell	0,361	0,007
CT2	F=1,865 Sig.=0,120	F=1,122 Sig.=0,349	-	-	-	-	-	-
CT3	F=2,433 Sig.=0,050	F=0,800 Sig.=0,527	-	-	-	-	-	-
CT4	F=2,768 Sig.=0,030	F=2,075 Sig.=0,087	-	-	-	HSD Tukey	-	-
IU1	F=0,671 Sig.=0,613	F=0,261 Sig.=0,903	-	-	-	-	-	-
IU2	F=0,596 Sig.=0,666	F=1,804 Sig.=0,131	-	-	-	-	-	-

Tabla 34. Anova de un Factor – Número de Trabajadores

Fuente: Elaboración propia

5.4 Análisis del modelo de aceptación con PLS

Para llevar a cabo este apartado se han utilizado todos los análisis propios de un modelo PLS con ítems de carácter reflectivo (Cepeda y Roldán, 2004). Como veremos, todos los indicadores empleados en esta investigación cumplen las condiciones para ser de esa naturaleza. Adicionalmente, se debe añadir que, como se indicó en la revisión de la Literatura, dentro de la escasez de trabajos existente sobre cloud, se han encontrado un significativo número de estudios relacionados con modelos de adopción que utilizan PLS e indicadores reflectivos en su mayoría (véase, por ejemplo, Messerschmidt (2013), Gupta et al (2013) y Senk (2013)).

El modelo propuesto fue interpretado y analizado en dos etapas (Hulland, 1999):

1ª Etapa: Valoración del modelo de medida, determinando su validez y fiabilidad.

2ª Etapa: Valoración del modelo estructural.

Este proceso en dos etapas nos permitirá alcanzar conclusiones sobre la base de un modelo adecuado para ello.

5.4.1 Valoración del modelo de medida

5.4.1.1 Delimitación entre indicadores reflectivos y formativos

La evaluación del modelo implica analizar la fiabilidad y validez de las medidas utilizadas para representar cada constructo (Chin, 2010). El empleo de múltiples indicadores en los constructos suele considerarse el mejor de los caminos posibles para tener la certeza de conseguir la validez y fiabilidad (Cook y Campbell, 1979). Por tanto, para empezar a valorar el modelo de medida, es necesario diferenciar entre identificadores reflectivos y formativos (MacKenzie et al., 2005).

Para Fornell (1982) existen relaciones epistémicas que vinculan la teoría (los constructos) y los datos (los indicadores), existiendo dos clases de vinculaciones según el sentido de la flecha entre constructo e indicador. En el caso de los identificadores reflectivos, las flechas irán en el sentido del indicador porque es allí donde se refleja el constructo en cuanto a sus efectos, mientras que para formativos, que forman o crean el constructo, irán en el sentido del constructo.

La delimitación entre ambos tipos de indicadores viene dada por el carácter endógeno o exógeno del indicador y por su grado de dependencia respecto a los de su misma clase en cuanto a la alteración de la significación del modelo (Jarvis et al., 2003). En los indicadores reflectivos podemos encontrar reglas de selección, como por ejemplo el grado en que se comparten cuestiones comunes y si se pueden agrupar con otros que compartan la temática del constructo. Todo esto no ocurre con los indicadores formativos, que tienen un carácter más exógeno y no han de compartir esa temática conceptual. Por otra parte, mientras que la eliminación de un ítem formativo afecta a la significación del modelo, esto no tiene por qué ocurrir en el caso de los ítems reflectivos (Jarvis et al., 2003; Mackenzie y Podsakoff, 2003).

Mackenzie y Podsakoff (2003) ofrecen un completo marco referencial sobre el carácter de los indicadores, distinguiendo cuatro criterios que se analizarán y aplicarán en la presente investigación:

1. Dirección de la causalidad: En los indicadores formativos el constructo es determinado por sus medidas, por lo que, como hemos dicho anteriormente, cambios en los indicadores causan cambios en el constructo agregado. Sin embargo, en los reflectivos ocurre que los cambios en el constructo implican cambios en los indicadores, ya que la dirección de la causalidad va en ese sentido.
2. Medidas intercambiables: Los indicadores formativos no comparten conceptos comunes y se dice que capturan aspectos únicos y definitorios. Por ello, la omisión de un indicador de este tipo supone omitir una parte del constructo (Bollen y Lennox, 1991). En cambio, los

reflectivos sí que comparten conceptos y, por tanto, son intercambiables al ser manifestaciones equivalentes del mismo constructo.

3. Covarianza de las medidas: Los indicadores formativos no requieren covariar unos con otros. Por el contrario, es necesario que los reflectivos tengan una alta covariación, ya que comparten tema en común.
4. Similitud de las redes nomológicas de los indicadores: Se trata de preguntar si los indicadores tienen los mismos antecedentes y consecuencias y, en el caso de los reflectivos, así debe ser.

En base a los cuatro criterios que se acaban de exponer, los indicadores con los que trabaja la presente investigación son todos de carácter reflectivo. La Tabla 35 recoge los diferentes constructos incluidos en el modelo y sus indicadores reflectivos.

Constructos	Indicadores			
Percepción Utilidad	PU1	PU2	PU3	PU4
Percepción Facilidad de Uso	PF1	PF2	PF3	PF4
Actitud hacia el Sistema	AHS1	AHS3	AHS4	AHS5
Intención de Uso	IU1	IU2		
Apoyo Alta Dirección	AAD1	AAD2	AAD3	AAD5
Complejidad tecnológica	CT1	CT2	CT3	CT4
Comunicación	CO1	CO3	CO5	
Formación del Personal	FP1	FP3	FP4	FP5

Tabla 35. Relación de constructos e indicadores reflectivos.

Fuente: elaboración propia

A continuación se analizan los atributos de validez y fiabilidad del modelo de medida por medio de las siguientes pruebas:

1. Fiabilidad individual de cada ítem
2. Consistencia interna o fiabilidad de cada escala o constructo
3. Validez convergente
4. Validez discriminante.

5.4.1.2 *La Fiabilidad individual de los ítems: cargas (λ)*

El objetivo de esta fase es medir las cargas (λ) del indicador, siendo habitual establecer el nivel mínimo para su aceptación como parte del constructo en $\lambda \geq 0,707$ (Carmines y Zeller, 1979). La comunalidad de una variable (λ^2) manifiesta es aquella parte de su varianza que es explicada por el factor o constructo (Bollen, 1989). Por tanto, un valor $\lambda \geq 0,707$ indica que cada medida representa al menos el 50% ($0,707^2 = 0,5$) de la varianza de la construcción subyacente (Henseler et al., 2009). Aquellos indicadores que no alcancen ese mínimo deberían ser depurados (Barclay, Higgins y Thompson, 1995).

No obstante, otros autores divergen de esta regla, al considerarla excesivamente rígida en las etapas iniciales del desarrollo de escalas y, en general, en materias poco estudiadas, aceptando en esos casos valores mínimos superiores a 0,5 o 0,6 (Barclay, 1995; Chin, 1998). En cualquier caso, el valor que se ha decidido adoptar en el presente estudio es 0,707. Como se puede apreciar en la Tabla 36, las cargas de los ítems del modelo indican que todos son consistentes en términos de fiabilidad individual al cumplir todos que $\lambda \geq 0,707$.

Constructos/ Indicadores	Carga
<i>Percepción Utilidad</i>	
(PU1) El uso del cloud computing en el trabajo, permite hacer las tareas más rápidamente.	0,89
(PU2) El uso del cloud computing mejora mi rendimiento en el trabajo.	0,942
(PU3) El uso del cloud computing en mi trabajo, incrementa mi productividad.	0,916
(PU4) El uso del cloud computing refuerza mi efectividad en el trabajo.	0,908
<i>Percepción Facilidad de Uso</i>	
(PFU1) Mi interacción con el sistema cloud computing es clara y comprensible.	0,903
(PFU2) Trabajar con el sistema cloud computing no requiere mucho esfuerzo mental.	0,887
(PFU3) Encuentro que el sistema cloud computing es fácil de usar.	0,851
(PFU4) Es fácil encontrar en el sistema cloud computing lo que quiero hacer.	0,802
<i>Actitud hacia el Sistema</i>	
(AHS1) El sistema cloud computing me proveerá acceso a la mayoría de los datos.	0,814
(AHS3) El sistema cloud computing será mejor que la anterior Tecnología de la	0,812
(AHS4) El sistema cloud computing proveerá información exacta.	0,901
(AHS5) El sistema cloud computing proveerá información integrada, oportuna y fiable.	0,868
<i>Intención de Uso</i>	
(IU1) Espero usar el sistema cloud computing.	0,893
(IU2) Espero que la información del nuevo sistema de cloud computing sea útil	0,93
<i>Apoyo de la Alta Dirección</i>	
(AAD1) La alta dirección está interesada en el sistema de cloud computing.	0,854
(AAD2) La alta dirección comprende la importancia del sistema de cloud computing.	0,946
(AAD3) La alta dirección apoya al sistema de cloud computing.	0,953
(AAD5) La alta dirección comprende las oportunidades del sistema de cloud computing.	0,883
<i>Complejidad tecnológica</i>	
(CT1) Es difícil comprender lo que hace el sistema de cloud computing.	0,724
(CT2) Usar el sistema de cloud computing me ocupa demasiado tiempo.	0,932
(CT3) Necesito mucho esfuerzo para aprender a usar el sistema cloud computing.	0,922
(CT4) En general, el sistema de cloud computing es muy complejo de usar.	0,914
<i>Comunicación</i>	
(CO1) Existe una comunicación fluida con respecto al sistema de cloud computing.	0,867
(CO3) No existen obstáculos para tratar el tema del cloud computing.	0,787
(CO5) Considero que la información que recibo del sistema de cloud computing es sincera.	0,865
<i>Tamaño de la Organización</i>	
(FAC) Facturación anual de la Organización.	0,957
(NTR) Número de Trabajadores de la Organización.	0,885
<i>Formación del Personal</i>	
(FP1) La formación recibida fue completa.	0,936
(FP3) La formación recibida me proporciona confianza en el sistema de cloud computing.	0,949
(FP4) La formación fue adecuadamente extensa y detallada.	0,974
(FP5) Los formadores eran conocedores del sistema de cloud computing y me permitían conocerlo.	0,953

Tabla 36. Medición de la fiabilidad antes de eliminación.

Fuente: elaboración propia

Por lo que respecta a la eliminación o depuración de ítems que no llegan a la fiabilidad mínima establecida, Hair et al. (2014) afirman que:

- Indicadores con cargas entre 0,4 y 0,7 podrían eliminarse de una escala si su supresión conduce a un incremento del AVE (o CR) por encima del valor del umbral sugerido (AVE = 0,5; CR = 0,7).
- Indicadores débiles se mantienen en ocasiones sobre la base de su contribución a la validez de contenido.
- Indicadores muy débiles ($\leq 0,4$) deberían ser siempre eliminados.

Por otra parte, según Cepeda y Roldán (2014), la eliminación de unos pocos ítems no fiables no afectará a los valores estimados por PLS y/o, en el peor de los casos, reducirá un poco la estimación del camino estructural. En PLS, la inclusión de estos ítems poco fiables únicamente va a ayudar a extraer aquella información útil que se halla disponible en el indicador para poder así crear una mejor puntuación del constructo. Como a los indicadores con cargas factoriales más bajas se les asocia pesos más bajos, podemos afirmar que su participación en la obtención de la puntuación de la variable latente será menos importante. Para algunos autores, como Chin (2010), este tipo de ítems se deberían incluir en el análisis a no ser que el peso de los mismos no sea significativamente diferente de 0.

En nuestro caso, dado los resultados obtenidos, no se ha tenido que eliminar ningún ítem.

5.4.1.3 El Análisis de la consistencia interna

5.4.1.3.1 El alfa de Cronbach

Para realizar un examen de la consistencia de un constructo se utilizarán el alfa de Cronbach y su fiabilidad compuesta (CR, *Composite Reliability*). Esta evaluación mide la consistencia de un constructo en base a sus indicadores (Götz, Liehr-Gobbers y Krafft, 2010), es decir, el rigor con que estos ítems están midiendo la misma variable latente.

El alfa de Cronbach determina un índice de consistencia para cada constructo y presenta valores comprendidos entre 0 y 1. El límite inferior para aceptar la fiabilidad del constructo se suele establecer entre 0,6 y 0,7 (Hair et al., 2005). La mayor validez estará en valores próximos a 1.

La tabla 37 recoge el cálculo del coeficiente Alpha de todos los constructos del modelo. Como se puede comprobar todos los coeficientes presentan valores muy superiores a 0,7, lo que confirmaría la elevada consistencia interna de todas las variables latentes.

Constructos	Alfa de Cronbach	Fiabilidad compuesta
<i>Actitud hacia el Sistema</i>	0,871	0,912
<i>Apoyo de la Alta Dirección</i>	0,93	0,951
<i>Complejidad tecnológica</i>	0,899	0,93
<i>Comunicación</i>	0,795	0,878
<i>Formación del Personal</i>	0,966	0,975
<i>Intención de Uso</i>	0,8	0,908
<i>Percepción Facilidad de Uso</i>	0,884	0,92
<i>Percepción Utilidad</i>	0,934	0,953
<i>Tamaño de la Organización</i>	0,832	0,919

Tabla 37. Alfa de Cronbach y Fiabilidad compuesta

Fuente: elaboración propia

5.4.1.3.2 La fiabilidad compuesta.

El otro estadístico empleado para evaluar la consistencia interna es la Fiabilidad Compuesta (CR) fue propuesta por Werts et al. (1974) y utiliza la carga de los indicadores para analizar la causalidad. Como se puede observar en la Tabla 37, el cálculo de las fiabilidades compuestas vuelve a confirmar que todos los constructos gozan de gran consistencia interna al presentar valores comprendidos entre 0,878 y 0,975. Por tanto, muy superiores al nivel mínimo exigible de 0,7 (Bagozzi y Yi, 1988; Hair et al., 2011; Nunnally, 1978).

5.4.1.4 Valoración de la validez convergente

Esta medida analiza si los indicadores de un constructo son significativos y se encuentran altamente correlacionados, midiendo realmente lo mismo y representando un único constructo subyacente. Para evaluar la validez convergente, Fornell y Larcker (1981) sugieren el uso de la varianza media extraída (AVE).

$$AVE = \frac{\sum \lambda_i^2}{\sum \lambda_i^2 + \sum_i \text{var}(\epsilon_i)}$$

Figura 34. Fórmula de la varianza extraída media o AVE.

AVE (*Average Variance Extracted*) es definida como la varianza extraída media e informa de cuánta varianza consigue obtener un constructo de sus indicadores en relación con la cantidad de varianza debida al error de medida (Fornell y Larcker, 1981). La recomendación de estos autores es que AVE sea ≥ 0.50 , lo que podemos interpretar como que más del 50% de la varianza del constructo es debida a sus indicadores.

Los resultados obtenidos (ver Tabla 38) apoyan la validez convergente de los constructos reflectivos. Como se puede comprobar, todos ellos superan 0,50, oscilando sus valores entre 0,706 y 0,908. Todos los constructos, por tanto, cumplen y poseen esta propiedad.

Constructos	AVE
Actitud hacia el Sistema	0,722
Apoyo de la Alta Dirección	0,828
Complejidad Técnica	0,769
Comunicación	0,706
Formación	0,908
Intención Uso	0,832
Percepción de Facilidad de Uso	0,742
Percepción de Utilidad	0,836
Tamaño de la Organización	0,849

Tabla 38. AVE de cada constructo.

Fuente: elaboración propia

5.4.1.5 Valoración de la validez discriminante

La validez discriminante marca en qué medida un constructo es diferente de otros. Un valor elevado indicaría correlaciones de carácter débil entre constructos. Para dicho examen se utilizan dos tipos de análisis:

Análisis 1. Consiste en comprobar que la raíz cuadrada de la varianza extraída media (AVE) es mayor que la relación entre el constructo y el resto de constructos del modelo (Fornell y Larcker, 1981).

Análisis 2. Consiste en validar la matriz de cargas cruzadas (cross-loadings). Las cargas indican las correlaciones entre las puntuaciones de un constructo y sus indicadores. Por su parte, las cargas cruzadas reflejan las correlaciones entre las puntuaciones de un constructo y las de los indicadores de otros constructos (Henseler, Ringle y Sinkovics, 2009)

A continuación, se muestran los resultados de ambos tipos de análisis.

5.4.1.5.1 Correlaciones de variables latentes

La Tabla 39 muestra las correlaciones entre los constructos. En la diagonal de dicha tabla se han ubicado las raíces cuadradas de los AVE. Un constructo debería compartir más varianza con sus medidas o indicadores que con otros constructos en un modelo determinado (Henseler et al., 2009). Para comprobarlo, debemos ver si la raíz cuadrada del AVE (en negrita) es mayor que la correlación entre el constructo y el resto de constructos del modelo. En nuestro caso, esta condición se cumple para todas las variables latentes.

Por tanto, podemos afirmar que los constructos comparten más varianza con sus indicadores que con otros constructos del modelo investigado (Henseler et al., 2009) y se cuenta con validez discriminante en base a este primer análisis.

	AHS	AAD	CT	CO	FP	IU	PFU	PU	TO
<i>AHS</i>	0,85								
<i>AAD</i>	0,537	0,91							
<i>CT</i>	-0,302	-0,226	0,877						
<i>CO</i>	0,631	0,608	-0,3	0,841					
<i>FP</i>	0,484	0,443	-0,153	0,546	0,953				
<i>IU</i>	0,639	0,443	-0,335	0,541	0,466	0,912			
<i>PFU</i>	0,763	0,54	-0,434	0,665	0,417	0,571	0,862		
<i>PU</i>	0,724	0,498	-0,225	0,512	0,458	0,664	0,658	0,914	
<i>TO</i>	-0,346	-0,241	0,155	-0,364	-0,182	-0,11	-0,457	-0,367	0,922

(AAD) Apoyo a la alta dirección, (AHS) Actitud hacia el sistema. (CO) Comunicación, TO (Tamaño de la Organización), (CT) Complejidad tecnológica, (FP) Formación del personal. (IU) Intención de uso, (PFU) Percepción de facilidad de uso, (PU) Percepción de utilidad.

Tabla 39. Correlaciones de los constructos.

Fuente: elaboración propia

5.4.1.5.2 Matriz de cargas cruzadas (Cross Loadings)

El otro análisis de la validez discriminante se realiza a través de la matriz de cargas y cargas cruzadas (cross-loading) de todos los indicadores con sus respectivos constructos. Este análisis consiste en presentar una tabla de correlaciones entre las puntuaciones (scores) del constructo y el resto de medidas. Las correlaciones entre las puntuaciones de un constructo y sus propios ítems son las cargas. Las correlaciones entre las puntuaciones de un constructo y las de los ítems que pertenecen a otros constructos son las cargas cruzadas (cross-loadings). En las Tablas 41 y 42 se muestran las puntuaciones de cada constructo en columnas y los distintos indicadores en filas. Si una medida carga más fuerte en otros constructos que en el suyo propio hay que replantear su inclusión, ya que no queda claro qué constructo está reflejando. Asimismo, se debe esperar que cada conjunto de ítems cargue más en sus respectivos constructos que en los indicadores de otros (Cepeda y Roldán, 2004).

