



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERÍA

Gestión de infraestructura de bases de datos: migración y aseguramiento con Azure y SQL

INFORME DE ACTIVIDADES PROFESIONALES

Que para obtener el título de

Ingeniera Mecatrónica

P R E S E N T A

Edna Daniela Escalona Villafuerte

ASESOR DE INFORME

M.I. José Carlos Rodríguez Tenorio



Ciudad Universitaria, Cd. Mx., 2025



**PROTESTA UNIVERSITARIA DE INTEGRIDAD Y
HONESTIDAD ACADÉMICA Y PROFESIONAL
(Titulación con trabajo escrito)**



De conformidad con lo dispuesto en los artículos 87, fracción V, del Estatuto General, 68, primer párrafo, del Reglamento General de Estudios Universitarios y 26, fracción I, y 35 del Reglamento General de Exámenes, me comprometo en todo tiempo a honrar a la institución y a cumplir con los principios establecidos en el Código de Ética de la Universidad Nacional Autónoma de México, especialmente con los de integridad y honestidad académica.

De acuerdo con lo anterior, manifiesto que el trabajo escrito titulado GESTION DE INFRAESTRUCTURA DE BASES DE DATOS: MIGRACION Y ASEGURAMIENTO CON AZURE Y SQL que presenté para obtener el título de INGENIERO MECATRÓNICO es original, de mi autoría y lo realicé con el rigor metodológico exigido por mi Entidad Académica, citando las fuentes de ideas, textos, imágenes, gráficos u otro tipo de obras empleadas para su desarrollo.

En consecuencia, acepto que la falta de cumplimiento de las disposiciones reglamentarias y normativas de la Universidad, en particular las ya referidas en el Código de Ética, llevará a la nulidad de los actos de carácter académico administrativo del proceso de titulación.

EDNA DANIELA ESCALONA VILLAFUERTE
Número de cuenta: 315259333

Contenido

Introducción.....	4
Objetivos.....	6
Objetivo general.....	6
Objetivos particulares	6
Antecedentes.....	7
Aspectos políticos	7
Soberanía de los datos	7
Políticas públicas de innovación	8
Aspectos económicos.....	8
Aspectos sociales	9
Aspectos tecnológicos	10
Aspectos ecológicos	11
Bases de datos <i>on-premise</i>	11
Aspectos legales y normatividad	13
Regulaciones globales principales	13
Marco normativo en México	13
Requisitos específicos para bases de datos de México	14
Transferencias internacionales de datos	15
Acuerdos de Nivel de Servicio (SLA)	15
Acuerdos de Procesamiento de Datos (DPA)	15
Términos de servicio y políticas de privacidad	15
Retos en México	16
Proyecto 1.....	17
Problemática	17
Metodología.....	17
Resultados.....	21
Alcances	22
Proyecto 2.....	23
Problemática	23
Metodología.....	23
Resultados.....	28

Alcances	28
Conclusiones	29
Glosario.....	29
Referencias	31

Introducción

Actualmente, las bases de datos juegan un papel fundamental en la gestión de la información dentro de las organizaciones y sistemas complejos. Este informe presenta la aplicación de dos proyectos que se llevaron a cabo alrededor de este tema como resultado del trabajo realizado en mi puesto como Consultora Junior; específicamente dentro del área de bases de datos.

En este reporte, se presenta la problemática inicial que se abordó, cómo se definieron los objetivos globales y específicos, la metodología empleada y los resultados obtenidos; destacando la contribución para mejora en el rendimiento, la seguridad y la funcionalidad de los sistemas.

Además de cumplir con los requisitos académicos para la titulación como ingeniera mecatrónica, con este informe se demuestra la importancia y el impacto del trabajo realizado entorno a la gestión de las bases de datos al migrar la información y garantizar la seguridad en su traslado. Las soluciones que se presentan son propuestas basadas e implementadas como parte de dos proyectos reales, con los cuales se contribuye al desarrollo tecnológico y a la toma de decisiones con base en datos, lo cual es un aspecto fundamental en la era de la información.

Datavision Digital es una empresa mexicana en la cual desempeño mi trabajo. Dicha empresa se especializa en la integración de Tecnologías de la Información (TI), infraestructura, procesos y *Cloud computing* de alto desempeño para todos los sectores industriales.

A continuación se presenta el organigrama de la compañía.

