

Bancolombia's Cloud Migration Strategy: A Case Study in Financial Innovation

1st Jerson J. Jerez

Escuela de Ingeniería de Sistemas e Informática
Universidad Industrial de Santander
Bucaramanga, Colombia
jerson810@hotmail.com

2nd Guillermo Pinto

Escuela de Ingeniería de Sistemas e Informática
Universidad Industrial de Santander
Bucaramanga, Colombia
camachopinto_@hotmail.com

3rd Juan D. García

Escuela de Ingeniería de Sistemas e Informática
Universidad Industrial de Santander
Bucaramanga, Colombia
juan2210096@correo.uis.edu.co

Abstract—The paper examines Bancolombia's transition to cloud computing as part of its digital transformation strategy within the banking industry. This study delves into the multifaceted process, starting from the adoption's background in cloud computing, the essential characteristics, service and implementation models, advantages of cloud adoption in banking, and the specific context of Bancolombia.

The investigation outlines Bancolombia's cloud migration timeline, highlighting key milestones from the initial stages to the final stages of this transformation. It covers the strategic vision behind the bank's cloud adoption, the evolution of ecosystems, digital strategies, and two primary service models, Banking as a Platform (BaaP) and Banking as a Service (BaaS).

Through meticulous analysis, the paper uncovers crucial findings, emphasizing a substantial reduction in IT infrastructure costs, improved resource utilization, enhanced operational performance, and agility. The study concludes with practical recommendations for organizations considering cloud adoption, emphasizing the necessity of a clear strategic vision and aligning long-term business objectives with technology initiatives.

This comprehensive examination of Bancolombia's cloud migration process provides insights valuable to financial institutions embarking on their digital transformation journey, offering practical guidance to maximize benefits and overcome challenges along the path to innovation and operational efficiency.

Index Terms—cloud computing, bancolombia, banking innovation, digital ecosystems, digital transformation

I. INTRODUCTION

En la última década, el panorama tecnológico ha experimentado una transformación radical, impulsando la adopción masiva de la computación en la nube. Esta innovación ha desencadenado debates, investigaciones y una evolución sin precedentes en la forma en que las empresas gestionan sus datos y procesos. La computación en la nube representa más que una revolución tecnológica; redefine la accesibilidad, flexibilidad y eficiencia en la gestión de recursos informáticos [1].

En el ámbito financiero, la adopción de la nube se ha convertido en un promotor de cambio para instituciones bancarias de todo el mundo [2]. Bancolombia, una de las instituciones

financieras más grandes de Colombia y América Latina, ha desempeñado un papel crucial en esta evolución. Esta entidad ha abordado la migración hacia la nube como parte integral de su estrategia de transformación digital, respondiendo a las demandas del mercado y afrontando los desafíos actuales del sector bancario.

La evolución tecnológica de Bancolombia no solo ha influido en su crecimiento, sino que también ha redefinido la relación con sus clientes y su capacidad para brindar servicios financieros innovadores. El presente estudio se enfoca en examinar el proceso de transformación de Bancolombia hacia la nube, evaluando su impacto en la industria bancaria y extrayendo lecciones valiosas para otros actores financieros que consideren una adopción similar.

A través de un análisis detallado de la estrategia de Bancolombia y su cronología de migración a la nube, este estudio busca responder a una pregunta fundamental:

¿Cómo ha impactado la migración y transformación a la nube en Bancolombia y qué lecciones prácticas se pueden extraer para otros actores del sector financiero que consideren adoptar la computación en la nube como parte de su estrategia de transformación digital?

La investigación se estructura en secciones que abarcan el trasfondo de la computación en la nube, la cronología de migración y transformación de Bancolombia a esta tecnología, su estrategia de transformación digital y la creación de ecosistemas financieros, culminando en conclusiones y recomendaciones prácticas basadas en el análisis de este proceso.

II. TRASFONDO

Durante los últimos años, muchos investigadores, gerentes y profesionales de tecnología han empezado a discutir acerca de una nueva tecnología llamada computación en la nube. Cada grupo ha definido el fenómeno de diferentes maneras de acuerdo a lo que entienden como computación en la nube y lo que esta ofrece [1]. La computación en la nube es una tecnología de vanguardia que ayuda a reducir el costo de

inversión en TI y ampliar la accesibilidad de la información desde cualquier lugar y en cualquier momento [3].

A. Computación en la nube

De acuerdo con el Instituto Nacional de Estándares y Tecnología (NIST, por sus siglas en inglés), la computación en la nube se define a través de cinco características esenciales, tres modelos de servicio y cuatro modelos de implementación [4].

1) *Características Esenciales:* Las características esenciales de los servicios en la nube según el NIST incluyen el agrupamiento de recursos, que permite a múltiples usuarios compartir infraestructura, el servicio bajo demanda que permite la provisión automática de recursos, el servicio medido que permite la monitorización y reporte de uso, el amplio acceso a la red para su utilización desde diferentes dispositivos, y la elasticidad rápida que permite escalar los recursos según la demanda [4], [5].