Ítem	AHS	AAD	CT	CO
AAD1	0,376	0,854	-0,129	0,486
AAD2	0,526	0,946	-0,219	0,599
AAD3	0,501	0,953	-0,223	0,547
AAD4	0,53	0,883	-0,236	0,567
AHS1	0,814	0,365	-0,196	0,49
AHS2	0,812	0,464	-0,252	0,563
AHS3	0,901	0,507	-0,254	0,572
AHS4	0,868	0,484	-0,325	0,516
CO1	0,553	0,502	-0,214	0,867
CO2	0,484	0,374	-0,237	0,787
CO3	0,55	0,615	-0,296	0,865
CT1	-0,165	-0,168	0,724	-0,141
CT2	-0,267	-0,168	0,932	-0,263
CT3	-0,304	-0,221	0,922	-0,264
CT4	-0,297	-0,234	0,914	-0,343
FAC	-0,398	-0,285	0,205	-0,392
FP1	0,473	0,471	-0,194	0,559
FP2	0,439	0,407	-0,117	0,475
FP3	0,484	0,4	-0,135	0,547
FP4	0,446	0,407	-0,132	0,493
IU1	0,491	0,363	-0,344	0,454
IU2	0,659	0,438	-0,275	0,527
NTR	-0,199	-0,127	0,046	-0,252
PFU1	0,704	0,496	-0,349	0,663
PFU2	0,533	0,388	-0,278	0,472
PFU3	0,688	0,436	-0,491	0,57
PFU4	0,681	0,526	-0,364	0,565
PU1	0,638	0,487	-0,162	0,468
PU2	0,669	0,468	-0,193	0,436
PU3	0,678	0,448	-0,229	0,427
PU4	0,66	0,419	-0,234	0,54

(AAD) Apoyo a la alta dirección, (AHS) Actitud hacia el sistema. (CO) Comunicación, TO (Tamaño de la Organización que está formado por FAC (Facturación de la Organización) y NTR (Número de Trabajadores de la Organización), (CT) Complejidad tecnológica, (FP) Formación del personal. (IU) Intención de uso, (PFU) Percepción de facilidad de uso, (PU) Percepción de utilidad.

Tabla 40. Matriz de cargas cruzadas (I).

Fuente: elaboración propia

Ítem	FP	IU	PFU	PU	TO
AAD1	0,348	0,337	0,359	0,369	-0,179
AAD2	0,409	0,437	0,511	0,488	-0,264
AAD3	0,391	0,391	0,523	0,441	-0,228
AAD4	0,456	0,432	0,547	0,496	-0,199
AHS1	0,372	0,513	0,642	0,608	-0,263
AHS2	0,419	0,586	0,607	0,615	-0,288
AHS3	0,483	0,586	0,635	0,657	-0,307
AHS4	0,366	0,481	0,711	0,576	-0,319
CO1	0,428	0,409	0,551	0,416	-0,347
CO2	0,333	0,42	0,454	0,358	-0,169
CO3	0,575	0,521	0,643	0,497	-0,367
CT1	-0,019	-0,034	-0,353	-0,079	0,264
CT2	-0,08	-0,366	-0,383	-0,25	0,08
CT3	-0,193	-0,312	-0,402	-0,198	0,178
CT4	-0,203	-0,359	-0,396	-0,217	0,09
FAC	-0,183	-0,125	-0,505	-0,387	0,957
FP1	0,936	0,472	0,442	0,454	-0,187
FP2	0,949	0,427	0,35	0,417	-0,179
FP3	0,974	0,44	0,422	0,443	-0,173
FP4	0,953	0,435	0,367	0,43	-0,154
IU1	0,389	0,893	0,462	0,525	-0,072
IU2	0,456	0,93	0,57	0,673	-0,124
NTR	-0,147	-0,066	-0,296	-0,269	0,885
PFU1	0,399	0,481	0,903	0,631	-0,495
PFU2	0,3	0,412	0,802	0,37	-0,363
PFU3	0,336	0,619	0,887	0,597	-0,299
PFU4	0,389	0,444	0,851	0,623	-0,41
PU1	0,446	0,541	0,583	0,89	-0,355
PU2	0,427	0,616	0,576	0,942	-0,284
PU3	0,415	0,62	0,595	0,916	-0,347
PU4	0,389	0,647	0,649	0,908	-0,357

(AAD) Apoyo a la alta dirección, (AHS) Actitud hacia el sistema. (CO) Comunicación, TO (Tamaño de la Organización que está formado por FAC (Facturación de la Organización) y NTR (Número de Trabajadores de la Organización), (CT) Complejidad tecnológica, (FP) Formación del personal. (IU) Intención de uso, (PFU) Percepción de facilidad de uso, (PU) Percepción de utilidad.

Tabla 41. Matriz de cargas cruzadas (II).

Fuente: elaboración propia

Como se puede comprobar en ambas tablas, todos los ítems alcanzan un valor más alto con su constructo que con el resto de variables latentes. Desde este punto de vista, se alcanzaría la validez discriminante en todos los casos.

5.4.2 Valoración del modelo estructural

Una vez comprobado que el modelo de medida cuenta con adecuados niveles de fiabilidad y validez, la siguiente etapa se caracterizará por el análisis del modelo estructural. En esta etapa, se contrastarán las hipótesis para ver si obedecen a las relaciones establecidas entre los distintos constructos del modelo propuesto en la presente investigación (Chin, 1998, Henseler et al., 2009, 2012; Hair et al., 2012).

Para Cepeda y Roldan (2014), dado que el objetivo fundamental de PLS es la predicción, la bondad de un modelo teórico se determina a través de la fortaleza de cada camino (relación entre constructos) y de la predictibilidad de los constructos endógenos (variables dependientes).

Por tanto, el modelo estructural será estudiado y analizado en el ámbito de la modelización del software PLS. Para ello, se utilizarán los siguientes análisis: varianza explicada de los constructos endógenos (R^2), coeficientes path (β) y selección de valores críticos para la distribución t de Student (Falk y Miller, 1992).

5.4.2.1 La Varianza explicada de los constructos endógenos: análisis del R^2

La medida básica para determinar la predictibilidad de las variables endógenas es R^2 , que se puede definir como la cantidad de varianza del constructo explicada por el modelo.

A la hora de analizar el poder predictivo del modelo en términos de la varianza explicada, Chin (1998) considera que valores para R^2 de 0,67, 0,33 y 0,19

pueden ser considerados como, respectivamente, *fuerte*, *moderado* y *débil*. Por su parte, Falk y Miller (1992) indican que cuando los valores de R^2 son menores que 0,1 las relaciones que se formulan como hipótesis tienen un nivel predictivo muy bajo, a pesar de que puedan ser estadísticamente significativas.

Como es lógico, aquellas variables latentes del modelo que no son endógenas no tienen valor R^2 . Es el caso de las variables independientes Apoyo de la Alta Dirección, Complejidad Tecnológica, Tamaño de la Organización y Formación.

La Tabla 42 recoge los valores de R^2 de todas las variables endógenas. Como se puede comprobar, todos los valores superan ampliamente el umbral mínimo de 0,1, lo que confirma el valor predictivo del modelo (Falk y Miller, 1992).

Por otra parte, siguiendo a Chin (1998), el valor de R^2 para la Actitud hacia el Sistema muestra la existencia de un poder predictivo *fuerte* y los valores de Intención de Uso (0,548), Percepción de Utilidad (0,497) y de Facilidad de Uso (0,576), así como de Comunicación (0,465) de *moderado a fuerte*. En definitiva, aunque evidentemente puedan existir factores adicionales, se puede afirmar que el modelo cuenta con un elevado nivel predictivo y una parte sustancial de la varianza de las variables es explicada a través del mismo.

Constructo	R^2	Q^2
Actitud hacia el Sistema	0,669	0,479
Comunicación	0,465	0,302
Intención de Uso	0,548	0,415
Percepción de Facilidad de Uso	0,576	0,412
Percepción de Utilidad	0,497	0,395

Tabla 42. Datos de R^2 .

Fuente: elaboración propia.

También, como se puede observar en la Tabla 42 hemos realizado el test de Stone-Geisser (Q^2), que se usa como criterio para medir la relevancia predictiva de los constructos dependientes.

Siguiendo el procedimiento de blindfolding, donde se omiten parte de los datos para un determinado constructo durante la estimación de parámetros, para a continuación intentar estimar lo que se ha omitido usando los parámetros estimados (Chin, 1998).

Pueden estimarse diferentes Q^2 según la forma de la predicción.

Hemos elegido el valor de Cross-validated redundancy Q^2 , que se obtiene si la predicción es realizada por aquellas variables latentes que predicen la variable endógena en cuestión. Éste último es el que se debería usar si queremos examinar la relevancia predictiva del modelo teórico o estructural.

Los valores Q^2 , utilizados para calcular la relevancia predictiva del modelo (Stone, 1974; Geisser, 1975), son todos mayores que 0, por lo que nuestro modelo muestra un adecuado ajuste.

La regla general de uso es que $Q^2 > 0$ tiene relevancia predictiva, si $Q^2 < 0$ no (Cepeda y Roldán, 2004).

5.4.2.2 *El Estudio de los coeficientes path estandarizados β y selección de valores críticos para la distribución t de Student.*

Los coeficientes path estandarizados (β) proporcionan la medida en que las variables predictoras contribuyen a la varianza explicada de las variables endógenas. La varianza explicada en un constructo endógeno por otra variable latente puede ser medida a partir del valor absoluto de la multiplicación del coeficiente path por el coeficiente de correlación de las dos variables (Falk y Miller, 1992).

El análisis de estos coeficientes y su significación estadística nos permitirá contrastar las hipótesis de investigación propuestas. Diversos autores, como Chin (1998), consideran que un el valor de β se considera aceptable si es mayor o igual a 0,2, aunque es deseable que se sitúe por encima de 0,3. No obstante, este mismo autor también señala que se podría considerar que valores de β entre 0,1 y 0,2 indican una influencia de carácter moderado. Por su parte, Falk y Miller (1992) proponen que una variable predictora debería explicar al menos el 1,5% de la varianza en una variable endógena. De este modo, la regla empírica de estos autores, más que fijar un valor mínimo para el coeficiente, implica que el producto de β por el coeficiente de correlación entre ambas variables sea igual o superior a 0,015.

En cualquier caso, el cálculo de los coeficientes path debe ir acompañado por alguna medida que informe de su significación estadística y, en definitiva, de la bondad del ajuste realizado. La bondad del ajuste se ha medido a partir del estadístico t resultante de aplicar la prueba de remuestreo *bootstrap* para 500 submuestras. Se ha empleado la distribución t de Student de una cola, dado que en el modelo se ha especificado la dirección de las relaciones. A partir de ella, se utilizan los siguientes valores como referencia de significación estadística: $t=1,64791345$ para el 95% de confianza, $t=2,333843952$ para el 99% y $t=3,106644601$ para el 99,9%. Los valores alcanzados en esta prueba, junto con los coeficientes de regresión estándar, se han recogido en la Tabla 43 y permiten contrastar las hipótesis del modelo estructural propuesto.

Nº	Hipótesis	β (Coef. Path estándar)	Estadístico t	Hipótesis Soportada
H01	Percepción de Facilidad de uso → Percepción de Utilidad.	0,505***	4,302	Si
H02	Percepción de Facilidad de uso → Actitudes hacia el sistema.	0,506***	6,106	Si
H03	Percepción de Utilidad → Actitud hacia el sistema.	0,391***	4,560	Si
H04	Percepción de Utilidad → Intención de uso.	0,47***	4,836	Si
H05	Actitud hacia el sistema → Intención de uso.	0,317**	3,06	Si
H06	Apoyo de la alta dirección → Comunicación.	0,455***	5,508	Si
H07	Apoyo de la alta dirección → Percepción de Facilidad de uso.	0,181*	2,107	Si
H08	Apoyo de la alta dirección → Percepción de Utilidad.	0,154	1,496	No
H09	Formación → Percepción de Facilidad de Uso.	0,056	0,77	No
H10	Formación → Comunicación.	0,345***	4,414	Si
H11	Formación → Percepción de Utilidad.	0,192**	2,408	Si
H12	Comunicación → Percepción de Facilidad de uso.	0,368***	3,949	Si
H13	Comunicación → Percepción de Utilidad.	-0,035	0,278	No
H14	Complejidad Tecnológica → Percepción de Utilidad.	0,062	0,956	No
H15	Complejidad Tecnológica → Percepción de Facilidad de Uso.	-0,238***	3,823	Si
H16	Complejidad Tecnológica → Intención de uso.	-0,164**	2,452	Si
H17	Tamaño de la Organización → Percepción de Utilidad.	-0,087	0,988	No
H18	Tamaño de la Organización → Percepción de Facilidad de Uso.	-0,232**	3,114	Si
H19	Tamaño de la Organización → Intención de uso.	0,198**	2,43	Si

Notas: Para n = 500 submuestras, basado en distribución t (499) de Student de una cola: * $p < 0,05$ ($t(0,05;499) = 1,64791345$); ** $p < 0,01$ ($t(0,01;499) = 2,333843952$); *** $p < 0,001$ ($t(0,001;499) = 3,106644601$).

Tabla 43. Coeficientes path (β) y significación estadística (t).

Fuente: elaboración propia

Como se puede comprobar, en la mayoría de los caminos estructurales se alcanza la significación estadística y, en la mayoría de los casos para un p-level de 0,001. Del análisis de la Tabla anterior se desprende que 14 de las 19 hipótesis son soportadas. Por el contrario, H8, H9, H13; H14 y H17 no son soportadas.

Por lo que respecta a los valores de los coeficientes de regresión estandarizados, en aquellos casos en los que la hipótesis es soportada, siempre se cumplen las condiciones señaladas con Chin (1998). En cuatro casos la influencia puede considerarse más moderada, pero estadísticamente significativa: “Apoyo de la alta dirección → Percepción de Facilidad de uso ($\beta = 0,181$; $p < 0,01$), “Formación → Percepción de utilidad” ($\beta = 0,192$; $p < 0,01$), “Tamaño de la Organización → Intención de uso” ($\beta = 0,198$; $p < 0,01$) y “Complejidad Tecnológica → Intención de Uso” ($\beta = -0,164$; $p < 0,01$).

En el extremo opuesto, destaca la fortaleza de algunas relaciones del modelo, con elevados coeficientes path y estadísticos t, como “Apoyo de la Alta Dirección → Comunicación” ($\beta = 0,455$; $p < 0,001$), “Facilidad de Uso → Actitud” ($\beta = 0,506$; $p < 0,001$) o “Facilidad de Uso → Utilidad” ($\beta = 0,505$; $p < 0,001$).

Para profundizar en este análisis, en la Tabla 44 se recogen los valores de R^2 de todas las variables endógenas y los coeficientes β , además de mostrar las correlaciones y la varianza explicada de todas las relaciones entre constructos del modelo.

Constructo	R ²	β	Correlación	Varianza explicada
ACTITUD	0,669			66,9%
<i>Utilidad → Actitud</i>		0,391	0,724	28,3%
<i>Facilidad de Uso → Actitud</i>		0,506	0,763	38,6%
COMUNICACIÓN	0,465			46,5%
<i>Apoyo Alta Dirección → Comunicación</i>		0,455	0,608	27,66%
<i>Formación → Comunicación</i>		0,345	0,546	18,83%
FACILIDAD DE USO	0,576			57,6%
<i>Formación → Facilidad de Uso</i>		0,056	0,417	2,33%
<i>Apoyo Alta Dirección → Facilidad de uso</i>		0,181	0,54	9,77%
<i>Complejidad → Facilidad de Uso</i>		-0,238	-0,434	10,32%
<i>Comunicación → Facilidad de Uso</i>		0,368	0,665	24,47%
<i>Tamaño de la Organización → Facilidad de Uso</i>		-0,232	-0,457	10,60%
UTILIDAD	0,497			49,7%
<i>Comunicación → Utilidad</i>		-0,035	0,512	1,79%
<i>Facilidad Uso → Utilidad</i>		0,505	0,658	33,22%
<i>Apoyo Alta Dirección → Utilidad</i>		0,154	0,498	7,66%
<i>Complejidad Tecnológica → Utilidad</i>		0,062	-0,225	1,39%
<i>Formación → Utilidad</i>		0,192	0,458	8,79%
<i>Tamaño Organización → Utilidad</i>		-0,087	-0,367	3,19%
INTENCIÓN DE USO	0,548			54,8%
<i>Actitud → Intención de Uso</i>		0,317	0,639	20,26%
<i>Complejidad → Intención de Uso</i>		-0,164	-0,335	5,49%
<i>Utilidad → Intención de Uso</i>		0,47	0,664	31,21%
<i>Tamaño Organización → Intención de Uso</i>		0,198	-0,11	2,18%

Tabla 44. Efectos sobre las variables endógenas.

Fuente: elaboración propia

Como se comentó anteriormente, la varianza explicada se obtiene del producto (en valor absoluto) de coeficiente path (β) por el correspondiente coeficiente de correlación entre variables. Como se puede comprobar, en todos los casos en los que se produce significación estadística se sobrepasa ampliamente el límite mínimo sugerido por Falk y Miller (1992).

A modo de ejemplo, la Figura 35 muestra el caso de la percepción de Utilidad: teniendo en cuenta el valor de su R^2 , el modelo explica un 49,7% de su varianza, de la que, por ejemplo, un 33,22% corresponde a la Facilidad Uso (el constructo que influye de forma más significativa).

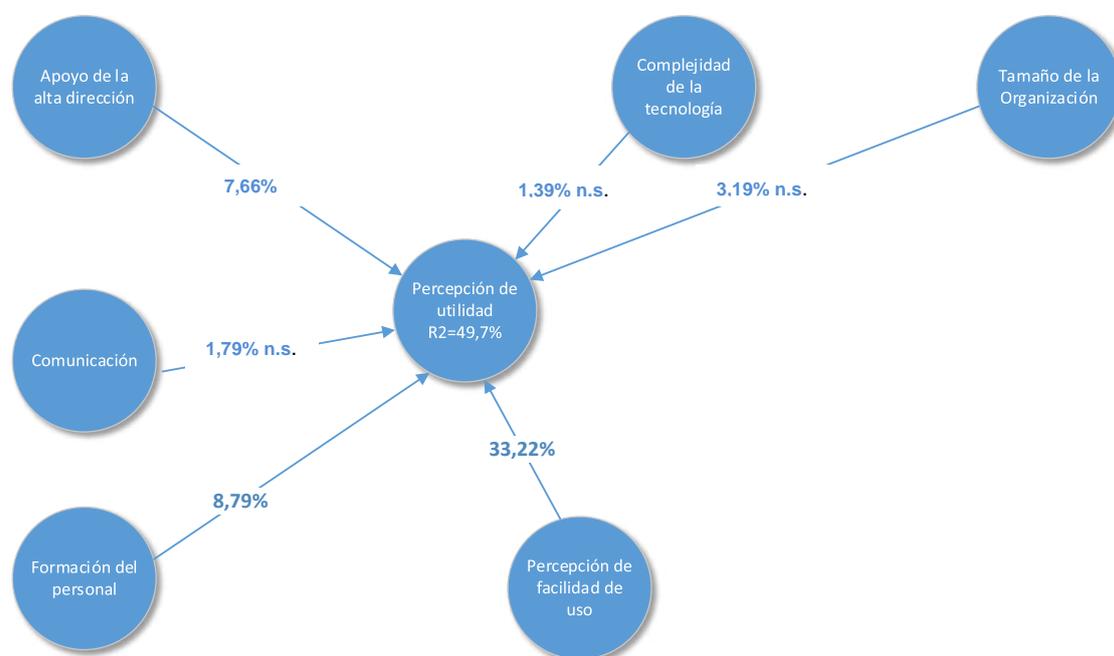


Figura 35. Evaluación de las relaciones de percepción de utilidad.

Fuente: elaboración propia

5.4.3 Aceptación de las Hipótesis de investigación.

Una vez comprobada la capacidad predictiva del modelo estructural y que los coeficientes de regresión estandarizados son adecuados y estadísticamente significativos, podemos confirmar la aceptación de todas las hipótesis propuestas en la investigación. Como se ha comprobado, en algunos casos las relaciones puestas de manifiesto son más fuertes que en otros. En el capítulo siguiente se reflexionará sobre ellas, profundizando en las principales conclusiones e implicaciones obtenidas para la aceptación e implantación de los sistemas cloud en la empresa.

Por su parte, las Figuras 36 y 37 recogen, respectivamente, el modelo estructural con indicación de las hipótesis contrastadas y el Modelo PLS con sus diferentes parámetros.