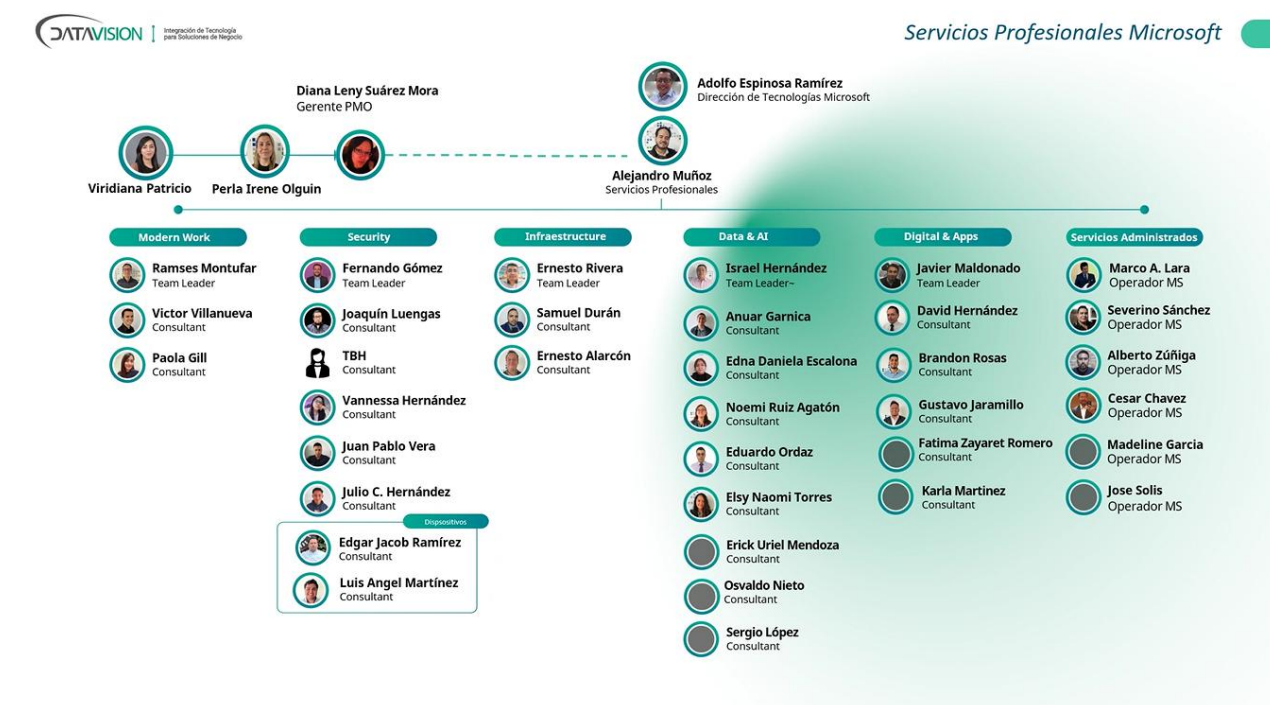


Figura 1. Organigrama de Datavision Digital

Al ser Consultora Junior de soluciones en el área de bases de datos, mis responsabilidades incluyen el diseño, la implementación y la optimización de sistemas que integren bases de datos. Además, debo garantizar la seguridad y eficacia de los entornos locales y remotos; así como proporcionar apoyo en la resolución de los problemas técnicos, el desarrollo de soluciones automatizadas y la contribución al análisis que incluye grandes volúmenes de datos con el objetivo de tomar decisiones informadas.

En el desempeño del puesto que ocupo actualmente, se requiere conocimiento técnico con respecto a los siguientes rubros:

- I) Lenguajes para consulta de información, como *SQL*
- II) Administración y diseño de bases de datos de tipo relacional y no relacional
- III) Técnicas de optimización para consultas y rendimiento
- IV) Soluciones de almacenamiento en la nube
- V) Herramientas para analizar y visualizar datos

Adicional a las habilidades técnicas, se requiere de un conjunto de habilidades blandas para el desarrollo de las tareas cotidianas:

- I) Trabajo en equipo y sentido de colaboración
- II) Capacidad para comunicarse de manera asertiva al interactuar con clientes y equipos de otras áreas
- III) Creatividad al resolver problemas
- IV) Adaptabilidad ante nuevos desafíos de tipo tecnológico
- V) Buena gestión del tiempo y organización

Como resultado del conjunto de estas habilidades técnicas y blandas, dentro del puesto como Consultora Junior, se aplican los conocimientos teóricos y prácticos que adquirí durante mis estudios universitarios dentro de la Licenciatura en Ingeniería Mecatrónica; contribuyendo al desarrollo de soluciones tecnológicas que sean innovadoras y que fortalezcan la infraestructura y seguridad de las distintas bases de datos con las que se trabaja.

Como resultado, en este informe se presenta el desarrollo de 2 proyectos que se llevaron a cabo como parte de mis responsabilidades dentro de la empresa. El primero hace relación a la migración de datos y el segundo sobre la modernización del sistema utilizado. Para cada uno de los proyectos, se presenta la problemática, la metodología de trabajo y resultados obtenidos.

Objetivos

A continuación se presenta el objetivo global del reporte y posteriormente los objetivos particulares con respecto a los dos proyectos documentados.

Objetivo general

Evaluar y documentar dos proyectos realizados en el área de bases de datos como parte del desarrollo y optimización de procesos tecnológicos al aplicar los conocimientos adquiridos dentro del programa de Ingeniería Mecatrónica.

Objetivos particulares

Como objetivos particulares se plantearon los siguientes enunciados:

- I) Permitir el acceso a los clientes a bases de datos de forma local y/o remota
- II) Garantizar la seguridad al utilizar y almacenar las bases de datos
- III) Mejorar el rendimiento al realizar consultas de información
- IV) Proponer e implementar soluciones tecnológicas para la automatización de procesos repetitivos que a su vez permitan analizar de forma eficiente grandes volúmenes de datos
- V) Demostrar la capacidad al aplicar los conocimientos teóricos y prácticos en situaciones reales, adquiridos durante mis estudios universitarios en el programa de estudios de Ingeniería Mecatrónica

Antecedentes

Actualmente, las bases de datos se han convertido en un pilar para desarrollar y optimizar diferentes procesos tecnológicos. Incluso dentro de nuestro país, implementar gestionar de manera efectiva las bases de datos resulta fundamental para la industria y las empresas de ingeniería. De acuerdo con un informe de la Asociación Mexicana de la Industria de Tecnologías de Información (AMITI), el uso de bases de datos y tecnologías en la nube ha aumentado significativamente en los últimos años como resultado de la demanda ante soluciones más seguras y eficientes (AMITI, 2023).

Como resultado, se realizó una investigación como marco de referencia que incluye diversos aspectos que involucran al uso y gestión de las bases de datos bajo un contexto global y nacional.

Aspectos políticos

El aspecto político global permitió identificar cómo las organizaciones seleccionan y gestionan bases de datos. Dentro de los rubros analizados se encuentra la soberanía digital, las tensiones geopolíticas que existen actualmente, así como las regulaciones en temas como protección de datos y políticas de ciberseguridad; todo esto con el objeto de identificar preferencias al considerar un servicio que se ubique de manera local (*on-premise*) o en la nube.