2) Modelos de Servicio:

- Software as a Service (SaaS). El servicio ofrecido al consumidor consiste en utilizar las aplicaciones del proveedor que se ejecutan en una infraestructura de nube. Estas aplicaciones son accesibles desde diferentes dispositivos de clientes, ya sea a través de una interfaz de cliente ligera, como un navegador web (por ejemplo, correo electrónico basado en web), o una interfaz de programa. El consumidor no tiene control ni gestión sobre la infraestructura en la nube subyacente, incluyendo la red, servidores, sistemas operativos, almacenamiento o incluso capacidades individuales de la aplicación, salvo ajustes de configuración de la aplicación limitados y específicos del usuario [4].
- Platform as a Service (PaaS). El servicio brindado al consumidor es la implementación de aplicaciones creadas o adquiridas por el consumidor en la infraestructura de la nube, utilizando lenguajes de programación, bibliotecas, servicios y herramientas admitidas por el proveedor. El consumidor no gestiona ni controla la infraestructura subyacente de la nube, incluyendo la red, servidores, sistemas operativos o almacenamiento, pero tiene control sobre las aplicaciones implementadas y posiblemente configuraciones del entorno de alojamiento de aplicaciones [4].
- Infrastructure as a Service (IaaS). El servicio brindado al consumidor es la provisión de recursos informáticos fundamentales como procesamiento, almacenamiento, redes y otros, donde el consumidor puede implementar y ejecutar software arbitrario, que puede incluir sistemas operativos y aplicaciones. El consumidor no gestiona ni controla la infraestructura de la nube subyacente, pero tiene control sobre sistemas operativos, almacenamiento y aplicaciones implementadas; y posiblemente un control limitado de componentes selectos de redes (por ejemplo, firewalls de host) [4].

3) Modelos de Implementación:

- Private cloud. La infraestructura en la nube está destinada al uso exclusivo de una sola organización que comprende múltiples consumidores (por ejemplo, unidades de negocios). Puede ser propiedad, gestionada y operada por la organización, un tercero, o una combinación de ambos, y puede existir en las instalaciones de la organización o fuera de ellas [4].
- Community cloud. La infraestructura en la nube se asigna para el uso exclusivo de una comunidad específica de consumidores pertenecientes a organizaciones que comparten intereses comunes (por ejemplo, misión, requisitos de seguridad, políticas y consideraciones de cumplimiento). Puede ser propiedad, gestionada y operada por una o varias de las organizaciones de la comunidad, un tercero, o una combinación de ellos, y puede existir en las instalaciones de estas organizaciones o fuera de ellas [4].
- Public cloud. La infraestructura en la nube se establece para uso abierto por parte del público en general. Puede ser propiedad, gestionada y operada por una empresa, una institución académica o gubernamental, o una combinación de ellas. Existe en las instalaciones del proveedor de servicios en la nube [4].
- Hybrid cloud. La infraestructura en la nube es una combinación de dos o más infraestructuras en la nube distintas (privadas, comunitarias o públicas) que siguen siendo entidades independientes, pero están vinculadas por tecnología estandarizada o patentada que permite la portabilidad de datos y aplicaciones (por ejemplo, el "cloud bursting" para equilibrar la carga entre las distintas nubes) [4].

Un modelo básico de referencia de la nube se muestra en la figura 1.

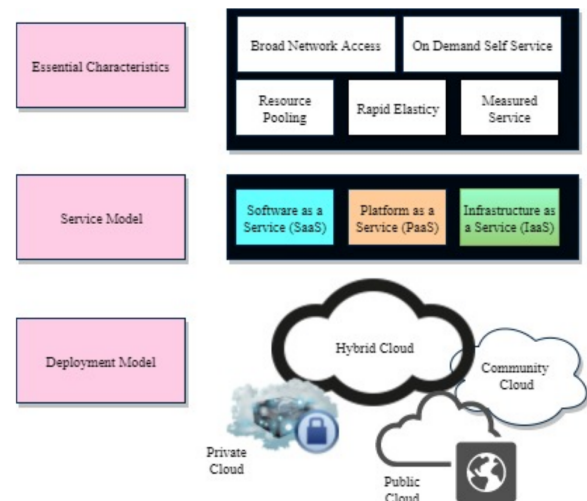


Fig. 1. Modelo de referencia en la nube [3].

B. Ventajas de la Computación en la Nube para el Sector Bancario

La evolución del sector bancario se ha visto notablemente impulsada por la adopción de la computación en la nube,

una transformación que ha permitido a las entidades bancarias satisfacer las crecientes demandas de los clientes, mejorar la eficiencia de los sistemas financieros a nivel global y hacer frente a la incertidumbre económica [3].

Este cambio ha llevado a la adopción de la computación en la nube en la industria bancaria, combinándolo con tecnologías de movilidad y análisis para lograr un rendimiento empresarial superior. Se ha identificado que factores como la redefinición de relaciones con los clientes, la innovación liderada por bancos en mercados emergentes y la prestación de servicios colaborativos basados en la nube son áreas clave de beneficio [3].