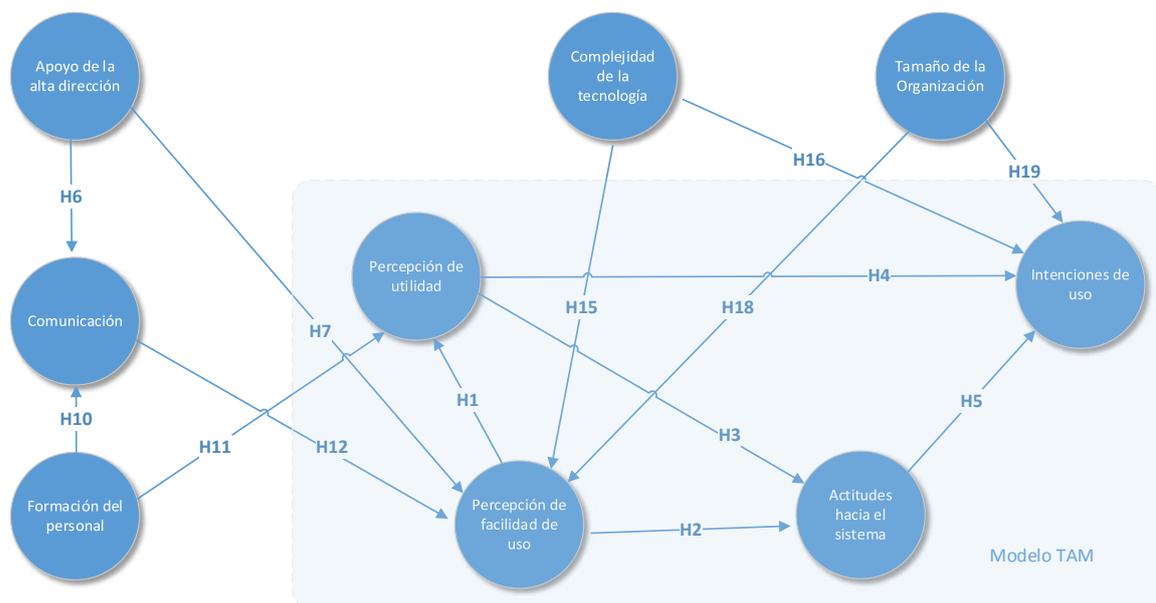


Figura 36. Modelo final probado.

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 45 se recogen, a modo de resumen, las diferentes hipótesis planteadas y los resultados que confirman su aceptación.

Hipótesis	Formulación	β	Aceptada
H01	La percepción de facilidad de uso del cloud ejerce un efecto positivo sobre su percepción de utilidad .	0,505***	Sí (***)
H02	La percepción de facilidad de uso del cloud ejerce un efecto positivo sobre las actitudes hacia el sistema.	0,506***	Sí (***)
H03	La percepción de utilidad sobre los sistemas cloud ejerce un efecto positivo sobre las actitudes hacia los sistemas.	0,391***	Sí (***)
H04	La percepción de utilidad de los sistemas cloud ejerce un efecto positivo sobre las intenciones de uso .	0,47***	Sí (***)
H05	Las actitudes hacia el sistema cloud ejercen un efecto positivo sobre las intenciones de uso del cloud.	0,317**	Sí (**)
H06	El apoyo de la alta dirección ejerce un efecto positivo en la comunicación de los sistemas cloud.	0,455***	Sí (***)
H07	El apoyo de la alta dirección ejerce un efecto positivo sobre la percepción de facilidad de uso del cloud.	0,181*	Sí (*)
H08	El apoyo de la alta dirección ejerce un efecto positivo sobre la percepción de utilidad del cloud.	0,154	No
H09	La formación en sistemas cloud ejerce un efecto positivo sobre la percepción de facilidad de uso del cloud.	0,056	No
H10	La formación ejerce un efecto positivo sobre la comunicación en los sistemas cloud.	0,345***	Sí (***)
H11	La formación ejerce un efecto positivo sobre la percepción de utilidad en los sistemas cloud.	0,192**	Sí (**)
H12	La comunicación ejerce un efecto positivo sobre la percepción de facilidad de uso del cloud.	0,368***	Sí (***)
H13	La comunicación ejerce un efecto positivo sobre la percepción de utilidad de los sistemas cloud.	-0,035	No
H14	La complejidad tecnológica del cloud ejerce un efecto negativo sobre la percepción de utilidad .	0,062	No
H15	La complejidad tecnológica del cloud ejerce un efecto negativo sobre la percepción de facilidad de uso .	-0,238***	Sí (***)
H16	La complejidad tecnológica del cloud ejerce un efecto negativo sobre las intenciones de uso de los sistemas.	-0,164	Sí (**)
H17	El tamaño de la organización influye significativamente sobre la percepción de utilidad en el cloud.	-0,087	No
H18	El tamaño de la organización influye significativamente sobre la percepción de facilidad de uso en el cloud.	-0,232**	Sí (**)
H19	El tamaño de la organización ejerce un efecto positivo sobre la intención de uso .	0,198**	Sí (**)

Nota: * $p < 0,05$; ** $p < 0,01$; *** $p < 0,001$.

Tabla 45. Cumplimiento de las hipótesis formuladas.

Fuente: Elaboración propia

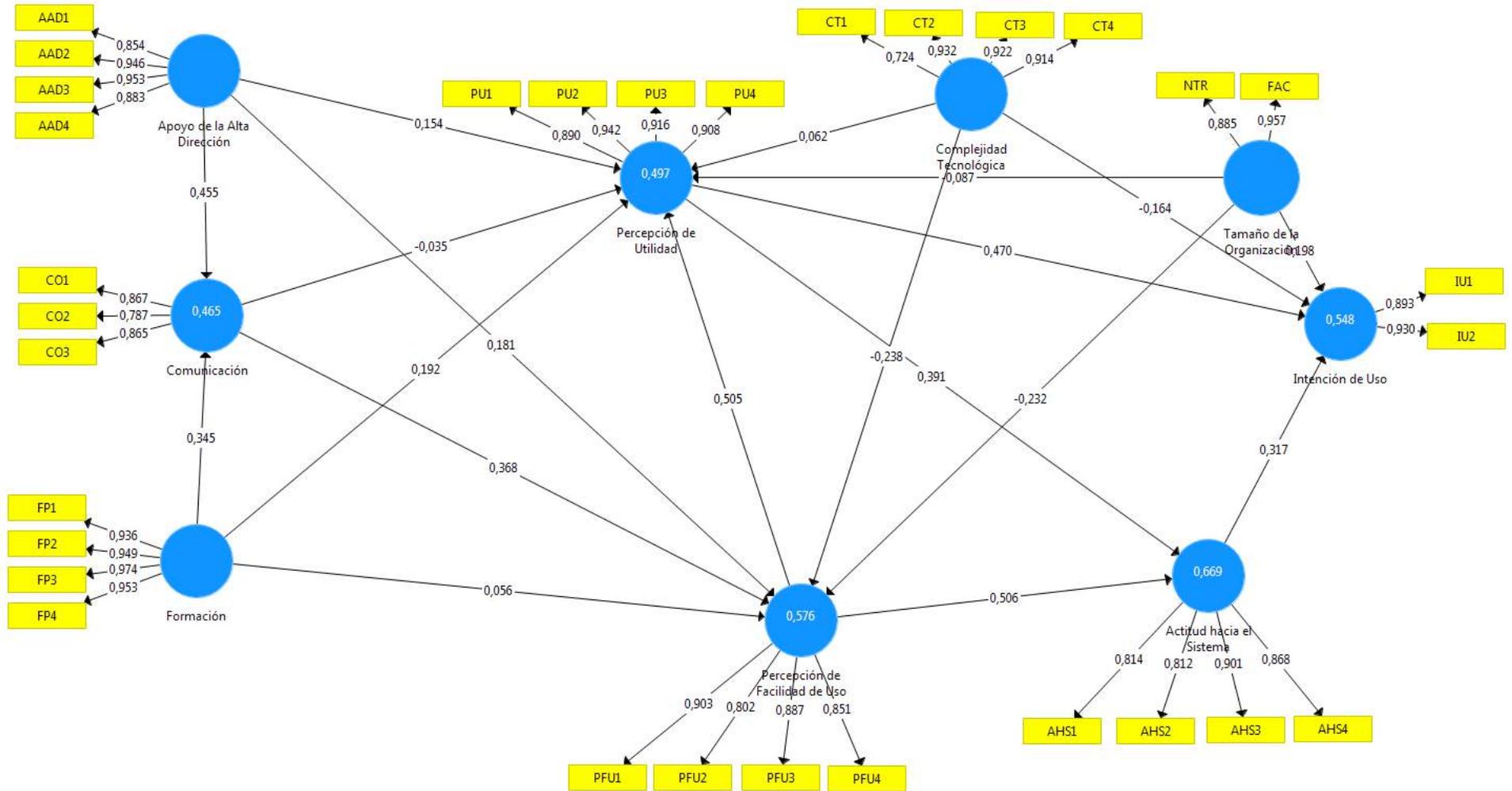


Figura 37. Modelo PLS de ecuaciones estructurales.

Fuente: elaboración propia con Smart-PLS

Capítulo 6

CONCLUSIONES

6 Conclusiones

6.1 Consideraciones previas

El contenido de los apartados y capítulos anteriores es el resultado del trabajo de investigación llevado a cabo desde un punto de vista teórico y contrastado empíricamente. Tras las sucesivas etapas que nos han llevado hasta aquí, llega el momento de presentar las conclusiones del trabajo llevado a cabo, que supondrán el cierre de esta Tesis Doctoral.

Como ya se ha comentado con anterioridad, el objetivo principal de la presente investigación es realizar un análisis sobre la asimilación y aceptación de los sistemas cloud que nos permita comprender adecuadamente estos procesos. Para alcanzar este hito, se ha realizado una profunda revisión de la literatura científica elaborada sobre esta tecnología, en especial sobre su dimensión, tipologías y principales características.

A la luz de los distintos análisis realizados sobre los resultados obtenidos, se han alcanzado una serie de conclusiones que se procederá a exponer en línea con los objetivos marcados para la presente investigación.

A lo largo de este último capítulo se hacen referencias a las hipótesis de partida y, como no podía ser de otra forma, a otras investigaciones sobre la adopción de la tecnología en las organizaciones que se presentaron y comentaron en los capítulos segundo y tercero. Asimismo, se recordarán algunos de los antecedentes teóricos que dan base a las conclusiones, enlazando, de esta manera, los resultados obtenidos en la presente investigación con otros trabajos previos.

Por último, se comentarán las principales limitaciones de la investigación realizada, haciendo constar, para finalizar, cuáles podrían ser las líneas futuras que se deberían abordar para continuar contribuyendo a que el modelo de adopción de esta tecnología consiga definirse, en términos de competitividad de las organizaciones y de mejora continua de sus recursos.

A continuación, y a modo de resumen, se explicará cómo se ha conseguido dar soporte a todos y cada uno de los objetivos propuestos por la investigación.

En relación con los objetivos estratégicos, el primero de ellos (“encontrar el modelo más adecuado de adopción de la tecnología cloud computing en una organización”), se ha soportado a partir de la consecución de los objetivos tácticos que aparecen en la Tabla 46. Especial relevancia ha tenido el hecho de que a partir de la revisión de la literatura, se definieron un conjunto de variables a partir de las cuales se formularon las hipótesis de investigación sobre la adopción tecnológica del cloud.

Objetivos tácticos propuestos	Soporte
Realizar un análisis sobre la asimilación y aceptación de los sistemas cloud que nos permitiese comprender adecuadamente ambos procesos.	<i>Se ha aplicado el Modelo de Adopción de la Tecnología (TAM) extendido a nuevas variables externas.</i>
La delimitación de la relevancia otorgada por las organizaciones a los sistemas cloud.	<i>Se ha concretado a partir de los resultados de la encuesta realizada a 150 organizaciones.</i>
La búsqueda y definición de un modelo que aporte soluciones a la aceptación de los sistemas cloud computing por parte de los usuarios.	<i>Se ha desarrollado un análisis empírico que se ha concretado en el modelo de adopción de la tecnología finalmente propuesto.</i>

Tabla 46. Objetivos tácticos soportados (I)

Fuente: Elaboración propia

En relación con el segundo objetivo estratégico, los principales soportes han sido el análisis de la literatura existente especializada en temas de cloud y la utilización de distintos informes técnicos.

Objetivos tácticos propuestos	Soporte
El estudio y profundización de la evolución de esta tecnología, su aplicabilidad a medio y largo plazo.	<i>A través del desarrollo del fundamento teórico y de diferentes autores se ha ido revisando la literatura en base a las opiniones de expertos.</i>
Explicar el paradigma del cloud, su evolución, definiendo el tipo de servicios que ofrece y su utilidad.	<i>Se han descrito los tres tipos de servicios existentes, realizando una clasificación de usos y modelos con aplicaciones sectoriales.</i>
El estudio de las ventajas e inconvenientes de trabajar en la nube.	<i>Se ha realizado una exposición de las mismas en base a la literatura existente.</i>
Identificar los principales proveedores mundiales que ofrecen servicios en la nube profundizando en aquellos que se consideran los principales actores de la misma.	<i>Se han estudiado y expuesto los principales proveedores a nivel mundial de servicios cloud.</i>
Conocer la evolución hacia las nuevas tendencias en el mercado de la economía digital.	<i>Se ha profundizado en las nuevas tendencias del cloud, describiendo lo que supondrá el mobile cloud y cómo afectará a las organizaciones.</i>

Tabla 47. Objetivos tácticos soportados (II)

Fuente: Elaboración propia

6.2 Conclusiones e implicaciones de gestión.

En el presente apartado vamos a exponer las conclusiones obtenidas como resultado de la investigación realizada. En primer lugar, se detallarán las conclusiones relacionadas con las variables procedentes del Modelo TAM y, en segundo lugar, las relacionadas con las variables externas.

6.2.1 Conclusiones derivadas de la Percepción de Facilidad de Uso (PFU) y Percepción de Utilidad (PU)

En el Capítulo 3, hemos definido la variable PFU como el grado en que un individuo cree que el uso de un sistema en particular estaría libre de esfuerzo (Davis, 1989). En base a ella, hemos definido las dos primeras hipótesis de la investigación:

- H01: “La percepción de facilidad de uso de los sistemas cloud ejerce un efecto positivo sobre su percepción de utilidad”.
- H02: “La percepción de facilidad de uso de los sistemas cloud ejerce un efecto positivo sobre las actitudes hacia los mismos”.

Tras el análisis de los datos obtenidos y que ha sido reflejado en el Capítulo 5, resultan aceptadas ambas hipótesis.

Por otro lado, también definimos la variable PU como el grado en que un individuo cree que el uso de un sistema en particular mejoraría su desempeño (Davis, 1989). En base a ella, establecimos las siguientes hipótesis:

- H03: “La percepción de utilidad sobre los sistemas cloud ejerce un efecto positivo sobre las actitudes hacia los sistemas cloud”.
- H04: “La percepción de utilidad de los sistemas cloud ejerce un efecto positivo sobre las intenciones de uso de los sistemas cloud”.

Nuestros resultados confirman la influencia de las variables centrales del TAM: percepción de utilidad y de facilidad de uso. Ambas variables ejercen una significativa influencia en la Actitud hacia el sistema, lo que significa que para conseguir que más organizaciones adopten y usen la nube, **los proveedores cloud deben ofrecer una oferta de productos y servicios basados en la facilidad de uso y la utilidad**, tal y como demuestran los resultados expuestos en el apartado 5.4.2. Es decir, los servicios deberán ser fáciles de usar para cualquier usuario con una mínima formación informática a nivel usuario y han

de resultar una herramienta útil para el desarrollo del trabajo dentro de la organización.

Teniendo en cuenta que la Percepción de Facilidad de Uso influye directamente en la Utilidad, como se puede ver en la figura 36, **esa misma Utilidad que obtengan los usuarios deberá ser superior a la que se obtiene utilizando servicios desde el propio ordenador, la red local o simplemente Internet.** Con ello, las organizaciones estarían más predispuestas a usar recursos en la nube.

Como se detallará a continuación, los resultados de la presente investigación evidencian que, además de por la Facilidad de Uso, las percepciones de Utilidad también se ven influenciadas directamente por la Formación.

Para lograr un aumento en las percepciones de utilidad, es posible encontrar algunas soluciones en los estudios de ONTSI (2012) y Sandetel (2013). Ambos afirman que **los proveedores cloud deberán ofrecer un elevado número de servicios**, los cuales se deberían completar con una amplia oferta de aplicaciones y servicios que sólo tengan utilidad si se accede a ellos a través de tecnologías cloud.

Las relaciones puestas de manifiesto en el modelo desarrollado están en línea con las conclusiones de otros estudios relacionados con el ámbito del cloud computing (Gangwar et al., 2015; Moqbel et al., 2014; Wu et al., 2013) y otros sistemas de información (Bueno y Salmerón, 2008; Kim et al., 2009; Kim y Forsythe (2009); Ortega Egea y Román González, 2011; Parveen y Sulaiman, 2008).

6.2.2 Conclusiones derivadas de la Actitud hacia el Sistema (AHS) e Intención de Uso (IU).

Las otras de variables del modelo TAM original son la Actitud hacia el Sistema y la Intención de Uso, siendo esta última la que cuenta con mayor naturaleza

exógena (Mathieson, 1991). Como recordaremos, se definió la Actitud hacia el Sistema como aquella que refleja sentimientos favorables o desfavorables respecto al empleo de una determinada tecnología, mientras que la Intención de Uso es el grado de comportamiento previo que se tiene a la hora de usar dicha tecnología (Taylor y Todd, 1995).

En base a ambas, se estableció la siguiente hipótesis:

- H05: “Las actitudes hacia el sistema cloud ejercen un efecto positivo sobre las intenciones de uso de los sistemas cloud”.

El constructo AHS representa, por tanto, la adopción de una conducta positiva o negativa hacia una innovación e influye de manera directa en la IU dentro del modelo TAM. Esta hipótesis está fuertemente contrastada y posee un alto nivel de significación, como se puede ver en el apartado 5.4.3. Ello confirma los resultados de estudios previos en el área de Sistemas de Información (véase, por ejemplo, Bueno y Salmerón, 2008; Kim et al., 2009; Ortega Egea y Román González, 2011; Robinson et al. (2005) y, más específicamente, en el ámbito del cloud computing (Hong et al., 2011).

Teniendo en cuenta los indicadores utilizados para medir AHS (apartado 4.4), las organizaciones analizadas consideran que **el sistema cloud permite acceder de manera adecuada a los datos y proporciona una información oportuna y fiable, siendo percibido como una tecnología mejor que sistema de información que se venía usando, lo cual repercute de manera significativa en la intención de utilizarlo.**

Estas actitudes positivas hacia el sistema cloud están, a su vez, influenciadas de manera significativa por PU y PFU, tal y como se vio con anterioridad. Ambas variables permiten que se alcance un R^2 del 66,9% en la AHS.

Por otro lado, en el análisis comparativo del apartado 5.3.2, se puso de manifiesto que **la percepción de la mejora del rendimiento con el uso del cloud computing es mejor en empresas que no pertenecen al sector TIC,** lo cual puede reflejar que este sector observa con más incertidumbre la

irrupción de esta tecnología, al contrario del resto de sectores que lo perciben de forma aún más positiva. En ese mismo apartado, se puso de manifiesto que **las empresas del sector TIC perciben que es necesario realizar un mayor esfuerzo de adaptación al nuevo sistema y no perciben tan fácilmente su uso o encontrar soluciones o respuestas a sus necesidades**. En nuestra opinión este resultado guarda relación con un mayor conocimiento de esta tecnología cloud por parte de las empresas de este sector (ONTSI, 2012), por lo que tienen una apreciación más realista de los problemas que puede conllevar la adopción.