Soberanía de los datos

La soberanía de datos hace referencia a la capacidad de un estado para ejercer control sobre los datos generados dentro de sus fronteras o pertenecientes a sus ciudadanos (Hummel et al., 2021). Ese concepto ha adquirido relevancia política crítica por varias razones:

- I) Control jurisdiccional: Los datos almacenados físicamente en territorio nacional quedan inequívocamente bajo la jurisdicción legal del país, mientras que los datos en la nube pueden estar sujetos a múltiples jurisdicciones conflictivas (Weber, 2022).
- II) Autonomía tecnológica: La soberanía de datos se vincula a la “autonomía estratégica”, el cual fue un concepto desarrollado principalmente en Europa como respuesta a la dominación tecnológica extranjera (Timmers, 2023).

Tensiones geopolíticas y comercio tecnológico

Entre 2023 y 2024, los conflictos políticos y las tensiones internacionales han influido significativamente en la gestión de las bases de datos. La tensión entre Estados Unidos y China, agravada por las políticas de la administración de Trump, ha generado una serie de medidas que afectan las relaciones comerciales y tecnológicas entre Estados Unidos, México y China. Las restricciones impuestas por la administración

Trump, como las sanciones y prohibiciones de comercio con empresas tecnológicas chinas, han creado incertidumbre sobre el uso de bases de datos alojadas en servidores estadounidenses para clientes chinos. La política de “*America First*” y el endurecimiento de las medidas de protección de datos han incrementado la demanda de soluciones locales y alternativas a los servicios estadounidenses (Xataka, 2024).

De manera adicional, la relación entre países, especialmente al hacer referencia a Estados Unidos con China, ha tenido un impacto directo en el servicio disponible en la nube; pues las sanciones que han sido impuestas por parte de Estados Unidos a empresas tecnológicas chinas ha limitado el acceso a tecnología estadounidense y a su vez ha generado incertidumbre en el uso de plataformas cloud que son de origen norteamericano (Segal, 2020; US. Department of Commerce, 2020).

Políticas públicas de innovación

Muchos gobiernos promueven la adopción de tecnologías en la nube como estrategia de modernización y competitividad económica (Ruijter & Meijer, 2020); aunque la infraestructura tradicional *on-premise* sigue siendo preferida para ciertos sectores estratégicos (Abushagur & Takruri, 2022).

Aspetos económicos

La entrada de nuevos proveedores de servicios y las crisis económicas son dos factores que pueden influir en el mercado de las bases de datos. Incluso dentro del mercado mexicano, existe influencia por la entrada de nuevos proveedores de servicios.

Microsoft Azure® ha destacado por su infraestructura robusta y por la amplia gama de servicios que oferta en la nube. Dentro de los beneficios de los productos de *Azure* se encuentra la escalabilidad inmediata de sus servicios, lo cual permite a las empresas pagar únicamente por el uso que tienen y que además resulta atractivo para pequeñas y medianas empresas con presupuestos limitados.

Derivado de la recesión postpandemia de COVID-19, durante la crisis económica que resultó, se identificó que las empresas buscan soluciones rentables ante sus necesidades. Como consecuencia, compañías como *Azure* y *AWS*® ofrecen distintos servicios acorde a estructuras de costos variadas. Sin embargo, a la par, se ha identificado otros proveedores, locales y regionales, que compiten al ofrecer precios menores o incluso servicios personalizados. Empresas que han expandido su presencia en México son *Oracle Cloud*® y *Alibaba Cloud*®, con costos competitivos frente a *Azure* y *AWS*. Otros proveedores como *Google Cloud*® y *Oracle* también compiten con soluciones adaptadas a las necesidades empresariales, con diferentes paquetes de costos y beneficios.

Por lo anterior, al seleccionar un proveedor de servicios es necesario contar con un análisis de costos, el cual debe tomar en consideración factores como la escalabilidad, la flexibilidad y el soporte técnico de cada empresa; pues aunque la nube permite pagos de acuerdo al consumo, existen otras opciones *on-premise* que al ser elegidas por las empresas, requieren una inversión inicial mayor, pero con menores costos recurrentes (Intus, 2024).

A continuación se presenta un diagrama comparativo de tres empresas con respecto a los servicios que ofrecen en la nube, así como las características de una infraestructura considerada de tipo *on-premise*.

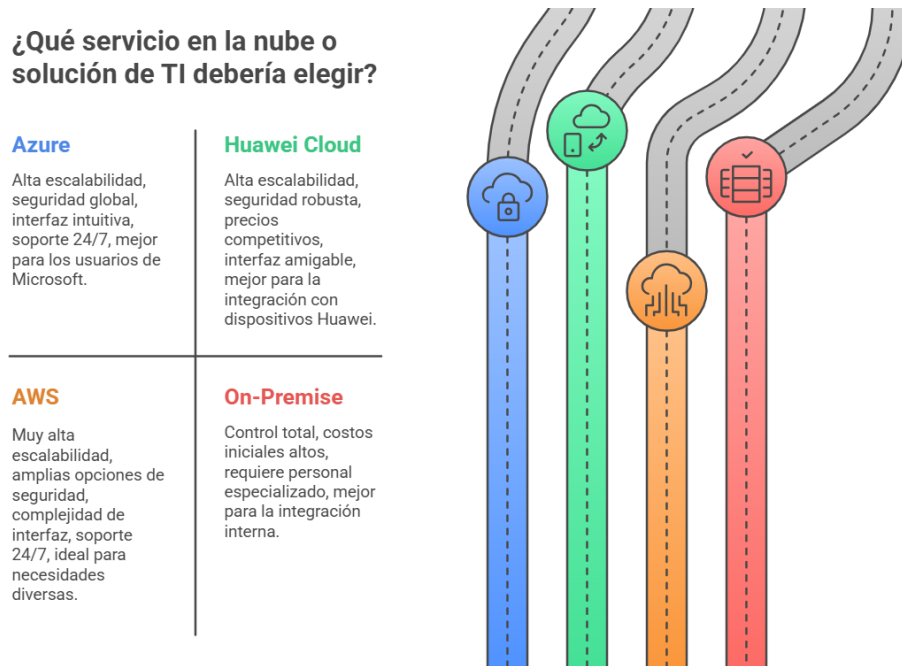


Figura 2. ¿Qué servicio en la nube o solución TI debería elegir?: Comparación entre los servicios cloud y on-premise. (Referencia 6-9)