Desde la perspectiva empresarial, la computación en la nube ofrece una reducción significativa en los costos iniciales de las empresas, brindando oportunidades incluso para países en desarrollo. Esto se traduce en un acceso rápido a recursos de hardware, una mayor agilidad empresarial, una menor barrera para la innovación y la creación de nuevas clases de aplicaciones y servicios [6], [7]. Estos aspectos se combinan para proporcionar a las empresas, especialmente en el sector bancario, la capacidad de adaptarse ágilmente a la demanda del cliente y ofrecer servicios avanzados de manera eficiente [6].

Además, la industria bancaria, al utilizar la computación en la nube, puede transferir sus servicios financieros a un entorno virtual que no solo reduce el consumo de energía, sino que también contribuye al medio ambiente al disminuir las emisiones de carbono [3].

Los beneficios adicionales de la computación en la nube para el sector bancario, como se señala en diversos estudios [8], [9], incluyen:

- Uso eficiente de los recursos empresariales.
- Capacidad de aumentar el tiempo de ejecución de datos.
- Almacenamiento y gestión eficiente de copias de seguridad.
- Planificación de recuperación de desastres.

Estas ventajas representan pilares fundamentales que respaldan la transformación tecnológica en la industria bancaria y su capacidad para ofrecer servicios más eficientes y adaptativos a la demanda cambiante del mercado. La figura 2 ilustra visualmente las ventajas específicas que la computación en la nube aporta al sector bancario.

C. Contexto de Bancolombia

Posteriormente, en el contexto empresarial, Bancolombia, una de las instituciones financieras más grandes de Colombia y una de las mayores en América Latina, ha experimentado un significativo desarrollo. Durante el año 2022, la entidad bancaria registró ganancias notables que ascendieron a COP\$6.78 billones [10], consolidándose así como el banco comercial líder en el país.

Con una trayectoria que se remonta a su fundación en 1875 y con sede en Medellín, Bancolombia cotiza en la Bolsa de Nueva York y la Bolsa de Valores de Colombia. La entidad bancaria ofrece una amplia gama de productos y servicios financieros tanto a clientes individuales como

VENTAJAS DE LA COMPUTACIÓN EN LA NUBE

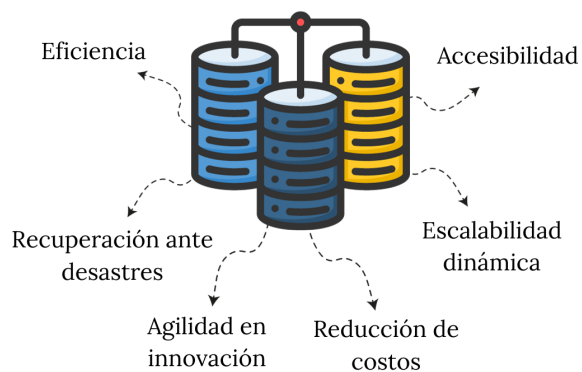


Fig. 2. Ventajas de la computación en la nube

corporativos, respaldados por una extensa red de más de 900 sucursales, 21,000 corresponsales no bancarios y 6,000 cajeros automáticos [11]. Además, ha impulsado su presencia digital con una aplicación integral y equipos comerciales específicos para clientes empresariales [12], [13].

Bancolombia ha evidenciado un fuerte crecimiento en su base de clientes, superando los veinte millones para finales de 2021, de los cuales 15.9 millones son usuarios digitales [14]. Este avance se ha fundamentado en su capacidad para adaptarse a los cambios del mercado, incluida la adopción estratégica de tecnologías emergentes, entre las que se destaca la migración hacia entornos en la nube.

La estrategia de la organización se ha orientado hacia ser una entidad completamente basada en la nube, optimizando así las capacidades de cómputo, evitando costos por infraestructura no utilizada y mejorando la disponibilidad y agilidad de las aplicaciones. Se han enfocado en la excelencia operacional, priorizando la disponibilidad de sus servicios mediante un programa denominado "tecnología al 100".

D. Oportunidades y Desafíos de la Adopción de la Nube para el Sector Bancario

Durante la última década, la computación en la nube ha experimentado una popularización notable. Este cambio radical se ha impulsado por avances tecnológicos, el crecimiento exponencial en capacidades de procesamiento y almacenamiento, y el éxito global de Internet. Este cambio de paradigma [15] ha revolucionado la manera en que las empresas administran sus recursos informáticos, eliminando las barreras financieras que antes limitaban el acceso al ámbito digital.

Las migraciones a la nube se han vuelto cada vez más atractivas al reducir los costos de inversión en tecnologías costosas, brindar estabilidad operativa y permitir un acceso remoto a datos y aplicaciones. Además, este enfoque ha posibilitado la adopción de innovadores modelos de negocios, fundamentales para que las empresas se mantengan competitivas en el actual mercado global [6].