Llegados a este punto y tras demostrar que se soportan significativamente las cinco hipótesis originales (ver Tabla 45), como implicación teórica tendríamos la confirmación de que el modelo TAM (Davis, 1989) puede aplicarse en el estudio de la adopción y uso de tecnologías cloud en Andalucía. En otras palabras, contamos con un modelo válido para explicar la adopción en las organizaciones, ya que todas las hipótesis son soportadas.

En general, el modelo TAM original basado en PU, PFU y AHS tiende a explicar alrededor del 40% de la intención de uso del sistema (Legris et al., 2003). Para aumentar la capacidad predictiva del modelo, es recomendable extender el mismo a partir de la inclusión de otras variables externas que, en nuestra investigación, han permitido alcanzar un R^2 del 54,8%.

En nuestro modelo de adopción final se incluyen cinco variables externas que han permitido obtener un grado de ajuste satisfactorio: apoyo de la alta dirección, comunicación, tamaño de la organización, formación y complejidad tecnológica.

6.2.3 Conclusiones derivadas del Apoyo de la Alta Dirección (AAD)

En el capítulo tercero, se definió el AAD como la participación activa de los responsables de la dirección en los asuntos vinculados al éxito de la

implantación de la tecnología (Bueno y Salmerón, 2008). Igualmente afirmamos que, en base a los estudios previos, esta variable es uno de los mejores predictores en la adopción de innovaciones en Sistemas de Información en las organizaciones (Jeyaraj et al., 2006).

Con respecto a esta variable formulamos las siguientes hipótesis:

- H06: “El apoyo de la alta dirección ejerce un efecto positivo en la comunicación de los sistemas cloud”.
- H07: “El apoyo de la alta dirección ejerce un efecto positivo sobre la percepción de facilidad de uso de los sistemas cloud”.
- H08: “El apoyo de la alta dirección ejerce un efecto positivo sobre la percepción de utilidad de los sistemas cloud”.

Como se ha expuesto en el apartado 5.4.3 (véase Tabla 45), AAD influye significativamente en la comunicación confirmando, por tanto, la Hipótesis H06. Aunque de una forma menos intensa que en el caso anterior, AAD también influye directamente en PFU, soportándose, por tanto, la Hipótesis H07. Como se analizará en el apartado 6.2.5, la comunicación también influye directamente sobre PFU, hecho que evidencia el efecto indirecto de AAD sobre PFU a través de dicha variable.

Se confirma, por tanto, que el AAD ejerce un **efecto positivo sobre la percepción de facilidad de uso de los sistemas cloud**, conclusión similar a la que obtienen en las investigaciones previas relacionados con otros sistemas de información (Igbaria et al., 1997; Shih y Huang, 2009) y, recientemente, Gangwar et al. (2015) en su estudio sobre cloud computing.

Por otra parte, esos mismos trabajos previos, junto con otras investigaciones como las de Son et al. (2010) o Frost y Sullivan (2008) nos llevaron a presuponer la influencia de la alta dirección en las percepciones sobre las mejoras que el cloud computing puede suponer en el desempeño de la organización y, por tanto, a formular la hipótesis H08. Sin embargo, los resultados obtenidos no permiten dar soporte a esta hipótesis y la relación entre AAD y PU no resulta estadísticamente significativa, entrando en

contradicción con los trabajos previos antes señalados. El hecho de que el AAD no influya en la PU se puede deber a múltiples razones que pueden ir desde el cambio de prioridades en la estrategia empresarial debido a la influencia de los años de crisis económica en los que estamos inmersos, hasta un aspecto observado desde de la experiencia profesional del doctorando: las reticencias que el cloud computing aún despierta en relación con el hecho de que los datos estén físicamente fuera de la organización, a veces incluso en otros países con legislaciones laxas en materia de protección de datos, propiedad intelectual, derechos de autor, etc.

Sin lugar a dudas, en los próximos años los cambios que la tecnología cloud aportará a la sociedad serán sustanciales y muchos servicios que se dan vía presencial se podrán recibir a través de un navegador web con un soporte cloud. Pero para ello, será imprescindible un mayor desarrollo legislativo que aumente la confianza y mejore la actitud hacia el sistema cloud. En cualquier caso, el apoyo de la alta dirección, de una forma más o menos directa, será un factor significativo que lleve a la adopción de esta tecnología.

6.2.4 Conclusiones derivadas de la Formación (FP).

La formación se describe como el grado en el que una empresa instruye a sus empleados en el uso de una herramienta en términos de calidad y cantidad (Schillewaert et al., 2005). Además, la formación debe orientarse tanto en los aspectos técnicos como organizativos, sobre todo en relación a los nuevos procesos de negocio que estos generan (Somers y Nelson, 2003). En concreto, se formularon las siguientes hipótesis:

- H09: “La formación en sistemas cloud ejerce un efecto positivo sobre la percepción de facilidad de uso del cloud”.
- H10: “La formación ejerce un efecto positivo sobre la comunicación en los sistemas cloud”.
- H11: “La formación ejerce un efecto positivo sobre la percepción de utilidad en los sistemas cloud”.

Por lo que respecta a la hipótesis H09, la relación entre formación y PFU no ha sido soportada en la presente investigación y, por tanto, no se respaldan las conclusiones de trabajos previos como los de Al-Jabri (2015), Bueno y Salmerón (2008), Lee et al (2010) o, más concretamente en el ámbito de los sistema cloud, el de Gangwar et al. (2015). Ello no significa que la formación no haya sido bien valorada por las organizaciones, más bien al contrario. Además, como veremos más adelante, su influencia sobre la percepción de utilidad sí ha resultado significativa, tal y como confirmaban esos estudios previos.

Por lo que respecta a la hipótesis H10, **existe una relación significativa entre formación y comunicación**, variables no utilizadas en anteriores estudios sobre aceptación de cloud aunque sí en en otras investigaciones de Sistemas de Información (véase Tabla 45). Esta relación también puede situarse en un contexto relativamente nuevo y que se extiende con fuerza en Internet: el conocimiento compartido o cooperativo y la comunicación de la web 2.0 como clave en la extensión de la adopción de una innovación. Los conocimientos en informática y las habilidades de los profesionales del sector TIC constituyen un factor esencial a tener en cuenta y como consecuencia de ello su permanente capacitación constituyen un importante desafío (Khajeh-Hosseini et al., 2012; Hutchinson et al., 2009).

Finalmente, la confirmación de la hipótesis H11 corrobora estudios previos sobre la influencia de la formación en la PU, confirmando que la formación mejora la percepción de las organizaciones sobre las ventajas que los sistemas cloud provocarán en el desempeño de sus trabajadores.

También se debe decir que este resultado y el anterior confirman a Igbaria et al. (1997), que llegaron a la conclusión de que si bien la formación interna no tuvo ningún efecto significativo en la PFU, sí tuvo un efecto significativo en la PU tal y como ha ocurrido en las hipótesis 9 y 11.

6.2.5 Conclusiones derivadas de la Comunicación (CO).

En el apartado 3.2.3 definimos la comunicación como el proceso de transferencia de información entre los miembros de un equipo de trabajo u organización (Hsu et al., 2012). En ese apartado se expuso cómo la comunicación puede facilitar el acceso a la información sobre las ventajas y beneficios del sistema y su difusión entre los miembros de la organización. Ello nos llevó a plantear las siguientes hipótesis:

- H12: “La comunicación ejerce un efecto positivo sobre la percepción de facilidad de uso del cloud”.
- H13: “La comunicación ejerce un efecto positivo sobre la percepción de utilidad de los sistemas cloud”.

Por lo que respecta a la **hipótesis H12**, esta **se confirma presentándose como la relación con mayor peso entre las variables externas al modelo TAM tradicional** ($\beta = 0,368$) y con un alto grado de significación, llegándose a resultados similares a los de otros investigadores (Al-Jabri, 2015; Amoako-Gyampah y Salam, 2004; Lee et al., 2010). Por el contrario, la hipótesis H13 NO ha sido soportada en la presente investigación.

Por tanto, las organizaciones participantes en el estudio parecen dar una mayor importancia al papel de la comunicación a la hora de reducir el riesgo de confusión y facilitar el uso del sistema cloud, más que a su papel como factor que mejore el desempeño de su trabajo.

Para muchas organizaciones es imprescindible probar el cloud con anterioridad a su utilización para determinar su facilidad de uso. Una de las herramientas más utilizadas para ello, es el envío de mensajes con invitación a probar el sistema de forma gratuita. Según nuestra experiencia profesional, estas actuaciones extienden el uso del almacenamiento cloud y contribuyen sustancialmente a la mejora de la percepción de facilidad de uso, en este caso, gracias a la comunicación. De esa manera, muchas organizaciones empiezan a utilizar el almacenamiento en cloud en detrimento del uso de pendrives, cd's, dvd's, discos portátiles u otros dispositivos no virtuales. Mediante programas de

prueba gratuita por un determinado tiempo o por gratuidad en el uso de una cantidad limitada de recursos, como premio en programas de recompensa se puede extender el conocimiento y la adopción temprana de esta tecnología.

En relación a la Hipótesis H13, el resultado del tratamiento de las encuestas nos lleva a negar que en la realidad de las organizaciones, especialmente empresas, los usuarios perciban la comunicación como un factor de naturaleza crítica para la percepción de utilidad de estas tecnologías. Por tanto, los resultados de nuestra investigación NO soportan que el efecto de la comunicación en la percepción de utilidad sea clave. Esto también se ha evidenciado en estudios previos que demostraron que la existencia de un proyecto de plan de comunicación de un nuevo ERP en una empresa, NO ejercía una influencia significativa en la PU (Amoako-Gyampah y Salam, 2004).

Este resultado significa que la Comunicación proporciona el medio para que el personal de diferentes áreas funcionales comparta información crítica para la implantación exitosa, lo que influye decisivamente en la PFU y no en la PU.

Por otro lado, en el apartado 5.3.1, también se puso de manifiesto que los directivos valoran más positivamente la importancia de la comunicación interna (CO2) que los no directivos.

6.2.6 Conclusiones derivadas de la Complejidad Tecnológica (CT).

Hemos definido la complejidad tecnológica como el grado a través del cual una tecnología es percibida como relativamente difícil para comprender y usar (Rogers, 2003). Con respecto a esta variable formulábamos las siguientes hipótesis:

- H14: “La complejidad tecnológica del cloud ejerce un efecto negativo sobre la percepción de utilidad”.
- H15: “La complejidad tecnológica del cloud ejerce un efecto negativo sobre la percepción de facilidad de uso”.
- H16: “La complejidad tecnológica del cloud ejerce un efecto negativo sobre las intenciones de uso de los sistemas”.

Por lo que a la hipótesis H14 se refiere, en nuestra investigación resultó NO soportada, es decir, la complejidad de los sistemas cloud, parece no afectar a las ventajas que las empresas perciben en ellos. De hecho, en términos agregados, ya vimos en el apartado 5.2 que los encuestados no perciben los sistemas cloud como especialmente complejos. Por tanto, las organizaciones están adoptando la nube para llevar a cabo servicios variados en un entorno usable, seguro y fácil con independencia de su complejidad. Este resultado contradice las conclusiones de Gangwar et al. (2015), único estudio sobre adopción de cloud que se ha detectado con respecto a la relación entre complejidad y PU.

Este resultado es muy interesante y señala que, en un contexto empresarial de muchas micropymes y en una región escasamente industrializada como es Andalucía, la complejidad que es intrínseca a la introducción de una tecnología y tan transformadora como es la nube, no es un condicionante importante a la hora de asumir o incorporar el cloud computing.

Por el contrario, el contraste de la **hipótesis H15** permite concluir que **la complejidad tecnológica del cloud afecta negativamente a la PFU**. Esto está en línea con los trabajos de Bueno y Salmerón (2008), Son et al. (2010), Rajan y Baral (2015) y, dentro del ámbito del cloud computing, con Gangwar et al. (2015).

Finalmente, aunque la relación no sea excesivamente fuerte, **la hipótesis H16 queda soportada**, es decir, **la complejidad tecnológica se asocia negativamente con la intención de uso** (Cooper y Zmud, 1990; Grover, 1993). Este resultado coincide con las conclusiones obtenidas por Tsai et al. (2010) y, dentro del ámbito específico del cloud, por el estudio de Oliveira et al. (2014).

Por tanto, la influencia de la CT en la Intención de uso, es débil e inversa y destaca de forma que a mayor complejidad, la intención de uso del cloud desciende, aunque muy poco. Ahora bien, se debe decir que aunque la facilidad de uso y la utilidad han sido tradicionalmente mediadores relevantes,

la complejidad tecnológica se ha descubierto como un mediador a tener en cuenta en esta nueva tecnología, que es la nube.

La complejidad tecnológica guarda el mismo comportamiento (en ambos es negativa y débil) con la percepción de facilidad que con la intención de uso, pero con una diferencia: lo hace con mayor fuerza en el caso de la PFU. **El hecho de que la complejidad influya en la percepción de facilidad y en la intención, nos lleva a presentar una barrera más en la introducción del cloud**, un concepto que para muchos autores se explica por la percepción de inseguridad y falta de control de la información en la nube (Ambrust et al., 2010).

Basándonos en la literatura analizada, decíamos en el apartado 3.2.4 que se puede inferir que complejidad es inversamente proporcional a PFU (Parveen y Sulaiman, 2008; Chau y Hu, 2001; Igarria, et al., 1997). Así cuanto menor sea la influencia de la complejidad más probable será la intención de uso (Premkumar y Roberts, 1999). En realidad, este resultado está en la línea del estudio que avalan una escasa importancia de la complejidad, al no representar un efecto decisivo y consistente en la intención de uso (Oliveira, Thomas y Espadanal, 2014).

Por lo tanto, se confirma que la complejidad tecnológica puede actuar como una barrera para la intención de uso del cloud computing, confirmando la significación de dicha relación (Oliveira y Martins, 2010; Wang et al., 2010).

En todas las organizaciones encuestadas, el cuestionario fue respondido por la persona con mayor conocimiento del proceso de adopción del cloud dentro de la misma o directamente por la dirección. El análisis comparativo del apartado 5.3.1 puso de manifiesto que los directivos perciben una mayor complejidad tecnológica en los sistemas cloud, en comparación con los no directivos trabajadores de la organización, constatando la mayor necesidad que la dirección y los cuadros medios tienen de tiempo y esfuerzo de aprendizaje en comparación con el personal técnico. Este hecho es explicable por las tareas propias del directivo, más ajenas, por así decirlo, a la frecuencia de uso de la tecnología.

6.2.7 Conclusiones derivadas del Tamaño de la Organización (TO).

Para finalizar, en este apartado vamos a analizar si las ventajas que ofrece el cloud computing tienen relación con la facturación y el número de trabajadores.

Recordamos las tres hipótesis relacionadas con el tamaño de la organización:

- H17: El Tamaño de la Organización influye significativamente sobre la percepción de utilidad del cloud.
- H18: El Tamaño de la Organización influye significativamente sobre la percepción de facilidad de uso en el cloud.
- H19: El Tamaño de la Organización ejerce un efecto positivo sobre la intención de uso.

Llegado este Nuestra investigación concluye que se puede confirmar que el tamaño de la organización, especialmente la facturación (Apartado 5.3.3), ha sido un factor determinante en ambos criterios de medición (NTR y FAC) del tamaño de la organización. Ahora bien, **NO se soporta la Hipótesis 17, y por tanto, el tamaño de la organización NO ejerce ninguna influencia en la PU.**

Por el contrario, sí son soportadas las Hipótesis 18 y 19, que avalan la existencia de relación entre el tamaño de la organización y la PFU e IU.

La existencia de efectos del tamaño de la organización sobre la intención de uso está muy contrastada por muchos estudios sobre cloud computing (Oliveira et al., 2011; Alshamaila et al., 2013; Saedi y lahad, 2013; Chinyao y Chen, 2011; Lin, 2014).

Nuestros resultados concluyen que **la actitud hacia el sistema cloud es mejor en empresas pequeñas**, las cuales por el contrario ven mayor complejidad tecnológica en la tecnología cloud. Hay que recordar que en la actitud hacia el sistema influyen de forma directa la PU y la PFU. Esto confirma una de las conclusiones del estudio realizado por Sandetel (2013), en cuanto a la necesidad de fomentar la clusterización y cooperación empresarial a través

de redes para garantizar la subsistencia y viabilidad futura del sector en orden de conseguir competir en mercados de fuerte crecimiento.

Las organizaciones pequeñas consideran más fácil encontrar lo que se desea hacer o responder con más facilidad a un análisis de datos en la nube que con las tecnologías anteriores. En este sentido, consideran que el cloud es mejor tecnología que las anteriores. A su vez, le otorgan un importante grado de fiabilidad frente a las organizaciones de mayor tamaño, en especial en cuanto a si la información es oportuna, integrada y fiable. De ahí que la confirmación de las Hipótesis 18 y 19 corrobore la existencia de relación, poniendo como ejemplo los resultados del estudio de Sandetel (2013).

En cuanto al uso, el 47% de las pymes usuarias de cloud los utiliza de manera transversal a la empresa más que en áreas o procesos específicos (Sandetel, 2013). Esta transversalidad es propia de organizaciones de un tamaño superior a 10 trabajadores o facturaciones por encima de 500.000 €, con lo cual podríamos estar en condiciones de afirmar que la investigación, con los resultados expuestos en el apartado 5.3.3, confirma la relación de dependencia entre tamaño de la organización y algunos aspectos de la Complejidad Tecnológica, como la comprensión o el nivel de esfuerzo de aprendizaje del cloud computing.

En general, las ventajas que ofrece el Cloud Computing son más convincentes para las microempresas que para las empresas de más trabajadores o facturación, fundamentalmente entendemos que por razones económicas y de mejora de la competitividad, como se ha demostrado en la comparación de medias en el Capítulo 5.

Se confirma la hipótesis de los autores que afirman que el beneficio económico obvio de la nube, especialmente para las empresas pequeñas y de tamaño medio, es el ahorro que representa no tener que comprar y mantener sus propias infraestructuras de hardware y software (Miller, 2008).

Las empresas, en particular, pueden alcanzar un potencial de ahorro de entre el 30% y el 40% de costes en TIC con el uso optimizado de sus recursos informáticos.

Estos datos de ahorro de costes puede mejorar en sus resultados económicos aún más, si se usan recursos de software de “open source” con plataformas más rentables, soluciones independientes, innovadoras y flexibles que, por lo general, se puede implementar muy fácilmente (Bughin, Chui y Manyika, 2014).

Para las empresas del sector TIC, que también han sido objeto de estudio, **PaaS ofrece un entorno de desarrollo ágil que hace que sea más fácil para los profesionales TIC desarrollar aplicaciones de forma rápida y que las adopten instantáneamente**, ya que elimina la espera para el despliegue del hardware y software adecuado para las aplicaciones (Greer, 2009; Vile y Liddle, 2009).

Este sector, tal y como afirma el informe elaborado por Sandetel (2013), precisa de una importante reconversión, no sólo utilizando PaaS para desarrollar aplicaciones o colaborar con plataformas de venta de APP's, sino en migrar todas las aplicaciones bajo licencia a SaaS.

A partir de los resultados obtenidos y comparados por tamaño de la organización y en base a los estudios recopilados por ONTSI (2012) y Sandetel (2013), **podemos deducir que el cloud genera importantes oportunidades a empresas TIC de tamaño más reducido o menor apoyo financiero, construyendo un espacio de mayor igualdad de oportunidades, donde el talento tenga mayor importancia frente a la capacidad financiera o de relaciones personales.**

Otro aspecto a tener en cuenta, **es el freno que para la nube supone no contar en estos momentos con una red de fibra óptica lo suficientemente potente y accesible geográficamente.** Este hecho genera **desequilibrios territoriales y constituye uno de los mayores frenos tecnológicos para Andalucía** especialmente, al ser una región extensa y de un PIB por debajo de la media comunitaria.