Aspectos sociales

Los hábitos de consumo de servicios de bases de datos han cambiado, con un incremento notable en la adopción de servicios en la nube. Las empresas tienden a preferir soluciones que ofrezcan flexibilidad, escalabilidad y un soporte técnico robusto, como por ejemplo:

- I) Las empresas mexicanas tienden a preferir soluciones que ofrecen una combinación de costo-efectividad y seguridad. *Azure* es popular debido a su integración con otros productos de *Microsoft*, como *Office 365*®. De igual forma, por su capacidad, es un servicio que ofrece soluciones híbridas que combinan lo mejor de las bases de datos locales y de los sistemas en la nube.
- II) Las empresas buscan soluciones que les permitan alta disponibilidad de la información y fácil integración con respecto a sus sistemas ya existentes.
- III) Algunos factores que son decisivos para las empresas, es la capacidad de personalización y soporte local. *AWS* es el servicio con mayor preferencia derivado de la amplia gama de servicios y su experiencia dentro del mercado.
- IV) En México, grandes empresas aun prefieren una infraestructura *on-premise* por regulaciones y seguridad, mientras que PyMEs (Pequeñas y Medianas Empresas) adoptan la nube por su accesibilidad (Intus, 2024).

- V) Empresas de tecnología, *Fintech* (Tecnología Financiera) y *e-commerce* (Comercio Electrónico) prefieren bases de datos en la nube por su flexibilidad (Intus, 2024).
- VI) Actualmente, existe una preocupación con respecto a la privacidad de los datos, lo cual lleva a las empresas al manejo de soluciones híbridas; es decir, soluciones que integran información en la nube y con una infraestructura de tipo *on-premise*.

Aspectos tecnológicos

Las tendencias tecnológicas actuales y futuras impactan en la gestión y almacenamiento de datos. Como tendencia, se identificó la adopción de bases de datos en la nube, la cual está en constante crecimiento debido a ventajas como la alta disponibilidad y la seguridad integrada. Sin embargo, también depende del tipo de base de datos que se trabaje; ya que existen algunas de tipo tradicional, hasta el surgimiento de soluciones como bases de datos *NoSQL* ® (no solo *SQL* ®) y como consecuencia, se ha identificado que el almacenamiento en la nube que ofrece una mayor flexibilidad y escalabilidad.

Ante los avances en inteligencia artificial y la seguridad y privacidad de datos, se espera además un crecimiento en el uso de soluciones híbridas que combinen almacenamiento en la nube y de tipo *on-premise*. Ya que por un lado se puede contar con acceso remoto a ciertos recursos de almacenamiento y procesamiento a través de internet, pero también considerando cierta infraestructura física local para información importante.

Con la integración de soluciones de tipo híbrido, es importante considerar las siguientes ventajas y desventajas de cada tipo de almacenamiento, tanto en la nube como de tipo *on-premise*.

- I) **Ventajas del almacenamiento en la nube:** La escalabilidad bajo demanda, reducción de costos de infraestructura y acceso global y para colaboración en tiempo real.
- II) **Desventajas del almacenamiento en la nube:** La dependencia de la conectividad a internet y las preocupaciones sobre la privacidad y seguridad de los datos.
- III) **Ventajas del almacenamiento local (*on-premise*):** Control total sobre los datos y la infraestructura y personalización específica de acuerdo con las necesidades de la empresa.
- IV) **Desventajas del almacenamiento local:** Los altos costos iniciales y costos de mantenimiento, así como la escalabilidad limitada sin inversión adicional.

Los puntos anteriores se condensan en la figura que se muestra a continuación (Figura 3), con los principales proveedores de *Cloud* en 2024.

Principales Proveedores Cloud 2024

Microsoft Azure	AWS	Google Cloud
Servicios DB: • SQL Database • Cosmos DB • MySQL • PostgreSQL	Servicios DB: • RDS • DynamoDB • Aurora • Redshift	Servicios DB: • Cloud SQL • Cloud Spanner • BigQuery • Firestore
Ventajas: • Integración Office 365 • Híbrido avanzado • Power Platform	Ventajas: • Mayor madurez • Más servicios • Alta disponibilidad	Ventajas: • Analytics avanzado • ML integrado • BigQuery
Presencia MX: • 2 regiones • Soporte local	Presencia MX: • 1 región • Soporte 24/7	Presencia MX: • 1 región • Partners locales
Market Share: • 21% Global	Market Share: • 32% Global	Market Share: • 9% Global

Figura 3. Principales Proveedores Cloud 2024: Comparativa entre los principales servicios de bases de datos en la nube (Referencia 13-25)

Aspectos ecológicos

Los aspectos ecológicos se explican a continuación para los centros de datos *on-premise* y para los centros basados en la nube.

Bases de datos *on-premise*

Los centros de datos *on-premise* operan en gran medida con factores de utilización entre el 10% y 50%, lo que resulta en infraestructuras sobredimensionadas y energéticamente ineficientes (Masanet et al., 2020). Estudios demuestran que las instalaciones corporativas más pequeñas tienen PUE (Power Usage Effectiveness) promedio de 2.0 o superior, comparado con el 1.1-1.2 de los centros hiperescala modernos, lo que indica casi el doble de consumo energético para la misma carga computacional (Shehabi et al., 2021).

De esta forma, la huella de carbono de las instalaciones locales se compone principalmente de emisiones operativas directas, emisiones embebidas y con respecto a los sistemas de refrigeración.

Las emisiones operativas directas se asocian principalmente al consumo eléctrico, las cuales varían de acuerdo con la ubicación geográfica y la mezcla energética local. Los centros de datos ubicados en regiones dependientes del carbón pueden emitir hasta 0,9 kg CO₂e por kWh, mientras que en regiones con alto porcentaje de renovables pueden reducirse a 0,1 kg CO₂e por kWh (Whitehead et al., 2022).