Sin embargo, como toda novedad, la computación en la nube también ha traído consigo nuevos retos y complicaciones. Este cambio tecnológico es significativamente más complejo de lo inicialmente esperado, especialmente en la gestión de datos, integración de sistemas y manejo de múltiples proveedores de servicios en la nube [15].

Adicionalmente, la adopción de un servicio en la nube por sí sola no garantiza el éxito. Para que una organización tenga éxito al adoptar la computación en la nube, debe poder diferenciarse de sus competidores y obtener ventajas estratégicas sobre ellos. Por lo tanto, es necesario abordar los diferentes factores de éxito o fracaso para la adopción de la computación en la nube y otras cuestiones críticas antes de decidir implementarla [16].

A pesar de los beneficios, existen riesgos críticos asociados con el uso de la computación en la nube en las organizaciones bancarias, especialmente relacionados con la seguridad [17]. Pese a los desafíos actuales, como el aprovechamiento de la migración de software 'legacy' o software que ha estado en uso durante un período prolongado y que puede ser considerado como desactualizado [18], numerosas empresas han optado por realizar estas migraciones.

Un ejemplo notable es Bancolombia, la sección de "Cronología de migración y transformación a la nube" detalla el proceso evolutivo de este banco hacia la adopción de servicios en la nube. A lo largo de los años, esta entidad abordó desafíos significativos mientras trabajaba en estrecha colaboración con Amazon Web Services (AWS), uno de los principales proveedores mundiales de servicios en la nube. Este proceso se segmentó en diversas etapas fundamentales que marcaron hitos en la transformación de la infraestructura y las operaciones de la entidad.

III. CRONOLOGÍA DE MIGRACIÓN Y TRANSFORMACIÓN A LA NUBE

A. 2018: Inicio del Proceso de Migración

Hace 5 años Bancolombia dio comienzo a su proceso de migración a la nube. El primer paso fue elegir a AWS como aliado y proveedor. Durante este año, se establecieron los "fundacionales", características y principios que definirían la nueva forma de trabajar en la nube. Tras un proceso de aprendizaje con Amazon, se determinaron los fundamentales: velocidad, automatización y eficiencia. Se logró crear la primera aplicación nativa de la nube y la primera aplicación IaaS + DevOps [19].

B. 2019: Evaluación y Cultura de la Nube

Se llevó a cabo el Migration Readiness Assessment (MRA) en colaboración con Amazon, identificando el número de aplicaciones y los procesos que se aplicarían a cada una. Se implementaron estrategias como Rehost, Relocate, Replatform, Refactor, Repurchase, o retirar una aplicación obsoleta. Se inició la construcción de una cultura de la nube en la organización. Bancolombia desarrolló su primera aplicación 10x, diez veces más eficiente. Además, migraron la primera aplicación a AWS en menos de un mes, generando confianza

para un proyecto de migración más amplio. Se identificaron patrones y se construyeron arquitecturas de referencia [19].

C. 2020: Enfoque en Seguridad y Autogestión

El año se caracterizó por un enfoque en la seguridad en la nube y la aplicación de buenas prácticas por parte de ingenieros y arquitectos de la nube. Se desarrolló un modelo de autogestión, permitiendo a los desarrolladores consumir servicios y recursos desde un portal, centrando su atención en la innovación. Se comenzó a utilizar el Experience Based Accelerator de AWS, posibilitando la migración de una aplicación en menos de tres días [19].

D. 2021: Mesa de Aseguramientos y Gestión Facilitada

Se estableció la Mesa de Aseguramientos de la Nube, un equipo encargado de analizar los servicios antes de su lanzamiento, facilitando su uso inmediato por parte del equipo de desarrollo. Se mejoró la gestión de los desarrolladores sobre sus aplicaciones [19].

E. 2022: Estrategia FinOps y Evolución en la Arquitectura

Se definió la estrategia de FinOps, conformando un equipo especializado que identifica estrategias y servicios para optimizar los costos de Bancolombia en la nube [19].

Han migrado 184 aplicaciones a la nube que corresponden a un 97% del total proyectado para el año 2022 y en todos los casos el tiempo de despliegue tiene un promedio de 58 minutos. Además, actualizaron el Hardware que soporta el core bancario, brindando mejores capacidades de cómputo para garantizar la disponibilidad de los canales transaccionales [20].

A medida que Bancolombia avanza en su transformación hacia la nube, la visión de una entidad financiera adaptada a las necesidades dinámicas de sus clientes se va perfilando con claridad. La línea de tiempo completa de la migración y modernización de las aplicaciones de Bancolombia con acompañamiento de AWS se presentan en las figuras 3 y 4.