Las afirmaciones anteriores nos llevan a apoyar una de las conclusiones del ONTSI (2012) que resalta **el papel clave que tendrán en el futuro los operadores de telecomunicaciones para el cloud en España.**

En este mismo sentido se expresan autores que afirman que la falta constante de alta velocidad y de conexiones a Internet rápidas, es un obstáculo importante para la computación en la nube ya que se basa en Internet para ofrecer sus servicios (Miller, 2008).

En contra de las conclusiones de Jeyaraj et al. (2006), que sostienen que, dado que la importancia de las variables varía con el contexto, como la tecnología, el país de estudio, y el tamaño de las empresas (facturación, número de los empleados, etc.) es aconsejable que ninguna variable deba desecharse sólo porque se haya encontrado insignificante en un conjunto de estudios y/o contextos.

Es necesario decir, que si bien en nuestro estudio, todas las hipótesis no se cumplen, parece que **la nube se comporta igual en todos los contextos exceptuando hechos diferenciales**, como la ya mencionada de la falta de velocidad de internet, en parte por la falta de un despliegue completo de la red de fibra óptica como medio de acceso adecuado a la nube o el número de pymes de un territorio.

6.2.8 Otras conclusiones

Por otro lado, se ha visto que los resultados confirmaron una de las conclusiones del estudio realizado por Sandetel (2013), en cuanto a **la necesidad de fomentar clústers o núcleos de cooperación empresarial.** La cooperación empresarial, especialmente el sector al que más afectará el cloud: el sector TIC, es fundamental y estratégico. Su consecución pasa por la constitución de redes capaces de garantizar la subsistencia y viabilidad futura del sector en orden de conseguir competir en mercados de fuerte crecimiento, pero además con el compromiso permanente de reciclaje de su personal técnico.

Este compromiso de reciclaje se consigue a través de la constante capacitación de sus cuadros técnicos, que como se ha visto en nuestra investigación ejerce una sustanciosa influencia en la percepción de facilidad.

No desplegar en un tiempo determinado esta tecnología de arriba hacia abajo, significa que se corre el riesgo de generar mucha controversia y dificultades en la organización que conllevaran mayores costes en formación de los usuarios, que no observan en sus superiores verdadera sensibilidad hacia este nuevo modelo tecnológico (Frost y Sullivan, 2008).

Encontramos de nuevo razones, como las expuestas anteriormente, que se unen al hecho de estar frente a una innovación todavía reciente, con un número aún no muy alto de organizaciones adoptantes y usuarias y con una industria con escasa estandarización. Estas razones podrían explicar el escaso entusiasmo e interés detectado en la dirección de las organizaciones por acelerar la adopción y uso de la nube.

Es importante hacer notar la falta de estandarización de las interfaces de programas de aplicación y de plataformas tecnológicas, lo que significa que la interoperabilidad entre plataformas es pobre. Las empresas no son capaces de transferir fácilmente datos de un proveedor cloud a otro.

Los consumidores se enfrentan, por tanto, a proveedores de datos *lock-in*. Esta percepción de falta de control puede desalentar a las empresas a iniciar la adopción de la computación en la nube (Armbrust et al., 2010).

La incertidumbre de la disponibilidad del servicio y fiabilidad, especialmente la preocupación por el tiempo de inactividad del sistema sobre una interrupción inesperada, podrían disuadir a que las empresas adopten el cloud computing, ya que aumenta los costes del proyecto y los riesgos del negocio.

Las organizaciones admiten contar con información, se reúnen para tratar la migración hacia la nube e incluso parece que la información con que cuentan está contrastada.

Pero como ha ocurrido en otras adopciones de sistemas de información existen obstáculos de comunicación. Estos obstáculos muchas veces provienen por el

hecho de no desear crear falsas expectativas o simplemente para no distraer de sus objetivos tácticos a los departamentos, de manera que reciben toda la información cuando la alta dirección está segura de la adopción al 100% o bien cuando la fecha de migración de los sistemas más críticos se acerca y se cuenta con una planificación detallada.

Para finalizar debemos concluir diciendo que **predecir y fundamentar como se adopta esta tecnología a través de la superación de las barreras** que afectan, por ejemplo, a su percepción de utilidad o a la actitud y que en última instancia junto a la complejidad afectan directamente a la intención de uso, **ha supuesto un reto en esta investigación. Este reto y el tiempo invertido en superarlo sólo se pueden justificar, en la utilidad que aporte esta investigación, como guía práctica para proveedores cloud y para organizaciones adoptantes.**

Su resultado será de enorme utilidad para profesionales y para organizaciones que necesiten ganar competitividad o modernizar sus recursos de datos a través de la nube.

6.3 Limitaciones del estudio y futuras líneas de investigación

Una de las más importantes barreras con la que nos hemos encontrado, ha sido la dificultad que tienen las empresas y organizaciones para cooperar con una encuesta como la que se ha utilizado en esta investigación. A pesar de las facilidades dadas para responder el cuestionario tanto telefónicamente como por email, y el reclamo de un premio por participar en el proceso, hemos encontrado muchas reticencias para responder en algunos casos. Estas observaciones se han podido detectar, gracias a las aclaraciones que se realizaban antes de obtener las respuestas, en aquellos casos de encuestas telefónicas.

En este sentido, debemos tener presente que la encuesta telefónica ha sido más utilizada que el email o la web. La razón ha sido, que la mayoría de los emails no eran contestados. Posiblemente, el número de preguntas fuese excesivo para hacer la encuesta telefónicamente, si bien en una investigación de naturaleza descriptiva es igual de válida.

No obstante, para el investigador estos hechos quedan mitigados por la magnífica oportunidad que ha tenido para conocer e investigar acerca de una tecnología absolutamente emergente y con un elevado potencial de futuro.

Por otro lado, llevar una investigación de este tipo con un total de 150 organizaciones, la mayoría empresas privadas, y analizar sus resultados ha sido una magnífica ocasión de poner a prueba nuestra vocación investigadora y hasta qué punto es compatible con mis aptitudes personales.

También se debe decir, que en futuros estudios de estas características, deberían de existir más observaciones o encuestas recogidas de los CEO / CIO o Presidentes/ Directores Generales de las empresas, ya que éstos pueden dar una visión más representativa de la opinión de la organización hacia la adopción y uso de la tecnología cloud.

Otra limitación ha sido que todos los cuestionarios se obtuvieron de un sólo país y concretamente en la región de Andalucía. Esta región del sur de Europa está conformada por unos aspectos socioeconómicos propios. Por lo tanto, los resultados pueden no ser generalizables a otros países o regiones, especialmente por el despliegue actual de las redes de alta velocidad, sus precios, por el número de microempresas existentes y, en consecuencia, su PIB regional.

Esto apunta a otra dirección, ya que en futuras investigaciones la recogida cuestionarios y observaciones podría hacerse desde varios países, preferentemente que se encuentren en diferentes etapas de desarrollo con respecto a la tecnología cloud y que provengan de diferentes contextos culturales o tecnológicos.

Como se ha podido comprobar, las relaciones directas de variables externas se han llevado a cabo sobre constructos de percepción e intención, así como de Intención de uso y Actitud hacia el sistema. La experimentación de campo llevada a cabo, junto al modelo probado y validado estadísticamente, **evidencian por tanto la necesidad de continuar el estudio de los factores que condicionan la adopción de la tecnología cloud** hacia perspectivas

distintas que se centren fundamentalmente en las emociones y sentimientos evocados durante las experiencias con las distintas tecnologías.

En este sentido, se debe apuntar que una posible línea futura de investigación podría ser testar un modelo de medida más amplio, con constructos nuevos, como la Confianza o la Seguridad, que permitan obtener resultados más precisos acerca de cada uno de los componentes de las dimensiones de interacción, relacionándolo con un mayor número de preguntas clasificatorias y variables externas como las expuestas en el capítulo 2 de revisión de la literatura, como son: la importancia que se le da a la seguridad, escalabilidad, marco jurídico, cooperación entre empresas, posibles usos o futuros perfiles profesionales. Para ello sería necesario contar con una muestra más completa y que esta tecnología se encuentre más implantada en el tejido productivo.

Por último, entre otras limitaciones de esta Tesis Doctoral hay que señalar que, aunque en la literatura existen numerosos estudios que utilizan TAM para evaluar la aceptación de sistemas de información en empresas y organizaciones, sin embargo, son pocos aún los trabajos de investigación que analizan la aceptación y uso del cloud computing, con los que poder contrastar los resultados.

Muchos de ellos han ido apareciendo en las bases de datos electrónicas de investigación pasado el ecuador de esta tesis, por lo que son muy recientes. Este hecho, que no deja de ser muy positivo, representa por otro lado, la principal limitación del presente estudio, la cual tiene que ver con que el cloud computing es un concepto y una tecnología de la que aún no se conoce todo su potencial y alcance.

Esto significa que aunque muchos profesionales y directivos ya conocen esta tecnología, a la postre no son plenos usuarios de la misma o bien centran parte de sus tareas diarias en la nube y simultáneamente en tecnologías tradicionales, en este último caso, sin una adecuada integración equilibrada que haga pervivir ambas modalidades o transitar plenamente al cloud.

Por este motivo, en el universo objeto de estudio de esta investigación no se ha diferenciado entre adoptantes tempranos o adoptantes expertos, en la idea de dar una visión del conjunto de las organizaciones.

Por ello, una vez explicada esta limitación sería conveniente ampliar y desarrollar nuevos estudios en los que se diferencien claramente subgrupos, en función del nivel de uso y conocimiento del cloud computing, lo cual llegaría a permitir soportar sustancialmente el modelo explicativo.

Dicho todo esto, poniendo fin a este apartado de futuras líneas de investigación termina esta tesis doctoral, no sin antes incluir al final un apartado de anexos que puedan ayudar a comprender mejor la investigación llevada a cabo y la relación bibliográfica de autores, a los cuales como homenaje cito colectivamente con una sola frase, en este caso no del autor, sino del universal Camilo J. Cela quién en la última línea de su famosa novela “La Familia de Pascual Duarte”, escribió aquello de “¿Qué más podría yo añadir a lo dicho por estos señores?”. Dejemos ahí la pregunta.

BIBLIOGRAFÍA

7 Bibliografía

- 800A s.com. (2013). Editions & Pricing. Obtenido de <http://www.800a.com/products/> accedido 2 de febrero de 2014.
- Abdollahzadehgan, A., Gohary, M.M., Hussin, A.R.C. y Amini, M. (2013). The Organizational Critical Success Factors for Adopting Cloud Computing in SMEs. *Journal of Information Systems Research and Innovation (JISRI)*, 4(1): 67-74.
- Abdullah, M. y Othman, M. (2013). Cost-based Multi-QoS Job Scheduling Using Divisible Load Theory in Cloud Computing. *Procedia Computer Science* 18, 928-935.
- Ackermann, T., Widjaja, T., Benlian, A. y Buxmann, P. (2013). Perceived IT security risks of cloud computing: Conceptualization and scale development. 33rd International Conference on Information Systems (ICIS 2012). Orlando, FL, US.
- Agrebi, S. y Jallais, J. (2015). Explain the intention to use smartphones for mobile Shopping. *Journal of Retailing and Consumer Services*, 22, 16-23.
- Ajzen, I. (1985). From intentions to actions: A theory of planned behavior. En Kuhl J. y Beckmann J., *Action control: From cognition to behavior*, 11-39. Berlin, Heidelberg, New York: Springer-Verlag.
- Ajzen, I. (1991). The theory of planned behavior. *Organizational Behavior and Human Decision Processes* 50 (2): 179–211.
- Ajzen, I. y Fishbein, M. (1980). *Understanding Attitudes and Predicting Social Behavior*. New Jersey: Englewood Cleffs.
- Alam, S. (2009). Adoption of internet in Malaysian SMEs. *J. Small Busines. Enterprise. Dev.* 16.
- Alharbi, S. T. (2012). Users' Acceptance of Cloud Computing in Saudi Arabia: An Extension of Technology Acceptance Model. *International Journal of Cloud Applications and Computing (IJCAC)* (2:2) 1-11.
- Al-Jabri, I.M. (2015). Antecedents of user satisfaction with ERP systems: mediation analyses, *Kybernetes*, Vol. 44 Iss 1. 107–123
- Al-Jabri, I.M. y Roztock, N. (2015). Adoption of ERP systems: Does information transparency matter?. *Telematics and Informatics* 32, 300–310
- Al-Mashari, M., Al-Mudimigh, A. y Zairi, M. (2003). Enterprise Resource Planning: A taxonomy of critical factors. *European Journal of Operational Research*, Vol. 146, 352-364.
- Alshamaila, Y., Paiannidis, S. y Li, F. (2012). Cloud computing adoption by SMEs in the north east of England. A multi-perspective framework. *Journal of Enterprise Information Management*.
- Armbrust, M., Fox, A., Griffith, R., Joseph, A., Katz, R., Konwinski, A., y otros. (2010). A view of cloud computing, *Communications of the ACM*, Vol. 53, 50-58.
- Amoako-Gyampah, K. y Salam, A. (2004). An extension of the technology acceptance model in an implementation environment. *Information y Management* 41 (6), 731-745.
- Amoroso D.L. (1988). Organizational issues of end-user computing. *Database* 19(3/4), 49-58.
- Amoroso D.L. y Cheney P.H. (1991). Testing a Causal Model of End-User Application Effectiveness. *Journal of Management Information Systems* 8(1), 63-80.

- Ang, S. y Teo, G. (1997). Effects of time processing orientation, agreement preferences and attitude towards foreign businessmen on negotiation adaptation. *International Business Review*, Volume 6, Issue 6, December 1997, 625-640.
- Arteaga, R. y Duarte, A. (2010): Motivational factors that influence the acceptance of Moodle using TAM. *Computers in Human Behavior*, 26, 1632-1640.
- Au, Y. y Zafar, H. (2008). A multi-country assessment of mobile payment adoption, Working Paper Series No. 0055IS-296-2008. College of Business, University of Texas, San Antonio, TX.
- Autry, C., Grawe, S., Daugherty, P. y Richey, R. (2010). The effects of technological turbulence and breadth on supply chain technology acceptance and adoption. *Journal of Operations Management*, Vol. 28 No. 6, 522-536.
- Avram M.G. (2014). Advantages and Challenges of Adopting Cloud Computing from an Enterprise Perspective. *Procedia Technology* 12, 529-534.
- Azadegan, A. y Teich, J. (2010). Effective benchmarking of innovation adoptions: a theoretical framework for e-procurement technologies. *Benchmarking: Int. J.* 17, 472-490.
- Baena, A., Fuster, H., Carbonell, X. y Oberst, U. (2010). Retos metodológicos de la investigación psicológica a distancia. *Aloma, Revista de Psicología, Ciències de l'Educació i de l'Esport*, (26), 137-156.
- Bagozzi, R. y Yi, Y. (1988). On the evaluation of structural equation models. *Journal of the Academy of Marketing Science* Spring, 1988, Volume 16, Issue 1, 74-94.
- Bajwa, D., Rai, A. y Brennan, I. (1998). Key antecedents of Executive Information System success: a path analytic approach. *Decision Support Systems* 22 (1), 31-43.
- Baker, J. (2011). The technology-organization-environment framework. En Dwivedi, Y., Wade, M. and Schneberger, S. (Eds), *Information Systems Theory: Explaining and Predicting Our Digital Society*, Springer, New York, NY, 231-246.
- Banerjee, P. (2009). An intelligent IT infrastructure for the future, 15th International Symposium on High-Performance Computer Architecture, HPCA, Raleigh, NC, February 14-18.
- Barclay, D., Higgins, C., y Thompson, R. (1995). The Partial Least Squares (PLS) Approach to Causal Modelling: Personal Computer Adoption and Use as an Illustration, *Technology Studies, Special Issue on Research Methodology*, 285-309.
- Barki, H. y Hartwick, J. (1994). Measuring User Participation, User Involvement, and User Attitude, *MIS Quarterly*, Vol.18, No.1:59-82.
- Barroso, C., Carrión, C. C. y Roldán, J. L. (2010). Studies on SERVQUAL model and employee behavior model. En W. W. V. E. Vinzi, *Applying maximum likelihood and PLS on different sample sizes*, 427-447. Heidelberg Dordrecht: Springer: Ed. squares.
- Behrend, T.S., Wiebe, E.N., London, J.E. y Johnson, E.C. (2011). Cloud computing adoption and usage in community colleges. *Behaviour y Information Technology* 30(2), 231-240.
- Benbasat, I., y Barki, H. (2007). Quo vadis TAM? *Journal of the Association for Information Systems*, 8(4), 7.
- Benlian, A., Hess, T. y Buxmann, P. (2009). Drivers of saas-adoption an empirical study of different application types. *Business Information Systems Engineering* 1, 357-369.
- Benlian, A., Koufaris, M. y Hess, T. (2011). Service quality in software-as-a-service: Developing the SaaS-quality measure and examining its role in usage continuance. *Journal of Management Information Systems*, 28(3), 85-126.

- Bharadwaj, A. (2000). A resource-based perspective on information technology capability and firm performance: An empirical investigation. *MIS Quarterly*, 24(1), 169–196.
- Bhardwaj, S., Jain, L. y Jain, S. (2010). Cloud computing: A study of infrastructure as a service (IAAS). *International Journal of Engineering and Information Technology*, Volume 2, Issue 1, 60-63.
- Bhattacharjee, A. (2001). Understanding Information Systems Continuance: An Expectation Confirmation Model, *MIS Quarterly*, Vol. 25, No. 3, 2001, 351-370.
- Bhattacharjee, A. y Park, S. (2014). Why end-users move to the cloud: A migration-theoretic analysis. *European Journal of Information Systems*, 23(3), 357–372.
- Bhuasiri, W., Xaymoungkhoun, O., Zo, H., Rho, J. y Ciganek, A. (2012). Critical success factors for e-learning in developing countries: A comparative analysis between ICT experts and faculty, *Computers y Education* 58(2), 843-855.
- Bigné, M., Lévy, S. E., Cuenca, A. y Miquel, M. (2000). *Investigación de mercados*. Madrid: McGraw Hill.
- Bollen, K. A. (1989). *Structural equations with latent variables*. New York: John Wiley Sons.
- Bollen, K. A., y Lennox, R. D. (1991). Conventional wisdom on measurement: A structural equation perspective. *Psychological Bulletin*. 1991;110(2):305–314.
- Bondi, A. B. (2000). Characteristics of scalability and their impact on performance. (Vol. Proceedings of the second international workshop on Software and performance). (WOSP, Ed.)
- Bose, R., y Luo, X. (2011). Integrative framework for assessing firms' potential to undertake Green IT initiatives via virtualization– a theoretical perspective. *Journal Strategy Information Systems*, 38–54.
- Bradford, M., y Florin, J. (2003). Examining the role of innovation diffusion factors on the implementation success of enterprise resource planning systems. *International Journal of Accounting Information Systems* Volume 4, Issue 3, 205–225.
- Bradley, J., y Lee, C. C. (2007). ERP training and user satisfaction: A case study, *International Journal of Enterprise Information Systems*, 3(4), 33–55.
- Brandt, T., Tian, Y. y Hedwig, M. Y. (2012). Autonomic management of software as a service systems with multiple quality of service classes. 20th European Conference on Information Systems (ECIS). Barcelona, Spain.
- Bruner, G., y Kumar, A. (2005). A lying TAM to consumer usage of handheld internet devices. *Journal of Business Research* 58, 553-558.
- Bueno, S., y Salmerón, J. (2008). TAM-based success modeling in ERP. *Interacting with Computers*, 515-523.
- Bughin, J., Chui, M., y Manyika, J. (28 de 02 de 2014). Clouds, big data, and smart assets: Ten tech-enabled business trends to watch. Obtenido de McKinsey Quarterly en 2014: http://www.itglobalservices.de/files/100810_McK_Clouds_big_data_and%20smart%20assets.pdf
- Bui, H. T. y Baruch, Y. (2011). Learning organizations in higher education: An empirical evaluation within an international context. *Management Learning* 43, 3, 515-544.
- Burda, D., y Teuteberg, F. (2013). Sustaining accessibility of information through digital preservation: A literature review. *Journal of Information Science*, 39 (4).
- Burda, D., y Teuteberg, F. (2014). The role of trust and risk perceptions in cloud archiving. *Journal of High Technology Management Research*.