En cuanto a las emisiones embebidas, la fabricación de servicios y equipos representa entre el 5 y el 15% con respecto a la huella de carbono del ciclo de vida completo de dichos productos. Por ejemplo, para un servidor, estas emisiones pueden alcanzar 922 kg CO₂e (Kumar & Buyya, 2023).

En cuanto a los sistemas de refrigeración, se identifica que contribuyen significativamente con la huella ambiental, pues pueden representar hasta el 40% del consumo energético total de los centros de datos considerados como menos eficientes (Zhou et al. 2021). Otro aspecto a considerar es el uso del agua para refrigeración de servidores. Se identificó que dichas instalaciones requieren entre 0.5 y 2 m² por Watt de capacidad computacional instalada (Greenberg et al., 2021) y que el consumo hídrico para refrigeración oscila entre los 2 y los 4 litros por kWh de electricidad consumida para los sistemas de refrigeración evaporativa (Ristic et al., 2022).

Por otro lado, la huella de carbono también depende de la gestión de los recursos electrónicos. Por ejemplo, el ciclo típico de actualización oscila entre los 3 y los 5 años, lo cual genera volúmenes significativos de residuos electrónicos. Un centro de datos de tipo corporativo medio puede generar entre 2 y 5 toneladas de desechos electrónicos al año, con tasas de reciclaje que en promedio, de manera global son de entre el 17 y el 18% (Kumar et al., 2022). Además, los metales pesados y elementos tóxicos como plomo, mercurio y retardantes de llamas bromados presentan riesgos ambientales significativos cuando no son gestionados de forma adecuada.

Bases de datos en la nube

En cuanto a la eficiencia energética, los proveedores de servicios en la nube hiperscala han alcanzado mejoras significativas como las siguientes:

- I) **Tasas de utilización:** Entre 65-85%, comparado con el 10-50% típico en entornos *on-premise* (Acun et al., 2022).
- II) **PUE:** Los centros de datos de Google reportan un PUE promedio de 1.10, lo cual es significativamente mejor que el promedio industrial de 1.67 (Google, 2022).
- III) **Diseño optimizado:** *Amazon Web Services*® ha reportado reducciones del 35% en el consumo energético mediante infraestructuras específicamente diseñadas para cargas de bases de datos (Amazon, 2023).

Para los sistemas basados en la nube, se identificó a lo largo de la investigación que el aspecto hídrico varía significativamente entre empresas:

- I) *Microsoft* reporta un consumo de 0.54 litro de agua por kWh en sus centros de datos (Microsoft, 2021).
- II) *Google* reportó la implementación de sistemas de refrigeración cerrados que reducen el consumo de agua en un 50% en comparación con los sistemas convencionales (Google, 2022).
- III) *Amazon* trabaja en el desarrollo de centros de datos de tipo “seco” en regiones con estrés hídrico, eliminando casi completamente el uso de agua para refrigeración (Amazon, 2023).

Aspectos legales y normatividad

Gestionar datos en diversos entornos, de tipo *on-premise* y en la nube, presenta distintos desafíos en cuanto a los aspectos legales y normativos. Este marco de referencia analiza los principales aspectos legales relacionados con ambos modelos, proporcionando una visión global en cuanto a la normatividad que se aplica tomando en consideración las regulaciones más importantes.

Regulaciones globales principales

El principal marco regulatorio a nivel global es el Reglamento General de Protección de Datos (RGPD/GDPR). El RGPD constituye uno de los marcos más estrictos a nivel mundial en materia de protección de datos. Es aplicable en la Unión Europea desde 2018 y establece las obligaciones específicas para el tratamiento de datos personales tanto en entornos *on-premise* como en la nube (Voigt & Von dem Bussche, 2017).

Por lo tanto, existen las siguientes implicaciones para cada tipo de base de datos considerada:

- I) **Bases de datos *on-premise*:** El controlador de datos mantiene responsabilidad directa sobre la seguridad e integridad de los datos.
- II) **Base de datos en la nube:** Se establece una relación controlador-procesador que requiere acuerdos específicos sobre el nivel de servicio y garantías necesarias.

Al existir algunas empresas que se dedican a ofrecer servicios de bases de datos y que se ubican dentro de Estados Unidos, se identificó la Ley de Privacidad del Consumidor de California (CCPA). La CCPA otorga a los residentes de California derechos específicos sobre el uso de datos personales, incluso permitiéndoles conocer qué información es recopilada y el propósito de su procesamiento. (California Legislative Information, 2018).

Marco normativo en México

En México, el marco regulatorio es la Ley Federal de Protección de Datos Personales en Posesión de los Particulares (LFPDPPP). Fue promulgada en 2010. Esta ley establece el marco principal para la protección de datos personales en México, aplicable a todas las entidades privadas que tratan datos personales (Congreso de la Unión Mexicana, 2010). Sus principales disposiciones incluyen:

- I) Principios de Protección: Licitud, consentimiento, información, calidad, finalidad, lealtad, proporcionalidad y responsabilidad.
- II) Derechos ARCO: Garantiza los derechos de acceso, rectificación, cancelación y oposición a los titulares de los datos.
- III) Avisos de privacidad: Establece como obligación el notificar a los titulares sobre el tratamiento de datos personales.
- IV) Transferencia de datos: Regula las condiciones para la transferencia tanto nacional como internacional de los datos.

Por otro lado, como parte de la normativa mexicana existe la Ley General de Protección de Datos Personales en Posesión de Sujetos Obligados, la cual está vigente desde 2017. Dicha ley complementa a la LFPDPPP y establece las bases para la protección de datos personales al ser utilizados dentro del sector público (Congreso de la Unión Mexicana, 2017).

El Reglamento de la LFPDPPP establece las disposiciones específicas para la implementación adecuada de la ley, incluyendo detalles sobre los requisitos de seguridad técnicos y organizativos (*Presidencia de la República Mexicana, 2011*).