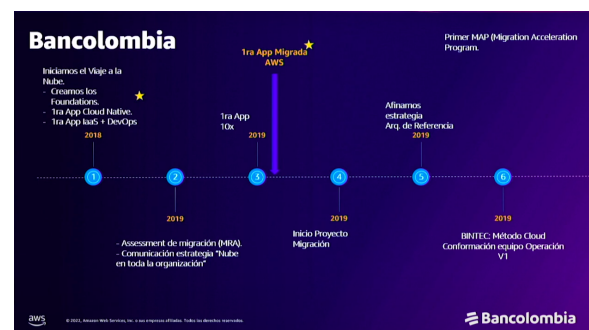


Fig. 3. Línea de tiempo entre 2018 a 2019 [19]

IV. ESTRATEGIA DE TRANSFORMACIÓN DIGITAL Y ECOSISTEMAS

A. Un Cambio de Enfoque

El proceso de transformación de Bancolombia hacia la nube fue catalizado por una convicción firme de las directivas

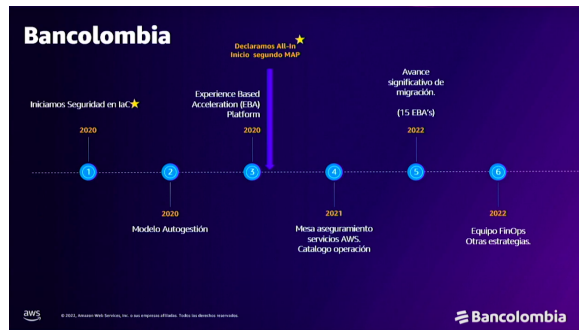


Fig. 4. Línea de tiempo entre 2020 a 2022 [19]

sobre la posibilidad de obtener una ventaja competitiva al abordar y respaldar todos los aspectos de la vida de sus clientes. Esta decisión se basó en el reconocimiento de la necesidad de adaptarse a las tendencias de mercado, que estaban transformando la industria financiera y redefiniendo la manera de hacer negocios.

El viraje estratégico de Bancolombia no se limitó exclusivamente a servicios bancarios convencionales, sino que abrazó una diversa oferta de soluciones financieras y no financieras dirigidas a sus clientes. Este cambio de enfoque, alejándose de simplemente seguir las normas de la industria para adentrarse en la operación de ecosistemas digitales, fue impulsado por tres factores [21]:

- 1) La evolución de los modelos de negocio digitales. Las capacidades tecnológicas y la transformación digital permiten a las empresas ofrecer propuestas de valor altamente contextualizadas y personalizadas.
- 2) La desaparición de las fronteras entre industrias. Algunas empresas no solo brindan soluciones a los clientes de su propia industria, sino que también ofrecen servicios y productos de otras industrias, desempeñando un papel importante en la vida diaria de los clientes.
- 3) Los consumidores son más exigentes. Buscan soluciones contextuales, inmediatas y personalizadas.

B. Ecosistemas Digitales

Bancolombia utilizó su considerable reserva de datos para comprender, anticipar y personalizar las necesidades de los clientes [22]. El banco apuntó a dos áreas, retail y business, en las que establecer ecosistemas. En el área comercial, se propuso desarrollar tres ecosistemas:

- Tu360Compras [23]: Un conjunto de soluciones para ayudar a los clientes a tomar mejores decisiones de ahorro, inversión y consumo.
- Tu360Inmobiliario [24]: Soluciones para personas que buscan vivienda y financiación, herramientas de análisis inmobiliario para constructores y soluciones para administradores de propiedades.
- Tu360Movilidad [25]: Soluciones para ayudar a las personas a encontrar, comprar (o arrendar) y asegurar vehículos (automóviles, motocicletas y bicicletas), y respaldar modelos de transporte inteligentes y sostenibles.

En la figura 5 se presenta un esquema de los tres ecosistemas minoristas que muestra las relaciones de los ecosistemas entre sí y con las empresas.

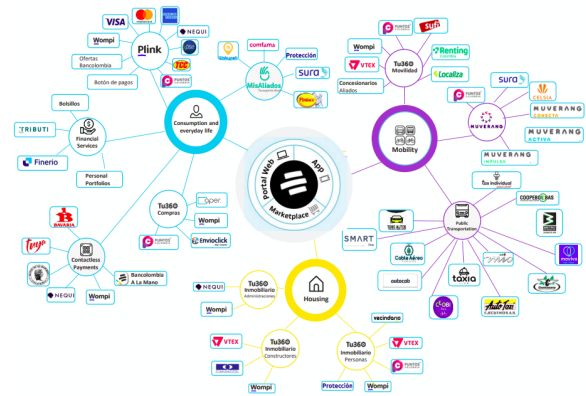


Fig. 5. Relaciones de los tres ecosistemas minoristas de Bancolombia con socios y empresas de apoyo [13].

C. Estrategia de Asociación

Un aspecto crucial para lograr este enfoque fue la adopción de una estrategia de asociación con empresas que ya contaban con experiencia en los sectores en los que Bancolombia buscaba incursionar [22].