- Buyya, R., Yeo, C., Venugopa, S., Broberg, J. y Brandic, I. (2009). Cloud computing and emerging it platforms: vision, hype, and reality for delivering computing as the 5th utility. *Future Generation Computer Systems*, Vol. 25 No. 6, 599-616.
- Caballer, M., Alfonso, C., Alvarruiz, F. y Moltó, G. (2013). EC3: Elastic Cloud Computing Cluster. *Journal of Computer and System Sciences* 79(8). 1341-1351.
- Calisir, F. y Calisir, F. (2004). The relation of interface usability characteristics, perceived usefulness, and perceived ease of use to end-user satisfaction with enterprise resource planning (ERP) systems. *Computers in Human Behavior*, nº 20, 505-515.
- Calisir, F., Gumussoy, C.A. y Bayram, A. (2009). Predicting the behavioural intention to use enterprise resource planning systems - An exploratory extension of the technology acceptance model. *Management Research News*, 32 (7), 597-613.
- Campón, A. (2013). *La Lealtad hacia los destinos de Turismo Rural: Un Estudio causal de sus determinantes bajo el enfoque transaccional y relacional del marketing*. Cáceres: Universidad de Extremadura.
- Campón, A., Alves, H., y Hernández, J. (2013). Aproximación teórica a un modelo para el estudio de la lealtad en el turismo rural. *RESTMA, Revista de Economía, Sociedad, Turismo y Medio Ambiente* (16).
- Carmines, E. G., y Zeller, R. (1979). *Reliability and Validity Assessment*. Newbury Park, CA: Sage Publications.
- Cepeda, G., y Roldán, J. (2004). Aplicando en la práctica la Técnica PLS en la Administración de Empresas. XIV Congreso Anual de ACEDE.
- Chang, Cheung, y Laib. (2005). Literature derived reference models for the adoption of online shopping. *Information y Management*, Volume 42, Issue 4, May 2005, 543–559.
- Chang, M. K., y Cheung, W. (2001). Determinants of the intention to use Internet/WWW at work: a confirmatory study. *Information and Management* 39(1): 1-14 (2001).
- Chau, P., y Tam, K. (1997). Factors affecting the adoption of open systems: an exploratory study. *Management Information Systems Quarterly*, Vol. 21 No. 1, 1-24.
- Che, J., He, Q., Gao, Q., y Huang, D. (2008). Performance measuring and comparing of virtual machine monitors. In *Proceedings of the 2008 IEEE/IFIP International Conference on Embedded and Ubiquitous Computing – Vol. 02, EUC '08, 381-386, Washington, DC, USA*.
- Che, J., Shi, C., Yu, Y. y Lin, W. (2010). A synthetical performance evaluation of openvz, xen and kvm. In *Proceedings of the 2010 IEEE Asia-Pacific Services Computing conference, APSCC '10, es 587-594, Washington, DC, USA*.
- Chen, L.-D. y Tan, J. (2004). Technology adaptation in e-commerce: key determinants of virtual stores acceptance. *European Management Journal*, Vol. 22 No. 1, 74-86.
- Cheung, R., y Vogel, D. (2013). Predicting user acceptance of collaborative technologies: An extension of the technology acceptance model for e-learning, *Computers y Education* 63, 160-175.
- Chin W. (2010). How to write up and report PLS analyses. In V. E. Vinzi, W. W. Chin, J. Henseler y H. Wang, (655-690). *Berlín: Handbook of Partial Least Squares: concepts, methods and applications in marketing and related Fields*.
- Chin, W. W. (1988). *The Partial Least Squares a roach to structural equation modeling. Modern methods for business research*, 295-336. London.
- Chin, W., Marcolin, B. y Newsted, P. (2003). *A Partial Least Squares Latent Variable Modeling A roach for Measuring Interaction Effects: Results from a Monte Carlo Simulation Study*

- and an Electronic-Mail Emotion/Adoption Study. *Information Systems Research* Vol. 14, No. 2, 189–217.
- Ching, W., y Newsted, P. (1999). Chapter 12. Structural Equation modeling. Analysis with small samples using partial least squares. En R. H. Hoyle, *Statistical strategies for smart sample researchs*.
- Chong, A., Ooi, K., Lin, B., y Raman, M. (2009). Factors affecting the adoption level of e-commerce: an empirical study. *Journal of Computer Information Systems*. 50, 13–22.
- Chong, A.Y.L., Darmawan, N., Ooi, K.B. y Lee, V.H. (2011). Determinants of 3G adoption in Malaysia: A structural analysis. *Journal of Computer Information Systems* 51: 71-80.
- Chou, D., y Chou, A. (2007). Analysis of a new information systems outsourcing practice: software-as-a-service business model. *International Journal Information Systems Change Management* 2 (4), 392-405.
- CIO. (2011). Cloud Computing Survey. Obtenido de <http://mkting.cio.com/pdf/> en 2014.
- Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences* (2nd ed.). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Cook, T. y Campbell, D. (1979). *Quasi-Experimentation Design and Analysis Issues for Fields Settings*. Chicago: Rand McNally.
- Cooper R.B. y Zmud R.W. (1990) Information technology implementation research: a technological diffusion approach. *Management Science*, 36(2), . 123-139.
- Cupani, M. (2012). Análisis de Ecuaciones Estructurales: conceptos, etapas de desarrollo y un ejemplo de aplicación. *Revista Tesis 2012*, N° 1. 186-199.
- Davis, F.D. (1986). *A Technology Acceptance Model for Empirically Testing new End-User Information Systems: Theory and Results*. Massachusetts: Massachusetts Institute of Technology, Sloan School of Management.
- Davis, F.D. (1989). Perceived usefulness, perceived ease of use, and user acceptance of Information Technology. *MIS Quarterly* 13(3), 319- 340.
- Davis, F.D., Bagozzi, R.P. y Warshaw, P.R., (1989). User acceptance of computer technology: a comparison of two theoretical models. *Management Science* 35 (8), 982–1003.
- Davis, F.D., Bagozzi, R. y Warshaw, P. (1992). Development and Test of a Theory of Technological Learning and Usage. *Human Relations* July 1992 vol. 45 no. 7, 659-686.
- DePietro, R., Wiarda, E., y Fleischer, M. (1990). The context for change: organization, technology and environment. En Tornatzky, L.G. and Fleischer, M. (Eds), *The Process of Technological Innovation*, Lexington Books, Lexington, MA, 151-175.
- Dholakia, R.R. y Kshetri, N. (2004). Factors impacting the adoption of the internet among SMEs, *Small Business Economics*, Vol. 23, 311-322.
- Dinh, H., Lee, C., Niyato, D., y Wang, P. (2011). A survey of mobile cloud computing: architecture, applications and approaches. *Proceedings of the wireless communications and mobile computing*.
- Dinkar, S. (2011). *Moving to the Cloud: Developing Apps in the New World of Cloud Computing*. Syngress Media.
- DIRCE, (2012). *Demografía armonizada de empresas: Directorio Central de Empresas del Instituto Nacional de Estadística*.

- DOCSIS3. (2012). Especificación de Interfaz para Servicios de Datos por Cable. Obtenido de 7 de agosto de 2006. Consultado el 11 de enero de 2011: <http://www.cablelabs.com/specs/specification-search/?cat=docsis>
- Doll, W.J. y Torkzadeh, G. (1998). Developing a multidimensional measure of system-use in an organizational context. *Information y Management* Volume 33, Issue 4, 171–185.
- Dos Reis, R.A. y Duarte Freitas, M.C. (2014). Critical Factors on Information Technology Acceptance and Use: an Analysis on Small and Medium Brazilian Clothing Industries *Information Technology and Quantitative Management (ITQM 2014) Procedia Computer Science* 31, 105 – 114.
- Ellison, N. B., Steinfield, C., y Lampe, C. (2007). The Benefits of Facebook Friends: Social Capital and College Students' Use of Online Social Network Sites, *Journal of Computer-Mediated Communication* (12:4), 1143-1168.
- Falk, R., y Miller, N. (1992). *A Primer for Soft Modeling*. University of Akron Press, Akron, OH.
- Farace, R. V., y MacDonald, D. (1974). New directions in the study of organizational communication. *Personnel Psychology*, 27, 1-15.
- Fernando, N., Loke, S., y Rahayu, W. (2013). Mobile cloud computing: a survey. *Future Generation Computer Systems*, 29, 84–106.
- Feuerlicht, G., y Govardhan, S. (2010). Impact of cloud computing: beyond a technology trend . *The Proceedings of the International Conference on Systems Integration (CD-ROM) Oeconomica*, June 8-9, (1-8.). Prague.
- Feuerlicht, G., Burkon, L., y Sebesta, M. (2011). Cloud computing adoption: what are the issues? *System Integration*, Vol. 18 No. 2, 187-192.
- Fishbein, M., y Ajzen, I. (1975). *Belief, Attitud Intention, and Behavior: An Introduction to Theory and Research*. Reading, MA: Addison-Wesley.
- Fornell, C. (1982). *A Second Generation of Multivariate Analysis: Methods*.
- Fornell, C. y Larcker, D. F. (1981). Evaluating structural equation models with unobservable variables and measurement error. *Journal of Marketing Research* 18 (1), 39-50.
- Fornell, C. y Bookstein, F. (1982). Wo Structural Equation Models: LISREL and PLS A lied to Consumer Exit-Voice Theory. *Journal of Marketing Research* Vol. 19, No. 4, Special Issue on Causal Modeling (Nov., 1982), 440-452.
- Fornell, C. y Cha, J. (1994). Partial Least Squares. En *Advanced Methods of Marketing*.
- Forrester Research. (2009). *Global IT Market Outlook*. Obtenido en 2013 de *The Global Recessions Will Slow IT Purchases Growth de A Crawl*: <https://www.forrester.com/Global+IT+Market+Outlook+2009/fulltext/-/E-RES46676>
- Frost y Sullivan. (2008). *Market Demands for Hosted UC Services*. Frost y Sullivan.
- Fundación de la Innovación. (2011). *Cloud Computing. La tercera ola de las tecnologías de la información*. Bankinter.
- Gallego, M.D., Bueno, S., Racero, F.J. y Noyes, J. (2015) Open source software: The effects of training on acceptance. *Computers in Human Behavior* 49, 390–399
- Gangwar, H., Date, H. y Ramaswamy, R. (2015). Understanding determinants of cloud computing adoption using an integrated TAM-TOE model. *Information Technology, Journal of Entreprise Information*, 28 (1), 107-130.

- Gardner, C. y Amoroso, D. L., (2004), Development of an Instrument to Measure the Acceptance of Internet Technology by Consumers, Proceeding of the 37th Hawaii International Conference of System Science, IEEE, 1-10.
- Gartner. (2008). Assessing the Security Risks of Cloud Computing. Gartner.
- Géczy, P., Izumi, N. y Kôiti, H. (2012). Cloudsourcing: managing cloud adoption. Global Journal of Business Research, Vol. 6 No. 2, 57-70.
- Gefen, D., Karahanna, E. y Straub, D. W. (2003). Trust and Tam in Online Shopping: An Integrated Model, MIS quarterly (27:1), 51-90.
- Geisser, S. (1974). A predictive approach to the random effect model. Biometrika 61 (1), 101-107.
- Ghobakhloo, M., Arias-Aranda, D., y Benitez-Amado, V. (2011). Adoption of e-commerce applications in SMEs, Industrial Management & Data Systems, 111, 1238–1269.
- Ghobakhloo, M., Sabouri, M.S., Tang, S.H. y Zulkifli, N. (2011) Information Technology Adoption in Small and Medium-Sized Enterprises: An Appraisal of Two Decades Literature. Interdisciplinary Journal of Research in Business, 1, 53-80.
- Giessmann, A. y Stanoevska, K. (2012). Platform as a service, A conjoint study on consumers preferences. International Conference on Information Systems. Orlando, FL, US.
- Goscinski, A., y Brock, M. (2010). Toward dynamic and attribute based publication, discovery and selection for cloud computing. Future Generation Computer Systems, Vol. 26 No. 7, 947-970.
- Götz, O., Liehr-Gobbers, K., y Krafft, M. (2010). Evaluation of structural equation models using the Partial Least Squares (PLS) approach. En W.W.V. Esposito Vinzi, Handbook of partial least squares, 691-711. Berlín.
- Grance, T., y Mell, P. (2008). Perspectives on Cloud Computing and Standards. NIST, Information Technology.
- Grandón, E., y Pearson, J. (2004). Electronic commerce adoption: an empirical study of small and medium US businesses. Information and Management 42, 197–216.
- Green S.B. (1991). How many subjects does it take to do a regression analysis? Multivariate Behavioral Research 26 (3), 499-510.
- Greer, M. (2009). Software as a service inflection point: Using cloud computing to achieve business agility. New York: Global Authors Publishers.
- Grover V. (1993). Empirically derived model for the adoption of customer-based interorganizational systems. Decision Sciences, 24(3), 603-639.
- Grossman, R. (2009). The case for cloud computing. IT Professional, 11(2), 23–27.
- Gudergan, Ringle, Wende, y Will. (2008). Confirmatory tetrad analysis in PLS path modeling Original Research Article. Journal of Business Research, Volume 61, Issue 12, 1238-1249.
- Guo, H., Zhang, L., Tao, F., Ren, L., y Luo, Y. L. (2010). Research on the measurement method of flexibility of resource service composition in cloud manufacturing. En Proceedings of the International conference on manufacturing engineering and automation ICMEA.
- Gupta, P., Seetharamana, A., y Rajb, J. (2013). The usage and adoption of cloud computing by small and medium businesses. International Journal of Information Management.
- Habermas, J. (1987) Theory of Communication Action, Policy Press, Cambridge.

- Hair, J. F., Ringle, C. M., y Sarstedt, M. (2011). PLS-SEM: Indeed a silver bullet. *Journal of Marketing Theory and Practice*, 19(2), 139–151.
- Hair, J., Black, W., Babin, B., y Anderson, R. (2010). *Multivariate Data Analysis*. Upper Saddle River: Prentice.
- Hair, J., Black, W., Babin, B., Anderson, R., y Tatham, R. (2005). *Multivariate data analysis*. Upper Saddle River, NJ: (5th ed.). Prentice Hall.
- Hair, J., Marko, S., Ringle, C., y Mena, J. (2012). An assessment of the use of partial least squares structural equation modeling in marketing research. *Journal of the Academy Marketing Science* 40 (3), 414-433.
- Hair, Sarstedt, Hopkins, y Kuelwieser. (2014). Partial least squares structural equation modeling (PLS-SEM) An emerging tool in business research. *European Business Review* Vol. 26 No. 2, 106-121.
- Harrison, D. A., Mykytyn, P. P. y Riemenschneider, C.K. (1997): (1997). Executive Decisions About Adoption of Information Technology in Small Business: Theory and Empirical Tests. *Information Systems Research*, 8(2), 171–195.
- Heart, T., y Pliskin, N. (2002). On the Affordability of Renting Restaurant A lications from A lication Service Providers. *International Journal of Hospitality Information Technology*, Vol. 2. Nº. 2, 45-61.
- Heerwegh, D. (2005). Effects of personal salutations in e-mail invitations to participate in a web survey. *Public Opinion Quarterly*, 69, 588-598.
- Henseler, J., Ringle, C. M., y Sinkovics, R. R. (2009). The Use of Partial Least Squares Path Modeling in International Marketing. *Advances in International Marketing* (20), 277-320.
- Hernández, C. R., Fernández, C. y Baptista, P. (2007). *Metodología de la Investigación*. México: Mc-Graw Hill.
- Hernandez-Ortega, B. (2012). Factores clave en la adopción y posterior uso de la facturación electrónica. *Academia. Revista Latinoamericana de investigación*, Issue 50, 2012, 15-30.
- Hinkin, T. R. (1995). A review of scale development practices in the study of organizations. *Journal of Management*, 21(5), 967-988.
- Hirschheim, R. (2007). Introduction to the special issue on “Quo Vadis TAM – Issues and Reflections on Technology Acceptance Research”. *Journal Association Information System* 8 (4), 203–205.
- Hong, J.-C., Hwang, M.-Y., Hsu, H.-F., Wong, W.-T., y Chen, M.-Y. (November 2011,). A lying the technology acceptance model in a study of the factors affecting usage of the Taiwan digital archives system. *Computers and Education*, Volume 57, Issue 3, 2086–2094.
- Hong, K.-K. y Kim, K.-K. (2002). The critical success factors for ERP implementation: an organizational fit perspective. *Information and Management* 40, 25-40.
- Hong, S.-J., Thong, J. y Tam, K. Y. (2006). Understanding continued information technology usage behavior: a comparison of three models in the context of mobile internet. *Decision Support Systems*, Vol. 42 No. 3, 1819-1834.
- Hong, W. y Zhu, K. (2006). Migrating to internet-based e-commerce: factors affecting e-commerce adoption and migration at the firm level, *Information and Management*, Vol. 43, 204-221.
- Horrigan, J. B. (24 de Febrero de 2014). Use of cloud computing applications and services. Obtenido de Pew Internet [Online] 2008: <http://www.pewinternet.org/Reports/2008/Use-of-Cloud-Computing-Applications-and-Services/Data-Memo.aspx>

- Hsu, C., y Lu, H. (2004). Why do people play on-line games? An extended TAM with social influences and flow experience, *Information and Management* 41(7), 853–868.
- Hsu, J. S.-C.; Shih, S.-P.; Chiang, J.C.; Liu, J. Y.-C. (2012). The impact of transactive memory systems on IS development teams coordination, communication, and performance. *International Journal of Project Management* 30, 329–340
- Hsu, P-F., Soumya, R., Li-Hsieh, Y-Y., (2014) Examining cloud computing adoption intention, pricing mechanism and deployment. *International Journal of Information Management* 34, 474–488
- Hu, P. J.; Chau, P. Y. K.; Sheng, O. R. L. (1999), Examining the technology acceptance model using physician acceptance of telemedicine technology, *Journal of Management Information Systems* 16 (2), 91–112
- Huber, G. y Mc Daniel, F. (1986). Exploiting I.T. to design more effective organizations. En M. Jake, En *Managers, micros and mainframes*, 221-236. New-York: Willey.
- Hulland, J. (1999). Use of partial least squares (PLS) in strategic management research: a review of four recent studies. *Strategic Management Journal*, 20, 195-204.
- Hung, K. y Law, R. (2011). An overview of Internet-based surveys in hospitality and tourism journals. *Tourism Management*.
- Hung, S.-Y., Chang, C.-M. y Kuo, S.-R. (2013). User acceptance of mobile e-governement services: An empirical study. *Governement Information Quarterly*, 30 (1), 30-44.
- Hung, S.-Y., Chang, C.-M., y Yu, T.-J. (2006). Determinants of user acceptance of the e-Governement services: The case of online tax filling and payment system. *Governement Information Quarterly*. 23(1), 97-122.
- Hutchinson, C. W. (2009). Navigating the next-generation application architecture. *IT Professional*, 1(2),18–22.
- Hwang, K. (2008). *Massively Distributed Systems: From Grids and P2P to Clouds*. *Advances in Grid and Pervasive Computing*. Lecture Notes in Computer Science Volume 5036, 1.
- Iacovou, C., Benbasat, I. y Dexter, A. (1995). Electronic data interchange and small organizations: adoption and impact of technology. *Management Information Systems Quarterly*, Vol. 19 No. 4, 465-485.
- Ifinedo, P. (2011). An empirical analysis of factors influencing Internet/e-business technologies adoption by SMEs in Canada, *International Journal of Information Technology & Decision Making*,10, 731–766.
- Igbaria, M., Zinatelli, N., Cragg, P., y Cavaye, P. (1997). Personal computing acceptance factors in small firms: A structural equation model. *MIS Quarterly* 21 (3), 279-306.
- Ion, I., Sachdeva, N., Kumaraguru, P., y Capkun, S. (2011). Home is safer than the cloud!: Privacy concerns for consumer cloud storage. 7th Symposium on Usable Privacy and Security. Pittsburgh, Pennsylvania.
- INE (2015). Instituto Nacional de Estadística. Obtenido en 2014 de www.ine.es.
- Jarvis, C., Mackenzie, S. y Podsakoff, P. (2003). Critical Review of Construct Indicators and Measurement Model Misspecification in Marketing and Consumer Research. *Journal of consumer research*, Inc.Vol. 30.
- Jeyaraj, A., Rottman, J. W. y Lacity, W. C. (2006). A review of the predictors, linkages, and biases in IT innovation adoption research. *Journal of Information Technology*, Vol. 21 N^o. 1, 1-23.