Finalmente, se identificó el Instituto Nacional de Transparencia, Accesos a la Información y Protección de Datos Personales (INAI) es la autoridad encargada de vigilar el cumplimiento de la legislación en materia de protección de datos personales en México. El INAI emite lineamientos y recomendaciones específicas para el tratamiento de datos en diversos sectores (*INAI, 2020*).

Requisitos específicos para bases de datos de México

La normativa mexicana exige la implementación de medidas de seguridad administrativas, técnicas y físicas que garanticen la integridad, confidencialidad y disponibilidad de los datos personales dependiendo del tipo de base de datos.

Para bases de datos *on-premise*, se requiere documentación exhaustiva de controles de acceso físico y lógico, planes de contingencia y respaldo periódico de información.

Por otro lado, para bases de datos en la nube, se deben verificar las garantías ofrecidas por los proveedores y establece cláusulas contractuales específicas sobre seguridad de datos y confidencialidad.

La LFPDPPP establece que las transferencias internacionales de datos requieren el consentimiento del titular, excepto en casos específicos como cuando:

- I) La transferencia está prevista en una ley o tratado internacional.
- II) Se realiza a sociedades controladas, subsidiarias o afiliadas del responsable.
- III) Es necesaria por virtud de un contrato celebrado en interés del titular.

Para transferencias a países que no ofrezcan niveles adecuados de protección, se deben implementar mecanismos adicionales como cláusulas contractuales (*INAI, 2018*).

De manera adicional, el reglamento de la LFPDPPP dedica un capítulo específico al cómputo en la nube (Artículo 52 a 54), estableciendo que los servicios utilizados para el tratamiento de datos personales deben:

- I) Garantizar que el proveedor no pueda acceder a los datos personales.
- II) Implementar mecanismos para conocer cambios en las políticas del proveedor.
- III) Asegurar que el proveedor tenga políticas de protección de datos compatibles con la ley mexicana.
- IV) Establecer las condiciones bajo las cuales el responsable puede recuperar los datos al término del servicio (*Presidencia de la República Mexicana, 2011*).

Transferencias internacionales de datos

La transferencia de datos entre diferentes jurisdicciones presenta desafíos particulares:

Escudo de Privacidad UE-EE.UU.: Invalidado por el Tribunal de Justicia de la Unión Europea (TJUE) en 2020 en el caso Schrems II (Tribunal de Justicia de la Unión Europea, 2020).

Cláusulas Contractuales Tipo (SCC): Herramienta legal actualizada en 2021 para transferencias internacionales de datos (Comisión Europea, 2021).

Marco de Privacidad de Datos UE-EE.UU.: Nuevo marco adoptado tras la invalidación del Privacy Shield (Comisión Europea, 2023).

Acuerdos de Nivel de Servicio (SLA)

Los SLA definen las responsabilidades del proveedor de servicios en la nube y establece parámetros medibles para el rendimiento del servicio (*Kandukuri et al., 2009*). Como elementos clave existen los siguientes: Disponibilidad y tiempo de actividad; rendimiento y escalabilidad; respuesta ante incidentes; recuperación ante desastres y seguridad de datos.

Acuerdos de Procesamiento de Datos (DPA)

En México, aunque no existe una obligación explícita de contar con DPAs, la LFPDPPP requiere establecer cláusulas contractuales que garanticen el mismo nivel de protección cuando se realizan transferencias de datos (INAI, 2018).

Términos de servicio y políticas de privacidad

Documentos legales que establecen las condiciones bajo las cuales se prestan los servicios de base de datos en la nube y cómo se gestionan los datos del usuario (Bradshaw et al., 2011).

En México, estos documentos deben cumplir con los requisitos establecidos por la LFPDPPP, particularmente en lo referente a los avisos de privacidad y las finalidades del tratamiento de datos.

Retos en México

México no cuenta con leyes específicas de localización de datos que exijan el almacenamiento local de información personal. Sin embargo, la LFPDPPP establece requisitos para las transferencias internacionales de datos exigiendo que se garantice un nivel de protección adecuado.

Existen sectores específicos, como el financiero, que pueden tener requisitos adicionales. Por ejemplo, la CNBV puede requerir que cierta información crítica sea almacenada en territorio nacional.

Finalmente, la estrategia de transformación digital del gobierno mexicano ha comenzado a explorar conceptos de soberanía digital que podrían llevar a requisitos más estrictos en el futuro (*Secretaría de Economía, 2021*).

Proyecto 1

Problemática

Una empresa actualmente dispuso sus servicios de *DataLake*® con su operación en la zona de *WestUS* (Oeste de Estados Unidos) para sus aplicaciones corporativas, dentro de la cual se contaba con la infraestructura necesaria para ofrecer los servicios productivos.

Esta operación debía ser trasladada a la zona *EastUS* (Este de Estados Unidos) para cumplir con la homologación de los servicios a nivel de zona geográfica.

Metodología

I) Definición y alcances del proyecto a partir de la solicitud del cliente:

Diseño, construcción y monitoreo del nuevo espacio en la zona de *EastUS* que albergó los servidores y servicios *Data Factory*® de *Azure* que anteriormente operaban en la zona de *WestUS*.

II) Secuencia de trabajo y cronograma:

Se realizó la migración mediante los servicios de *ASR*® (*Azure Site Recovery*) y generación de servicios en paralelo, lo cual permitió realizar esta tarea de manera práctica, eficaz y controlada para la protección de datos.

La ventaja de este proceso fue que permitió la replicación gradual, trabajando en paralelo con la construcción de los servicios, manteniendo el esquema de seguridad intrínseca de *Azure*, lo que agregó valor al proceso requerido.

La operación de los servicios contemplados entre *Virtual Machine Data Factory*® para esta especificación, se planteó trabajar de manera paralela para neutralizar el impacto durante el cambio. Trabajar en paralelo permite garantizar que no se lleguen a borrar los archivos en la transferencia.