“As an organization, we have declared that we want to provide comprehensive solutions to the needs of our clients. We could be the bank that develops and provides the solution directly to the customer. However, there are other companies with more experience and expertise in certain areas, and it makes sense to partner with them to provide the best solution. That is why the partnership model becomes an important enabler. We need to be humble and understand that this is an ecosystem, not an ego-system.” Luis Miguel Zapata, Vicepresidente de Ecosistemas Digitales, Bancolombia [21]

Un ejemplo destacado fue la asociación con la empresa tecnológica Aper [26]. Bancolombia aprovechó la plataforma SaaS existente de Aper y su experiencia en la gestión de vendedores para lanzar rápidamente Tu360Compras. Este servicio no solo ofrecía envíos gratuitos y ofertas personalizadas, sino que también integraba las soluciones financieras del banco de manera sinérgica.

D. La Necesidad de la Nube

Teniendo claro este contexto, es evidente que todos estos cambios requerían una tecnología que pudiera respaldarlos y aquí es cuando entra la nube. Bancolombia tuvo que evolucionar de una arquitectura orientada a servicios (SOA) a una arquitectura de microservicios. Tarea compleja dada la acumulación de plataformas dispares y redundantes a lo largo de su historia. Para abordar estos desafíos, el banco desarrolló un conjunto de principios rectores [22]:

- 1) Adoptar metodologías ágiles en sus equipos de trabajo y organizarse en pilas completas multidisciplinarias.

- 2) Adoptar la nube de manera agresiva y favorecer el uso de plataformas abiertas: Bancolombia optó por una estrategia agresiva de adopción de la nube, con plataformas abiertas desarrolladas internamente que eran ejecutadas en entornos en la nube.
- 3) Incrementar la automatización de todos los sistemas heredados (software antiguo) potenciadas mediante prácticas DevSecOps, asegurando eficiencia y seguridad en el proceso.
- 4) Incrementar la escalabilidad del backoffice: la digitalización, la robotización e inteligencia artificial se utilizaron para diseñar procesos más inteligentes, permitiendo aumentar la escalabilidad del back-office y redirigir las habilidades del personal hacia tareas de mayor valor.
- 5) Aprovechar el análisis de datos avanzado y la IA: Se democratizó el uso de la plataforma analítica del banco para garantizar que cada vez más decisiones comerciales se basaran en datos.
- 6) Ser obsesivo con la ciberseguridad: la ciberseguridad se consideró clave para garantizar la privacidad y respaldar el crecimiento digital.
- 7) Desarrollar capacidades de banca abierta. Estas capacidades facilitaron la ambición de Bancolombia de convertirse en un actor central en múltiples ecosistemas digitales y promovieron la innovación abierta.

E. Dos Modelos de Servicio

Bancolombia determinó que la estrategia del ecosistema abarcaría dos áreas distintas. La primera se centró en soluciones para que los clientes aprovecharan las plataformas existentes del banco, es decir, la banca como plataforma (BaaP). En este marco aparece la aplicación Personas presentada en 2011, donde se ofrecen todos los servicios financieros a los clientes del banco [27].

La segunda fue ofrecer soluciones financieras en canales de terceros a través de API, es decir, banca como servicio (BaaS) para integrar servicios financieros en experiencias de terceros. En este sentido, Bancolombia comenzó desarrollando primero sus API internas que reutilizaron en todas las integraciones y aceleró el proceso de implementación de soluciones, evitando el trabajo de implementación repetitivo y permitiendo instituir una arquitectura de gobernanza de datos más limpia. Fue tan bien hecho que luego, basándose en esta, implementó su capa de API externa, haciendo que sus servicios estuvieran disponibles a través de terceros. Un panorama de TI en Bancolombia se puede observar en la figura 6

F. La Apuesta por la Innovación: Nequi

Nequi representó la apuesta de Bancolombia por una banca totalmente digital, dirigida a aquellos que desconfiaban de la banca tradicional. Diseñado como un laboratorio de pruebas de innovación y tecnología de punta, Nequi sirvió como plataforma para el lanzamiento de productos novedosos, mientras que en las aplicaciones propias con el nombre del Ban-

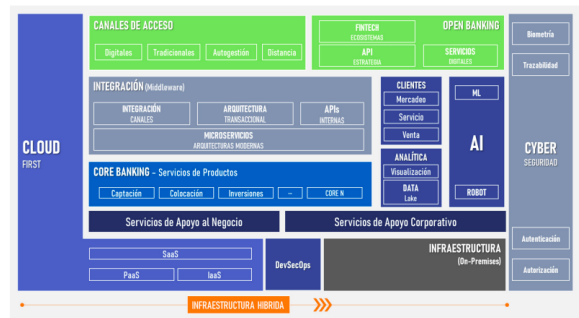


Fig. 6. Panorama TI de Bancolombia en 2020 [28].

colombia solo lanzaban productos que primero habían sido completamente probados y aprobados.

Nequi se destacó como un ejemplo pionero en varios aspectos. Fue la primera aplicación desarrollada por Bancolombia completamente en la nube, donde se implementaron las tecnologías de autenticación facial y de voz por primera vez. Además, Bancolombia también probó parte de su estrategia de ecosistema a través de este, experimentando con API para desarrollar asociaciones. Esos aprendizajes finalmente se integraron en las operaciones de Bancolombia [22].