- Johansson, B. (2004). Exploring Application Service Provision. En 2. p.-1. IFIP International Federation for Information Processing Volume 138, Networked Information Technologies. Springer US.
- Joo, J. y Sang, Y. (2013). Exploring Koreans' smartphone usage: An integrated model of the technology acceptance model and uses and gratifications theory, *Computers in Human Behavior* 29(6), 2512-2518.
- Jöreskog, K. G. (1993). Testing structural equation models. En K. L. Bollen, *Testing Structural Equation Models*, 294-316. Sage, Newbury Park.
- Kahn J. H. (2006). Factor analysis in Counseling Psychology research, training and practice: Principles, advances and applications. *The Counseling Psychologist*, 34, 1-36.
- Kaminski, H. y Perry, M. (2008). SLA Negotiation System Design Based on Business Rules Services Computing. SCC '08. IEEE International Conference on, Volume 2, 609-612.
- Kankanhalli, A., Hock-Hai, T., Tan, B. y K.K., y. W. (2003). An integrative study of information systems security effectiveness. *International Journal of Information Management* 23 (2003) 139–154.
- Karahanna, E., Straub, D. W. y Chervany, N. L. (1999). Information technology adoption across time: a cross-sectional comparison of pre-adoption and post-adoption beliefs. *MIS quarterly*, 183-213.
- Kelner, J., Endo, T., Gonçalves, G. E. y Sadok, D. (2010). A survey on opensource cloud computing solutions. *Brazilian Symposium on Computer Networks and Distributed Systems*.
- Kerimoglu, O. y Basoglu, N. (2005). A framework for understanding adoption of organizational enterprise resource planning systems. *Picmet Conference*, Portland, Oregon.
- Khajeh-Hosseini, A., Greenwood, D., Smith, J., y Sommerville, I. (2012). The cloud adoption toolkit: supporting cloud adoption decisions in the enterprise. *Software: Practice and Experience* Volume 42 Issue 4, 447-465.
- Kim, H. B., Kim, T. y Shin, S. W. (2009). Modeling roles of subjective norms and eTrust in customers' acceptance of airline B2C eCommerce websites. *Tourism management*, 30, 266-277.
- Kim, J. y Forsythe, S. (2009). Adoption of sensory enabling technology for online apparel shopping, *European Journal of Marketing*, Vol. 43 Iss: 9/10, 1101 – 1120
- Klein, R. (2012). Assimilation of Internet-based purchasing applications within medical practices. *Information Management*, 49, 135–141.
- Koufaris M. (2002). Applying the technology acceptance model and flow theory to online consumer behavior, *Information System Research* 13, 19-28.
- Kshetri, N. (2012). Privacy and security issues in cloud computing: the role of institutions and institutional evolution. *Telecommunication Policy* 37, 372–386.
- Kuan, K. y Chau, P. (2001). A perception-based model for EDI adoption in small businesses using a technology-organization-environment framework. *Information and Management*, Vol. 38 No. 8, 507-521.
- Kwahk, K. Y. y Lee, J. N. (2008). The role of readiness for change in ERP implementation: Theoretical bases and empirical validation. *Information y Management*, 45 (7), 474-481.
- Leavitt, N. (2009). Is Cloud Computing Really Ready for Prime Time? *IEEE Computer Society* Issue No.01 - vol.42, 15-20.

- Lee, D.H., Lee, S.M., Olson, D.L. y Chung, S.H. (2010). The effect of organizational support on ERP implementation. *Industrial Management y Data Systems*, 110 (1-2), 269–283.
- Lee, D. y Lehto, M. (2013). User acceptance of YouTube for procedural learning: An extension of the Technology Acceptance Model, *Computers and Education* 61, 193-208.
- Lee, H., y Kerlinger, F. (2002). Investigación del comportamiento. Métodos de investigación en las ciencias sociales. México: McGraw-Hill.
- Legris, P., Ingham, J. y Colletette, P. (2003). Why do people use information technology? A critical review of the technology acceptance model. *Information and Management*, Vol. 40, No. 3, 191-204.
- Li, Y.H. (2008). An empirical investigation on the determinants of e-procurement adoption in Chinese manufacturing enterprises. *International Conference on Management Science & Engineering (15th)*, California, USA, Vols I and II, Conference Proceedings, 32-37.
- Lian, J. W. (2015). Critical factors for cloud based e-invoice service adoption in Taiwan: An empirical study. *International Journal of Information Management* 35, 98-109.
- Liao, Y.-W., Huang, Y.-M., Chen, H.-C. y Huang, S.-H. (2015) Exploring the antecedents of collaborative learning performance over social networking sites in a ubiquitous learning context. *Computers in Human Behavior*, 43, 313–323
- Lijun, M., Chan, W., y Tse, T. (2008). A Tale of Clouds: Paradigm Comparisons and Some Thoughts on Research Issues. *IEEE Asia-Pacific Services Computing Conference*, 468.
- Limayem, M., Hirt, S. G., y Cheung, C. M. (2007). How Habit Limits the Predictive Power of Intentions: The Case of IS Continuance. *MIS Quarterly* (31:4), 705-737.
- Lin, A., y Chen, N. (2012). Cloud computing as an innovation: Perception, attitude, and adoption. *International Journal of Information Management* Volume 32, Issue 6, 533–540.
- Lin, H.F. y Lin, S.M. (2008). Determinants of e-business diffusion: A test of the technology diffusion perspective, *Technovation*, Vol. 28, No. 3, 135-145.
- Lippert, S.K. y Govindarajulu, C. (2006). Technological, organizational, and environmental antecedents to web services adoption, *Community. IIMA* 6, 146–158.
- Liu, M. (2008). Wireless communications, networking and mobile computing. *WiCOM '08*, 4th International Conference, Dalian, 12-14.
- Losada, J. y López-Feal, R. (2003). Métodos de investigación en Ciencias Humanas y Sociales. Madrid: Thomson-Paraninfo.
- Low, C., Chen, Y. y Wu, M. (2011). Understanding the determinants of cloud computing adoption. *Industrial Management y Data Systems*, 111(7), 1006–1023.
- Mackenzie, S., Podsakoff, P. y Jarvis, C. (2005). The problem of measurement model misspecification in behavioral and organizational research and some recommended solutions. *Journal of Applied Psychology*, 4.
- MacKenzie, S., Podsakoff, P., y Podsakoff, N. (2011). Construct measurement and validation procedures in MIS and behavioral research: Integrating new and existing techniques. *MIS Quarterly: Management Information Systems*, Volume 35, Issue 2, 293-334.
- Mahjoub, M., Mdhaffar, A., Halima, R. y Jmaiel, M.A. (2011). Comparative Study of the Current Cloud Computing Technologies and Offers. *Network Cloud Computing and Applications (NCCA)*, 2011 First International Symposium, 131-134. Toulouse.
- Markus, M. (1983). Power, politics, and MIS implementation. *Magazine Communications of the ACM* Volume 26 Issue 6, 430-444.

- Martens, B. y Teuteberg, F., (2011). Risk and compliance management for cloud computing services: Designing a reference model. 17th Americas Conference on Information Systems (AMCIS). Detroit, US.
- Martens, B. y Teuteberg, F., (2012). Decision-making in cloud computing environments: A cost and risk based a roach. *Information Systems Frontiers*, 14(4), 871–893.
- Mathieson, K., (1991). Predicting user intention: comparing the technology acceptance model with theory of planned behavior. *Information Systems Research*, 2 (3), 173-191.
- Mathur, P. y Nishchal, N. (2010). Cloud computing: New challenge to the entire computer industry . *Parallel Distributed and Grid Computing (PDGC)*, 2010 1st International, 223 - 228. Conference on Solan.
- Medina, J. (2005). Evaluación del impacto de los sistemas de información en el desempeño individual del usuario. Tesis doctoral. Madrid.
- Melville, N., Kraemer, K. y Gurbaxani, V. (2004). Review: information technology and organizational performance: An integrative model of IT business value. *MIS Quarterly*, 28 (2), 283–322.
- Messerschmidt, C. H. y Hinza, O. (2013). Explaining the adoption of grid computing: An integrated institutional theory and organizational capability a roach. *Journal of Strategic Information Systems* 22, 137-156.
- Miller, M. (2008). *Cloud Computing: Web-Based Applications That Change the Way You Work and collaborate online*. Indiana: QUE Publishing.
- Moore, C. y Benbasat, I. (1991). Development of an instrument to measure the perceptions of adopting an information technology innovation. *Information Systems Research*, 2(3), 192-222.
- Moqbel M., Bartelt. V. y Al-suqri, M. (2014). A Study of Personal Cloud Computing: Compatibility, Social Influence, and Moderating Role of Perceived Familiarity. Twentieth Americas Conference on Information Systems. Savannah.
- Nah F.F., Lau J.L. y Kuang J. (2001). Critical factors for successful implementation of enterprise systems, *Business Process Management Journal*, Vol. 7 Iss 3, 285 – 296.
- Ndubisi, N.J. (2003). Evaluating IS usage in Malaysian small and medium-sized firms using the technology acceptance model. *Logistics Information Management*, Vol. 16 Iss: 6, 440-450.
- NIST. (2011). <http://www.nist.gov/itl/cloud/> accedido en 2014.
- Nkhoma, M., y Dang, D. (2013). Contributing factors of cloud computing adoption: a technology-organisation-environment framework a roach. *Int. J. Inf. Syst.Eng.* 1, 38–49.
- Nunnally, J. (1978). *Psychometric Theory*. New York: McGraw-Hill.
- Nurmi, D., Wolski, R., Grzegorzczak, C., Obertelli, G., Soman, S., Youseff, L., y otros. (2009). The Eucalyptus Open-Source Cloud-Computing System. In *Proceedings 9th IEEE/ACM International Symposium on Cluster Computing and the Grid (CCGRID '09)*.
- OASIS. (2012). Reference Architecture Foundation for Service Oriented Architecture Version 1.0, Committee Specification 01 (Authoritative PDF).
- Ohlman, B., Eriksson, A. y Rembarz, R. (2009). What Networking of Information Can Do for Cloud Computing. In *Enabling Technologies: Infrastructures for Collaborative Enterprises. WETICE '09*. 18th IEEE International Workshops on, 78-83.
- Oliveira, T. y Martins, M. (2008). A comparison of web site adoption in small and large Portuguese firms. *Proceedings of the International Conference on e-Business*. Porto, Portugal.

- Oliveira, T. y Martins, M. (2011). Literature review of information technology adoption models at firm level, *The Electronic Journal Information Systems Evaluation* 14, 110–121.
- Oliveira, T. y Martins, M. (2010). Understanding e-business adoption across industries in European countries, *Industrial Management & Data System*, 110, 1337–1354.
- Oliveira, T., Thomas, M. y Espadanal, M. (2014). Assessing the determinants of cloud computing adoption: An analysis of the manufacturing and services sectors. *Information and Management*, 51, 497-510.
- ONTSI. (2012). *El Estudio Cloud Computing. Retos y Oportunidades*. Madrid. Ministerio de Industria.
- Palvia P, Means D.B. y Jackson W.M. (1994) Determinants of computing in very small businesses. *Information and Management*, 27, 161-74.
- Pan, B. (2010). Online travel surveys and response patterns. *Journal of Travel Research*, 49, 121-135.
- Pan, M.J. y Jang, W.Y. (2008). Determinants of the adoption of enterprise resource planning within the technology-organization-environment framework: Taiwan's communications industry , *Journal of Computer Information Systems*, Vol. 48, 94-102.
- Parveen, F. y Sulaiman, A. (2008). Technology complexity, personal innovativeness and intention to use wireless internet using mobile devices in Malaysia. *International Review of Business Research Papers*, Volume 4, Issue 5, 1-10.
- Pavlou, P. A. (2003). Consumer acceptance of electronic commerce: Integrating trust and risk with the technology acceptance model. *International Journal of Electronic Commerce*, 7(3), 101–134.
- Pearlson, K., y Saunders, C. (2009). *Strategic management of information systems* (4th ed.). NJ, Hoboken: Wiley.
- Pearson, S. (2011). Toward accountability in the cloud. . *IEEE Computer Society*, 15(4), 64–69.
- Peng, J., Zhang, X., Lei, Z., Zhang, B., Zhang, W., y Li., Q. (2012). Comparison of several cloud computing platforms. In *Proceedings of the 2009 Second International Symposium on Information Science and Engineering, ISISE '09*.
- Persico, D., Manca, S., y Pozzi, F. (2014). Adapting the Technology Acceptance Model to evaluate the innovative potential of e-learning systems. *Computers in Human Behavior* 30, 614-622.
- Podsakoff, P. M., MacKenzie, S. B., Lee, J., y Podsakoff, N. P. (2003). Common method biases in behavioral research: A critical review of the literature and recommended remedies. *Journal of Applied Psychology*, Vol 88(5), 879-903.
- Porter, S. R., y Whitcomb, M. E. (2003). The impact of lottery incentives on student survey response rates. *Research in Higher Education*, 44, 389-407.
- Premkumar, G. y Roberts, M. (1999). Adoption of new information technologies in rural small businesses, *Omega*, Vol. 27 No. 4, 467-484.
- Preston, C. C., y Colman, A. M. (2010). Optimal number of response categories in rating scales: Reliability, validity, discriminating power, and respondent preferences. *Acta Psychologica*, 104(1), 1-15.
- Ragu-Nathan, B., Apigian, C., Ragu-Nathan, T., y Tuc, Q. (2004). A path analytic study of the effect of top management support for information systems performance. *Omega*, 32 (6), 459-471.

- Rajan, C.A. y Baral, R. (2015). Adoption of ERP system: An empirical study of factors influencing the usage of ERP and its impact on end user. *IIMB Management Review*. Volume 27, Issue 2, June 2015, 105–117
- Ramdani, B. (2008). *Technological, Organisational y Environmental Factors Influencing SMEs Adoption of Enterprise Systems: A Study in the Northwest of England*. University of Manchester.
- Ramdani, B., Kawalek, P., y Lorenzo, O. (2009). Predicting SMEs' adoption of enterprise systems. *Journal of Enterprise Information Management*, Vol. 22 No. 1, 10-24.
- Ratten, V. (2012). Entrepreneurial and ethical adoption behaviour of cloud computing. *The Journal of High Technology Management Research*, 23(2), 155–164.
- Red.es. (2011). *Estudio sobre el impacto del Cloud Computing en el canal de distribución de software en España*. Madrid. Ministerio de Industria, Energía y Turismo.
- Reinartz, W., Haenlein, M. y Henseler, J. (2009). An empirical comparison of the efficacy of covariance-based and variance-based SEM. *International Journal of Research in Marketing*, 26, 332–344.
- Report, C. (2010). *Cloud computing in India: a CIO research center report*, Obtenido en 2014 de: <http://cioresearchcenter.com/wordpress/wp-content/plugins/download-monitor/download.php?id%43>
- Repschlaeger, J., Zarnekow, R., Wind, S. y Klaus, T. (2012). *Cloud requirement framework: Requirements and evaluation criteria to adopt cloud solutions*. 20th European Conference on Information Systems (ECIS). Barcelona, Spain.
- Rimal, B., Choi, E. y Lumb, I. (2009). A taxonomy and survey of cloud computing systems. In *Proceedings of the 2009 Fifth IEEE International Joint Conference on INC, IMS and IDC, NCM '09*, 44-51, Washington, DC, USA.
- Ringle, C.M., Sarstedt, M. y Straub, D.W. (2012). A Critical Look at the Use of PLS-SEM. *MIS Quarterly* Vol. 36 No. 1—Supplement/March.
- Robinson, L., Marshall, G. W. y Stamps, M. B. (2005). An empirical investigation of technology acceptance in a field sales force setting, *Industrial Marketing Management*, Vol.34, No.4, 407-415.
- Rodriguez Peñuelas, M.A. (2010). *Métodos de investigación: diseño de proyectos y desarrollo de tesis en ciencias administrativas, organizacionales y sociales*. Nº 69. Universidad Autónoma de Sinaloa.
- Rogers, E. M. (1986). *Communication technology: The new media in society*. New York: Free Press.
- Rogers, E. M. (1995). *Diffusion of Innovations* (4rd ed.). New York: 4th ed. Free Press.
- Rogers, E. M. (2003). *Diffusion of Innovations* (5th ed.). New York: Free Press.
- Rogers, E. M., y Shoemaker, F. F. (1971). *Communication of Innovations. A Cross-Cultural Approach*. New York: Free press.
- Roldán, J.L. y Cepeda, G. (2014) *Modelos de Ecuaciones Estructurales basados en la Varianza: Partial Least Squares (PLS) para Investigadores en Ciencias Sociales* (IIª Edición) Departamento de Administración de Empresas y Marketing Universidad de Sevilla
- Roldan, J.L. y Sanchez-Franco, M.J. (2012). Variance-Based Structural Equation Modeling: Guidelines for Using Partial Least Squares in Information Systems Research. En O. G. Manuel Mora, *Research Methodologies, Innovations and Philosophies in Software Systems Engineering and Information Systems*.

- Rui, G. (2007). *Information Systems Innovation Adoption among Organizations a Match-Based Framework and Empirical Studies*, National University of Singapore, Singapore.
- Ruiz del Olmo, F. (2010). Conocimiento en la nube: Características socioeducativas del cloud computing. *Razón y Palabra*, 73, 1-16.
- Saedi, S. y Noorminshah, A. (2013). Developing an Instrument for Cloud Computing Adoption by Small and Medium-Sized Enterprises. 3rd International Conference on Research and Innovation in Information Systems – 2013 (ICRIIS'13).
- Salesforce.com. (2013). Get the world's #1 sales application. Obtenido en 2013 de www.salesforce.com/crm/editions-pricing.jsp
- Sánchez Franco, M., Rondán Cataluña, F., y Villarejo Ramos, Á. (2007). Un modelo empírico de adaptación y uso de la Web. Utilidad, facilidad de uso y flujo percibidos. *Cuadernos de Economía y Dirección de la Empresa*, 01/2007, Volumen 10, Número 30.
- Sandetel. (2013). *Informe Cloud Computing en Andalucía*, Consejería de Economía Junta de Andalucía. Sevilla.
- Sarabia-Sánchez, F.J.. (2013). *Métodos de investigación social y de la empresa*. Ediciones Pirámide, S.A.
- Sarker, S. y Lee, A. (2003). Using a case study to test the role of three key social enablers in implementation. *Information and Management* 40(8), 813-829.
- Satyanarayanan, M., Bahl, P., Caceres, R., y Davies, N. (2009). The case for vm-based cloudlets in mobile computing. *Pervasive Computing, IEEE*, 8(4), 14-23.
- Schillewaerta, N., Ahearne, M. J., Frambach, R. T. y Moe-naert, R. K. (2005). The adoption of information technology in the sales force. *Industrial Marketing Management* Volume 34, Issue 4, May 2005, 323–336.
- Scupola, A. (2003). The adoption of internet commerce by SMEs in the south of Italy: an environmental, technological and organisational perspective. *Journal of Global Information Technology Management*, Vol. 6 No. 1, 52-71.
- Sempolinski, P., y Thain, D. (2010). A comparison and critique of eucalyptus, opennebula and nimbus. In *Proceedings of the 2010 IEEE Second International Conference on Cloud Computing Technology and Science, CLOUDCOM '10*, 417-426, Washington, DC, USA.
- Senk, C. (2013). Adoption of security as a service. *Journal of Internet Services and Applications*, 4:11.
- Seyal, A., Awais, M., Shamail, S. y Abbas, A. (2004). Determinants of electronic commerce in Pakistan: preliminary evidence from small and medium enterprises. *Electronic Markets*, Vol. 14 No. 4, 372-387.
- Shah, M. y Siddiqui, F. (2006). Organisational critical success factors in adoption of e-banking at the Woolwich bank. *International Journal of Information Management* 26(6), 442-456.
- Sharma, R., y Yetton, P. (2003). The contingent effects of management support and task interdependence on successful information systems implementation. *MIS quarterly*, 533-556.
- Shih, Y. Y. y Huang, S. S. (2009). The actual usage of ERP systems: An extended technology acceptance perspective. *Journal of Research and Practice in Information Technology*, 41 (3), 263-276.
- Shivers-Blackwell, S. L. y Charles, A. C. (2006). Ready, set, go: Examining student readiness to use ERP technology. *Journal of Management Development*, 25(8), 795–805.