Para ello se implementó una metodología *SCRUM* para la migración, como se muestra a continuación:

Cronograma de Migración de Datos Scrum

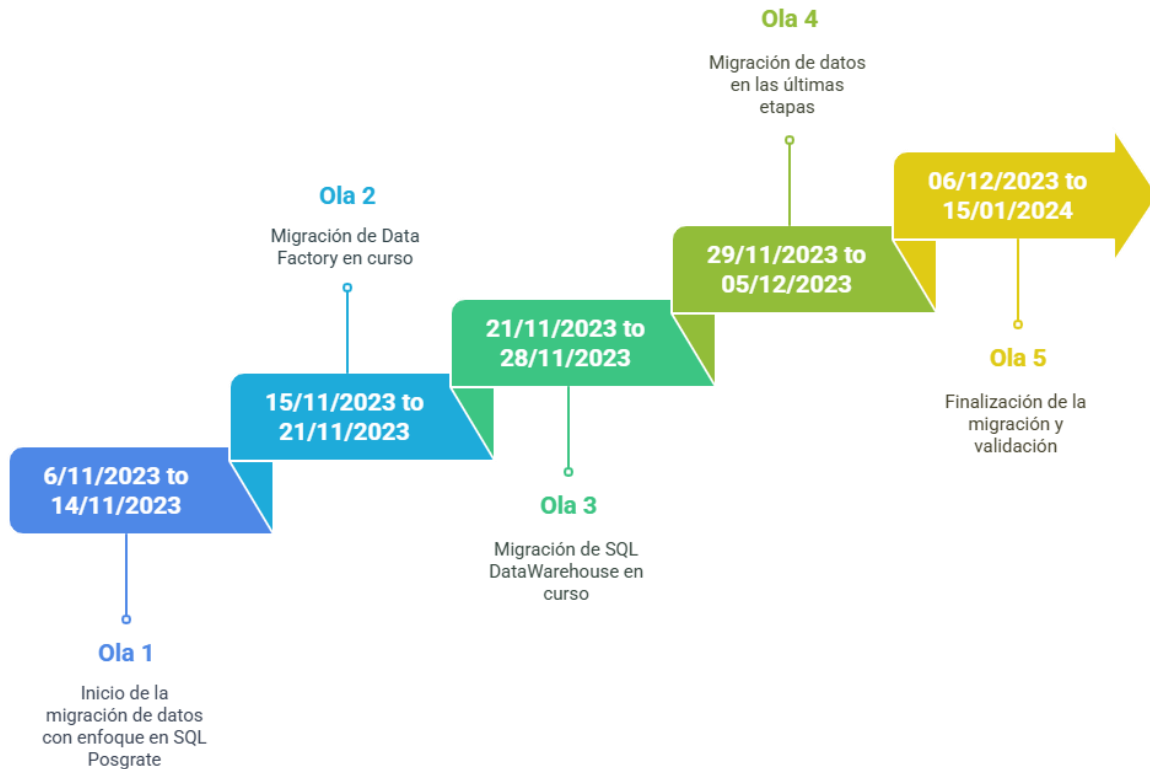


Figura 4. Cronograma de Migración: Mediante la metodología SCRUM se realizó un cronograma para las actividades realizadas.

OLA 1

Durante esta fase se ejecutaron, de forma controlada, los cambios ente zonas geográficas utilizando ventanas de mantenimiento autorizadas. Esto permitió mantener la operación continua de los servicios en la zona original (*WestUS*) hasta el momento del cambio definitivo, garantizando la disponibilidad de apuntadores de contingencia hacia la zona principal.

Realicé el movimiento de los recursos y servicios que formaron parte de las máquinas virtuales y generé el inventario de los objetos del *Data Lake* que determinaron la estrategia y las consideraciones para su migración en una fase posterior. Es importante señalar que la mayor parte del esfuerzo estuvo dirigida hacia la creación de un ambiente paralelo en el que integré las pruebas de integridad y funcionamiento antes de migrar los datos y objetos ya creados en el ambiente.

III) Limitaciones

Se consideró como limitaciones aquellos aplicativos o servicios que no fueran parte de los recursos de protección necesarios para la migración.

IV) Requerimientos

Componente	Requisito	Definir
Azure	V) Suscripción activa en <i>Azure</i> VI) Acceso al Portal <i>Azure</i> VII) Apoyo en el desglose de los flujos de los objetos d <i>Data Lake</i> (En caso de ser necesario)	Los componentes con l perfil de <i>Owner</i> para los accesos requeridos.

Tabla 1. Requerimientos de la migración: Requisitos previos necesarios para la realización del proyecto

OLA 2

Para la gestión de bases de datos se utiliza *SQL (Structured-Query Language)* como herramienta esencial para consulta de información. Para aprender sobre su manejo, se requiere de conocimientos que se adquirieron dentro de asignaturas de la licenciatura como “Técnicas de programación”. *SQL* se utiliza principalmente para realizar consultas que permiten acceder, manipular y gestionar la información que se almacena en bases de datos. Con *SQL* se realizan tareas como recuperar datos que cumplen con ciertas características, insertar nuevos registros y actualizar o eliminar datos.

Como consecuencia, se implementó la estrategia de migración mediante *Azure Site Recovery (ASR)*, replicando las máquinas virtuales y configurando un entono espejo a nivel de redes para conectar los servidores en la nueva zona.

Para mantener la convivencia ente servicios antiguos y nuevos, se aplicaron prefijos o sufijos diferenciadores en los nombres de los recursos.

- I) Se representa la cantidad de objetos de *Data Factory*

En el proceso, realicé la revisión de los grupos de recursos revisados. A continuación, se puede visualizar la cantidad de objetos de cada *Data Factory*. Xx Representa cantidades del orden de las decenas, mientras que Xxx representa cantidades del orden de las centenas.