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES PRÁCTICAS

Después de explorar las diversas facetas y etapas de la adopción de la nube por parte de Bancolombia, es evidente que la estrategia de migración y transformación hacia la nube ha sido un clave para la evolución y la innovación de la entidad financiera. Con base en el análisis de las fuentes consultadas, hemos identificado algunos resultados significativos:

- Reducción de costos: Se espera una reducción sustancial de los costos de infraestructura de TI de Bancolombia, aproximadamente del 60%, gracias al acuerdo con AWS.
- La migración a la nube ha permitido un uso más eficiente de los recursos informáticos, aumentando la disponibilidad y la agilidad de las aplicaciones, lo que ha llevado a soluciones más robustas.
- La adopción de la nube ha mejorado el rendimiento operativo de Bancolombia en términos de una red global resiliente y mejorada digitalmente, ofreciendo un entorno más sólido y ágil.

La estrategia de transformación digital de Bancolombia hacia la nube, demuestra cómo la adopción inteligente de la nube puede impulsar la eficiencia, la agilidad y la competitividad en la industria bancaria.

Estos hallazgos pueden ser de utilidad para otras organizaciones que buscan embarcarse en un proceso similar de transformación digital a través de la adopción de la nube, algunas recomendaciones prácticas clave para maximizar los beneficios y minimizar los desafíos durante su viaje hacia la innovación y la eficiencia operativa son:

- Visión estratégica: Para organizaciones que consideran la adopción de la nube, es esencial tener una visión clara y estratégica que guíe la transformación, alineando los

objetivos comerciales a largo plazo con la migración a la nube.

- Asociaciones inteligentes: La asociación con empresas especializadas puede acelerar la implementación y mejorar la calidad de las soluciones ofrecidas a los clientes, evitando gastos innecesarios y maximizando el conocimiento experto.
- Evaluación de costos: Antes de migrar a la nube, evaluar costos detalladamente y seleccionar servicios según las necesidades operativas y presupuestarias. La planificación estratégica evita sobrecostos, cuellos de botella y fallas de integración.
- Inversión en innovación: Utilizar ahorros de la adopción de la nube para un fondo de innovación. Destinar recursos a la transformación digital y capacidades tecnológicas fortalece la competitividad a largo plazo. Esta perspectiva estratégica no solo optimiza la eficiencia a corto plazo, sino que también establece las bases para la sostenibilidad y relevancia continua mediante la innovación constante.