- Seo, K.-K., (2013). An Explorative Model for B2B Cloud Service Adoption in Korea - Focusing on IaaS Adoption. Department of Management Engineering, Sangmyung. International Journal of Smart Home. Vol.7, No.5,155-164
- Soh, C., Sia, S. K. y Tay-Yap, J. (2000). Cultural fits and misfits: is ERP a universal solution? Communications of the ACM Vol. 43, 47-51.
- Sohal, A. S., Moss, S. y Ng, L. (2001). Comparing IT success in manufacturing and service industries. International Journal of Operations and Production Management, 21(1/2), 30-45.
- Soliman, K., y Janz, B. (2004). An exploratory study to identify the critical factors affecting the decision to establish Internet-based interorganizational information systems. Information and Management, 41 (6), 697-706.
- Somers, T. y Nelson, K. (2003). The impact of strategy and integration mechanisms on enterprise system value: empirical evidence from manufacturing firms. European Journal of Operational Research, 146 (2), 315–338.
- Son, H., Park, Y., Kim, C. y Chou, J. (2012). Toward an understanding of construction professionals' acceptance of mobile computing devices in South Korea: An extension of the technology acceptance model. Automation in Construction 28, 82-90.
- Sosinski, B. (2012). ¿Qué es la nube? El futuro de los sistemas de información. Madrid: ANAYA.
- Spillner, J., Bombach, G., Matthischke, S., Muller, J., Tzschichholz, R. y Schill, A. (2011). Information dispersion over redundant arrays of optimal cloud storage for desktop top users. 4th IEEE International Conference on Utility and Cloud Computing (UCC). Melbourne, Australia.
- Sternad, S. y Bobek, S. (2013). Impacts of TAM-based external factors on ERP acceptance. CENTERIS 2013 - Conference on ENTERprise Information Systems / ProjMAN 2013 – International. Conference on Project MANagement / HCIST 2013 - International Conference on Health and Social. Care Information Systems and Technologies. Procedia Technology, 33 – 42.
- Stone M. (1974). Cross-validators choice and assessment of statistical predictions. Journal of the Royal Statistical Society, Series B 36, 111–133.
- Straub, D., Boudreau, M. y Gefen, D. (2004). Validation guidelines for IS positivist research. Communications for the Association for Information Systems. 13, (24), 380-427.
- Sumner, M. (1999). Critical success factors in enterprise wide information management systems projects, Proceedings of the Americas Conference on Information Systems (AMCIS), 232-234.
- Sun, Y., Bhattacharjee, A. y Ma, Q. (2009). Extending technology usage to work settings: The role of perceived work compatibility in ERP implementation. Information y Management, 46, 351-356.
- Szajna, B. (1994). Software evaluation and choice: predictive evaluation of the Technology Acceptance Instrument, MIS Quarterly 18 (3): 319–324.
- Tamayo T. y Tamayo M. (1997). El Proceso de la Investigación científica, p 114. Mexico: Editorial Limusa S.A.
- Tamayo, M. (2007). El proyecto de la investigación científica. Ciudad de México, México. : Editorial Limusa Noriega Editores.
- Tan, M. y Teo, T. (1998). Factors influencing the adoption of the internet. International Journal of Electronic Commerce, Vol. 2 No. 3, 5-18.

- Tarhini, A., Hone, K. y Liu, X. (2014). The effects of individual differences on e-learning users behaviour in developing countries: A structural equation model. *Computers in Human Behavior* 41 (2014) 153–163
- Taylor, S. y Todd, P. (1995). Understanding Information Technology Usage: A Test of Competing Models. *Information Systems Research* Volume 6 Issue 2.
- Teo, T. (2009). Modelling technology acceptance in education: A study of pre-service teachers. *Computers & Education* 52, 302–312.
- Teo, T.S.H. y Ang, J.F.K. (2001). An examination of major IS planning problems. *International Journal of Information Management* 21 (2001) 457–470.
- Thiesse, F., Staake, T., Schmitt, P. y Fleisch, E. (2011). The rise of the “next-generation bar code”: an international RFID adoption study, *Supply Chain Manage.: Int. J.* 16, 245–328.
- Thompson, R., Higgins, C., y Howell, J. (1991). Personal Computing: Toward a conceptual model of utilization. *MIS Quartely* 15 (1), 125-143.
- Thong, J. (1999). An integrated model of information systems adoption in small businesses. *Journal of Management Information Systems*, Vol. 15 No. 4, 187-214.
- Thong, J., Yap, C. y Raman, K. (1996). Top Management Support, External Expertise and Information Systems Implementation in Small Businesses. *Information Systems Research* 7, 2, 248-267.
- Tornatzky, L. y Fleischer, M. (1990). *The Process of Technology Innovation*. Lexington, MA.: Lexington Books.
- Torres, J. (2011). *Empresas en la Nube. Ventajas y retos del Cloud Computing*. Barcelona: Libros de Cabecera.
- Trespalacios, J., Vázquez, L., y Bello, R. (2005). Investigación de mercados, métodos de recogida y análisis de la información para la toma de decisiones en marketing. Madrid: Thompson.
- Triandis, H. (1971). *Attitude and attitude change*. New York: Wiley.
- Trigueros-Preciado, S., Pérez-González, D. y Solana-González, P. (2013). Cloud computing in industrial SMEs: identification of the barriers to its adoption and effects of its application. *Electronic Marketing*, 1–10.
- Tubre, T.C., Collins, J.M., 2000. Jackson and Schuler (1985) revisited: a metaanalysis of the relationships between role ambiguity, role conflict, and job performance. *Journal of Management* 26 (1), 155–169.
- Tsai, M., Lee, W. y Wu, H. (2010). Determinants of RFID adoption intention: evidence from Taiwanese retail chains. *Information Management*. 47, 255–261.
- Udoh E. (2010). VDM Verlag Dr. Müller e.K., Saarbrücken.
- Umble, E. H. (2003). Enterprise resource planning: Implementation procedures and critical success factors. *European Journal of Operational Research*. Vol. 146(2), 241-257.
- Urbach N. y Ahlemann F. (2010). Structural Equation Modeling in Information Systems. *Journal of Information of Tecnology Theory and Application*, 11 (2), 5-40.
- Uzoka, F. M. (2008). Influence of product and organizational constructs on ERP acquisition using an extended technology acceptance model. *International Journal of Enterprise Information Systems*, 4(2), 67–83.
- Vaquero, L. M., Rodero-Merino, L., Caceres, J. y Lindner, M. (2009). A break in the clouds: Towards a cloud definition. *Computer Communication Review*, 39 (1), 50–55.

- Venkatesh, V. y Davis, F.D. (2000). A Theoretical Extension of the Technology Acceptance Model: Four Longitudinal Field Studies. *Management Science*, 46, 2, 186-204.
- Venkatesh, V., y Bala, H. (2008). Technology acceptance model 3 and a research agenda on interventions. *Decision Sciences*, 39(2), 273–315.
- Venkatesh, V., y Davis, G. (2003). A theoretical extension of the technology acceptance model: four longitudinal field studies. *Management Science* 46(2), 186.
- Venkatesh, V., Morris, M., Davis, G. B., y Davis, F. D. (2003). User acceptance of information technology: Toward a unified view. *MIS Q* 27(3): 425–478.
- Venkatesh, V., Thong, J., y Xu, X. (2012). Consumer Acceptance and Use of Information Technology: Extending the Unified Theory of Acceptance and Use of Technology. *MIS quarterly* (36:1), 157-178.
- Verplanken, B., Aarts, H., van Knippenberg, A. y van Knippenberg, C. (1994). Attitude versus general habit: Antecedents of travel mode choice. *Journal of Applied Social Psychology*, 24, 285-300.
- Vile, A., y Liddle, J. (2009). *The Savvy guide to HPC, grid, data grid, virtualization and cloud computing*. The SavvyGuideTo Ltd.
- Vinzi, V. E. (2010). *PLS path modeling: From foundations to recent developments and open issues for model assessment and (47–82)*. Berlin, Germany: Springer.
- Voas, J., y Zhang, J. (2009). Cloud computing: New wine or just a new bottle? *IT Professional*, 11 (2), 15–17.
- Vouk, M. (2008). Cloud computing – issues, research and implementations. *Journal of Computing and Information Technology*. 16, 235–246.
- Walterbusch, M., Martens, B. y Teuteberg, F. (2013). Evaluating cloud computing services from a total cost of ownership perspective. *Manage. Res. Rev.* 36, 613–638.
- Wang, C., Chow, S., Wang, Q., Ren, K. y Lou, W., (2013). Privacy-preserving public auditing for secure cloud storage. *IEEE Transactions on Computers*, 62(2), 362–375.
- Wang, Y.M., Wang, Y.S. y Yang, Y.F. (2010), Understanding the determinants of RFID adoption in the manufacturing industry, *Technological Forecasting & Social Change*, Vol. 77, 803-815
- Warshaw, P. y Davis, F. (1984). Self-understanding and the accuracy of behavioral expectations. *Personality and Social Psychology Bulletin*, 10(1), 111.
- Warshaw, P. y Davis, F. (1985). The accuracy of behavioral intention versus behavioral expectation for predicting behavioral goals. *The Journal of Psychology*, 119(6), 599-602.
- Weber, J. (2008). *Cloud Computing*. Times Online.
- Weiber, R. y Mühlhaus, D. (2010). *Strukturgleichungsmodellierung: Eine anwendungsorientierte Einführung in die Kausalanalyse mit Hilfe von AMOS, SmartPLS und SPSS*. Springer, Berlin, Heidelberg.
- Werts, C. E., Linn, R. L. y Jöreskog, K. G. (1974). Intraclass reliability estimates: Testing structural assumptions. *Educational and Psychological measurement*, 34(1), 25-33.
- Weston, R., y Gore Jr., P. A. (2006). A Brief Guide to Structural Equation Modeling. *The Counseling Psychologist*, 34; 719-751.
- Wind, S. (2011). Open source cloud computing management platforms: Introduction, comparison, and recommendations for implementation. *En Open Systems (ICOS)*, IEEE Conference, 175-179.

- Wixom, B.H. y Todd, P.A. (2005). A Theoretical Integration of User Satisfaction and Technology Acceptance. *Information Systems Research* 16(1), 85–102.
- Wold, H.O.A. (1979) Model construction and evaluation when theoretical knowledge is scarce: An example of partial least squares, in: J. Kmenta J. y J.B. Ramsey, eds., *Evaluation of econometric models* (Seminar Press, New York) 47-74.
- Wold H. (1985). In *Measuring the Unmeasurable. En Systems Analysis by Partial Least Squares*.
- Wu, W.-W., y Lan, L. W.-T. (2013). Factors Hindering Acceptance of Using Cloud Services in University: A Case Study. *The Electronic Library*, 31:1, 84-98.
- Wu, W.-W., Lan, L., y Lee, Y.-T. (2011). Exploring decisive factors affecting an organization's SaaS adoption: a case study. *Int. J. Inf. Manage.* 31, 556–563.
- Wu, Y., Cegielski, C., Hazen, B. y Hall, D. (2013). Cloud computing in support of supply chain information system infrastructure: understanding when to go to the cloud. *Journal of Supply Chain Management* 49, 25–41.
- Xin, M. y Levina, N. (2008). *Software-as-a Service Model: Elaborating Client-Side Adoption Factors*. International Conference on Information Systems ICIS. Paris.
- Yang, Z., Sun, J., Zhang, Y. y Wangd, Y. (2015). Understanding SaaS adoption from the perspective of organizational users: A tripod readiness model. *Computers in Human Behavior* 45, 254–264.
- Yap, C. S. (1989). Issues in managing information technology. *Journal of the Operational Research Society*, 649-658.
- Yap, C. S., Soh, C. P. y Raman, K. S. (1992). Information systems success factors in small business. *Omega*, 20(5), 597-609.
- Yoon, H. S., y Steege, L. M. B. (2013). Development of a quantitative model of the impact of customers' personality and perceptions on Internet banking use. *Computers in Human Behavior*, 29(3), 1133-1141.
- Youngberg, E., Olsen, D. y Hauser, K. (2009). Determinants of professionally autonomous end user acceptance in an enterprise resource planning system environment. *International Journal of Information Management*, 29, 138–144.
- Zampieri, M. y Flores, L. (2011). Homens e Mulheres Aceitam de maneira diferente? Impacto do gênero no modelo (expandido) de aceitação da tecnologia - TAM. *Information and Society:Est.*, João Pessoa, v.21, n.1, p. 175-189.
- Zhang, Q., Cheng, L. y Boutaba, R. (2010). Cloud computing: State-of-the-art and research challenges. *Journal of Internet Service Application*. 1 (1), 7-18.
- Zhu, K. y Kraemer, K. (2005). Post-adoption variations in usage and value of e-business by organizations: cross-country evidence from the retail industry. *Information Systems Research*, Vol. 16 No. 1, 61-84.
- Zhu, K., Kraemer, K.L. y Dedrick, J. (2004). Information technology payoff in e-business environments: An international perspective on value creation of e-business in the financial services industry. *Journal of Management Information Systems*, 21(1), 17-54.
- Zhu, K., Dong, S.T., Xu, S.X. y Kraemer, K.L. (2006) Innovation diffusion in global contexts: Determinants of post-adoption digital transformation of European companies, *European Journal of Information Systems*, Vol. 15, No. 6, 601-616.

ANEXOS

8 Anexos

8.1 Anexo 1. El Cuestionario

Se reproduce el cuestionario copiado desde la aplicación google drive.

Por favor conteste a los siguientes items con la mayor sinceridad, gracias *

	Completamente de acuerdo	De acuerdo	Ni de acuerdo, ni en desacuerdo	En desacuerdo	Completamente en desacuerdo
1.- El uso del Cloud computing en el trabajo permite hacer las tareas más rápidamente.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
2.- Pienso que el uso del cloud computing mejora mi rendimiento en el trabajo.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
3.- El uso del Cloud computing en su trabajo incrementa su productividad.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
4.- El uso del cloud computing refuerza su efectividad en el trabajo.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
5.- Considera que su interacción con el sistema cloud computing es clara y comprensible. (se refiere a si su interfaz es amigable y fácil de usar)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
6.- Considera que trabajar con el sistema cloud no requiere mucho esfuerzo mental.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
7.- Encuentra el sistema cloud computing fácil de usar.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Figura 38. Modelo de cuestionario utilizado (I).

Fuente: Elaboración propia

8.- Considera que es fácil encontrar en el sistema cloud computing lo que quiere hacer. (soluciones o respuestas a sus necesidades)	<input type="radio"/>				
9.- Considera que el sistema cloud computing le proveerá acceso a la mayoría de los datos.	<input type="radio"/>				
10.- Considera que el sistema cloud computing es mejor que la anterior Tecnología de la Información.	<input type="radio"/>				
11.- Considera que el sistema cloud computing proveerá información exacta.	<input type="radio"/>				
12.- Considera que el sistema cloud computing proveerá información integrada, oportuna y fiable.	<input type="radio"/>				
13.- Espera usar o usa el sistema cloud computing.	<input type="radio"/>				
14.- Espera que la información del nuevo sistema cloud computing sea útil.	<input type="radio"/>				
15.- Considera que la alta dirección está interesada en el sistema cloud computing.	<input type="radio"/>				
16.- Considera que la alta dirección comprende la importancia del sistema cloud computing.	<input type="radio"/>				

Figura 39. Modelo de cuestionario utilizado (II).

Fuente: Elaboración propia

17.- Considera que la alta dirección apoya el sistema cloud computing.	<input type="radio"/>				
18.- Considera que la alta dirección comprende las oportunidades del sistema cloud computing.	<input type="radio"/>				
19.- Considera que es difícil comprender lo que hace el sistema cloud computing. (en cuanto al concepto y sus funcionalidades)	<input type="radio"/>				
20.- Considera que el uso del sistema cloud computing le ocupa demasiado tiempo. (Se refiere a si usar el sistema cloud correctamente le lleva demasiado tiempo)	<input type="radio"/>				
21.- Necesita o necesitó mucho esfuerzo para aprender a usar el sistema cloud computing.	<input type="radio"/>				
22.- Considera que en términos generales el sistema cloud computing es muy complejo de usar.	<input type="radio"/>				
23.- Considera que existe una comunicación fluida con respecto al sistema cloud computing en su organización.	<input type="radio"/>				

Figura 40. Modelo de cuestionario utilizado (III).

Fuente: Elaboración propia

24.- Considera que no existen obstáculos en su organización, para tratar el tema del sistema cloud computing.	<input type="radio"/>				
25.- Considera que la información que recibe del sistema cloud computing de su organización es fiable.	<input type="radio"/>				
26.- Considera que la formación que recibió, sobre el funcionamiento del sistema fue completa.	<input type="radio"/>				
27.- La formación recibida le proporciona confianza en el sistema de cloud computing.	<input type="radio"/>				
28.- La formación fue adecuadamente extensa y detallada.	<input type="radio"/>				
29.- Los formadores eran conocedores del sistema de cloud computing y le permitían conocerlo.	<input type="radio"/>				

Figura 41. Modelo de cuestionario utilizado (IV).

Fuente: Elaboración propia

Nombre de la Organización o Empresa*

Sector*

Cargo *

(cuestionario anónimo)

Facturación *

Indique por favor el volumen de ingresos o ventas de la organización

- De menos de 500.000 €
- De 500 mil a 1 M €
- De 1 M a 10 M €
- De 10 M a 25 M €
- De 25 M a 50 M €
- Más de 50 M €

Nº de Trabajadores*

- Menos de 10
- De 10 a 25
- De 25 a 100
- De 100 a 250
- Más de 250

Figura 42 Modelo de cuestionario utilizado (Preguntas clasificatorias).

Fuente: Elaboración propia

8.2 Anexo 2. Codificación de variables

CONSTRUCTO	VARIABLE
PERCEPCIÓN UTILIDAD	PU1
	PU2
	PU3
	PU4
PERCEPCIÓN FACILIDAD DE USO	PFU1
	PFU2
	PFU3
	PFU4
ACTITUDES HACIA EL SISTEMA	AHS1
	AHS2
	AHS3
	AHS4
INTENCION DE USO	IU1
	IU2
APOYO ALTA DIRECCIÓN	AAD1
	AAD2
	AAD3
	AAD4
COMPLEJIDAD TECNOLÓGICA	CT1
	CT2
	CT3
	CT4
COMUNICACIÓN	CO1
	CO2
	CO3
FORMACIÓN DEL PERSONAL	FP1
	FP2
	FP3
	FP4

Tabla 48. Codificación de variables

Fuente: elaboración propia