REFERENCES

- [1] M. Armbrust, A. Fox, R. Griffith, *et al.*, "Above the clouds: A berkeley view of cloud computing," Jan. 2009.
- [2] IBM Corporation, "Cloud computing for banking: Driving business model transformation," IBM Thought Leadership, IBM Sales and Distribution, Whitepaper, May 19, 2014. [Online]. Available: <https://www.slideshare.net/ibmsoftwareindia/cloud-computing-for-banking-34851881>.
- [3] M. Singh, K. S. Tanwar, and V. M. Srivastava, "Cloud computing adoption challenges in the banking industry," in *2018 International Conference on Advances in Big Data, Computing and Data Communication Systems (icABCD)*, 2018, pp. 1–5. DOI: 10.1109/ICABCD.2018.8465412.
- [4] P. Mell and T. Grance, "The nist definition of cloud computing," National Institute of Standards and Technology, U.S. Department of Commerce, Computer Security Special Publication 800-145, Nov. 2011.
- [5] T. Edvardsson and D. Frydinger, "Cloud services: Law, business and safety," *Norstedts Juridik AB*, 2013.
- [6] S. Marston, Z. Li, S. Bandyopadhyay, J. Zhang, and A. Ghalsasi, "Cloud computing — the business perspective," *Decision Support Systems*, vol. 51, no. 1, pp. 176–189, 2011, ISSN: 0167-9236. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.dss.2010.12.006>. [Online]. Available: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0167923610002393>.
- [7] B. Godavarthi, N. Narisetty, K. Gudikandhula, R. Muthukumaran, D. Kapila, and J. Ramesh, "Cloud computing enabled business model innovation," *The Journal of High Technology Management Research*, vol. 34, no. 2, p. 100469, 2023, ISSN: 1047-8310. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.hitech.2023.100469>. [Online]. Available: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1047831023000196>.
- [8] F. Mohammed, A. P. D. O. Ibrahim, and A. P. D. N. Ithnin, "Factors influencing cloud computing adoption for e-government implementation in developing countries: Instrument development," *Journal of Systems and Information Technology*, vol. 18, pp. 297–327, Aug. 2016. DOI: 10.1108/JSIT-01-2016-0001.
- [9] A. Aleem and C. Sprott, "Let me in the cloud: Analysis of the benefit and risk assessment of cloud platform," *Journal of Financial Crime*, vol. 20, Dec. 2012. DOI: 10.1108/13590791311287337.
- [10] P. "Bancolombia puso techo del 14,15% a tasa de vivienda vis." (Feb. 23, 2023), [Online]. Available: <https://www.portafolio.co/economia/finanzas/bancolombia-gano-6-7-billonos-en-2022-578941>.
- [11] Bancolombia S.A. "Bancolombia atm details from bancolombia s.a." Corporate Presentation, page 2. (Jan. 2022), [Online]. Available: <https://www.grupobancolombia.com/wcm/connect/www.grupobancolombia.com/15880/4da24cd8-e940-46fa-a83f-e3e2e5be6788/Corporate+Presentation.pdf?MOD=AJPERES&CVID=nZHOCJm>.
- [12] Wikipedia contributors. "Super-app." Wikipedia, The Free Encyclopedia. ().
- [13] J. C. M. U. "Investor day—bancolombia." PowerPoint presentation, page 9, Bancolombia S.A. (Nov. 9, 2022), [Online]. Available: <https://www.grupobancolombia.com/wcm/connect/www.grupobancolombia.com/15880/588a54d9-0a09-401b-bcc8-1929cd728bad/Investor+Day.pdf?MOD=AJPERES&CVID=nVc1GEG>.
- [14] "Corporate presentation." Page 2, Bancolombia S.A. (Jan. 2022), [Online]. Available: <https://www.grupobancolombia.com/wcm/connect/www.grupobancolombia.com/15880/4da24cd8-e940-46fa-a83f-e3e2e5be6788/Corporate+Presentation.pdf?MOD=AJPERES&CVID=nZHOCJm>.
- [15] M. Avram, "Advantages and challenges of adopting cloud computing from an enterprise perspective," *Procedia Technology*, vol. 12, pp. 529–534, 2014, The 7th International Conference Interdisciplinarity in Engineering, INTER-ENG 2013, 10-11 October 2013, Petru Maior University of Tirgu Mures, Romania, ISSN: 2212-0173. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.protcy.2013.12.525>. [Online]. Available: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S221201731300710X>.
- [16] S. S. Almubarak, "Factors influencing the adoption of cloud computing by saudi university hospitals," *International Journal of Advanced Computer Science and Applications*, vol. 8, no. 1, 2017. DOI: 10.14569/IJACSA.2017.080107. [Online]. Available: <http://dx.doi.org/10.14569/IJACSA.2017.080107>.
- [17] A. Elzamly, N. Messabia, M. Doheir, S. Abu-Naser, and H. Elbaz, "Critical cloud computing risks for banking organizations: Issues and challenges," vol. 4, pp. 673–682, Oct. 2019.

- [18] M. F. Gholami, F. Daneshgar, G. Beydoun, and F. Rabhi, "Challenges in migrating legacy software systems to the cloud — an empirical study," *Information Systems*, vol. 67, pp. 100–113, 2017, ISSN: 0306-4379. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.is.2017.03.008>. [Online]. Available: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0306437917301564>.
- [19] AWS Events. "Aws summit bog 2022-conozca como bancolombia ha migrado y modernizado sus aplicaciones (mgr301)." (Dec. 15, 2022), [Online]. Available: <https://www.youtube.com/watch?v=7CfWXdRrOr0>.
- [20] Bancolombia S.A. "Informe de gestión 2022." Informe Periódico de Fin de Ejercicio, page 207. (Jan. 2023), [Online]. Available: https://www.grupobancolombia.com/wcm/connect/2fd6009f-846c-459b-8fb2-79a38d8c640a/informe_sin_estados.pdf?MOD=AJPERES.
- [21] L. M. Zapata, "Comments on digital transformation at bancolombia," 2022, Personal communication within the article by Díaz Baquero and Woerner [22].
- [22] A. Díaz Baquero and S. Woerner, "Bancolombia: Coordinating multiple digital transformations," *MIT Sloan Center for Information Systems Research (CISR)*, Apr. 2022. [Online]. Available: <https://www.pegacom/insights/resources/bancolombia-coordinating-multiple-digital-transformations>.
- [23] Bancolombia. "Tu360compras." (2021), [Online]. Available: <https://tu360compras.grupobancolombia.com/>.
- [24] Bancolombia. "Tu360inmobiliario." (2020), [Online]. Available: <https://inmobiliariotu360.grupobancolombia.com/>.
- [25] Bancolombia. "Tu360movilidad." (2020), [Online]. Available: <https://movilidadtu360.grupobancolombia.com/>.
- [26] Aper. "Aper's saas platform empowers banks to quickly launch their own online marketplace - risk free." (), [Online]. Available: <https://www.aper.com/platform/>.
- [27] Bancolombia. "App bancolombia." (), [Online]. Available: <https://www.bancolombia.com/centro-de-ayuda/canales/app-bancolombia>.
- [28] *Bancolombia's it landscape 2020*, Fuente: Documentos no publicados de la empresa; utilizados con permiso.