-----westus2-001	
Recursos	Cantidad

Pipelines	Xxx
Datasets	Xxx
Data flows	Xx
Power Query	0

Tabla 2. Inventario Data Factory 1: Se muestran los recursos y la cantidad de estos en x

-----westus2-001	
Recursos	Cantidad
Pipelines	Xx
Datasets	Xx
Data flows	0
Power Query	0

Tabla 3. Inventario Data Factory 2: Se muestran los recursos y la cantidad de estos con x

II) Se realizó la migración *PosgreSQL*®:

Primero se preparó el entorno espejo en *EastUS* que replica las configuraciones en el entorno actual, después se llevó a cabo un análisis *Migration Tool*® el cual incluye una evaluación técnica y detallada de los recursos actuales para planificar y ejecutar una migración segura y eficaz.

Después se ejecutó la migración y se revisó que todo se encontrara de manera adecuada, realizando pruebas de conexiones y funcionalidad del sistema.

III) Continuación del proceso de *Data Factory*

Se continuó con la migración de *Data Factory* para todos los objetos de la zona origen al destino. Para ello se copió el código origen en el destino y se colocaron las conexiones necesarias para que funcionara correctamente.

Para verificar que funcionara satisfactoriamente, se probaron las conexiones y se realizaron pruebas de conectividad, consulta e identificación de errores si es que surgían. En caso de generarse un error, fue necesario identificar el origen de este; y en varias ocasiones esto se debió a que muchos objetos estaban enlazados entre sí, ya que existía herencia, lo cual fue un aspecto desconocido para el equipo, por lo que se recurrió a un método de prueba y error al migarlos para saber cuáles eran dichos objetos heredados.

Se llevó a cabo este proceso, debido a que la empresa no tenía una documentación formal en donde se explicara a detalle la herencia de esos objetos.

OLA 3

Se replicó el enfoque utilizado en la migración de *Data Factory* para trasladar los objetos de *Synapse Analytics*[®], como parte del proceso de migración de *SQL DataWarehouse*[®]. En esta ola se identificaron desafíos similares a la etapa anterior derivados de la herencia entre objetos. Como consecuencia se ajustó la prioridad de migración de acuerdo con las dependencias identificadas y se realizaron pruebas de funcionamiento para el aseguramiento, integridad y operación de los procesos analíticos.

OLA 4

Dentro de los *notebooks* o cuadernos, al ser elementos que contienen rutas y referencias con respecto a la zona de origen, se consideraron de tipo sensibles. Estos elementos se revisaron y se actualizó la referencia a la zona (de *WestUS* a *EastUS*). Además, se realizaron pruebas para garantizar que los *notebooks* funcionaran sin errores en el nuevo entorno de trabajo.

OLA 5

En esta última etapa se realizaron pruebas de validación entre servicios migrados. Se monitoreó el comportamiento del sistema y se creó la documentación sobre los resultados, así como la memoria técnica del proyecto. Finalmente, se formalizó con el cliente la entrega del entorno y se cerró el proyecto con base en las métricas definidas durante la etapa inicial.

Resultados

Como parte de este proyecto se lograron los siguientes objetivos: Se realizó la migración completa de los objetos y servicios, incluidos los *pipelines*[®] de reciente creación el cliente; así como la actualización y revisión de las rutas y referencias a la zona *WestUS* hacia su nueva ubicación *EastUS*.

Se realizaron las pruebas de validación para verificar el funcionamiento en el nuevo entorno y se llevaron a cabo pruebas con los servicios ya migrados, asegurando la operación de los procesos y la integridad de los datos.

Finalmente, se monitoreó el comportamiento del sistema y se generó la documentación del proyecto.

A pesar de que se contó con ciertas limitaciones, sobre todo con respecto a la poca documentación formal de los elementos, se realizó el proceso de migración y el mapeo de la relación entre objetos; lo cual tuvo como consecuencias en el tiempo invertido para realizar la migración. Sin embargo, dicha tarea permitió mejorar la documentación para su uso y seguimiento posterior, sobre todo con respecto a la herencia entre objetos.

De manera global, se logró cerrar el proyecto de forma satisfactoria para la empresa y el cliente, lo cual también permitió establecer la posibilidad de colaboración futura ante los resultados obtenidos.

Alcances

Como alcances del proyecto se consideraron los siguientes elementos, los cuales se plantearon además dentro de la documentación del proyecto:

- I) Identificación y categorización de las bases de datos
- II) Diseño del plan de migración
- III) Validación de compatibilidad entre zonas geográficas
- IV) Migración completa de la base de datos
- V) Documentación técnica del proceso de migración

Proyecto 2

Problemática

Una empresa buscó la modernización de la plataforma *on-premise* de *SQL Server*®.

Metodología

Para abordar el proyecto 2, se llevaron a cabo las siguientes etapas:

- I) Delimitación del proyecto a partir de la solicitud del cliente:

Modernización de la plataforma tecnológica de *SQL Server*®.

- II) Estrategia de migración

Se estudió, y seleccionó la estrategia de modernización con base en las características de la infraestructura de la empresa.

- III) Análisis de componentes *SQL*

Se realizó el análisis de componentes de *SQL* de los servidores que forman parte de la infraestructura del cliente. El análisis se llevó a cabo mediante dos etapas, uno llamado *ATS*® (*Analysis and Tuning Services*) y el otro llamado *DMA*® (*Data Migration Assistant*). Estas herramientas permiten evaluar el rendimiento, la seguridad, la compatibilidad y la migración de las aplicaciones y las bases de datos alojadas en los servidores.

Para realizar el análisis se utilizó la metodología propuesta por *Microsoft*, que consiste en los siguientes pasos:

- I) Instalación y configuración de las herramientas *ATS* Y *DMA* en cada servidor.
- II) Ejecución de las pruebas y recolección de los datos generados por las herramientas.
- III) Análisis e interpretación de los resultados obtenidos, identificando las fortalezas y debilidades de cada servidor, así como las posibles mejoras y recomendaciones.
- IV) Elaboración del dictamen técnico con las conclusiones y sugerencias basadas en el análisis.

Cada etapa contempló los siguientes elementos:

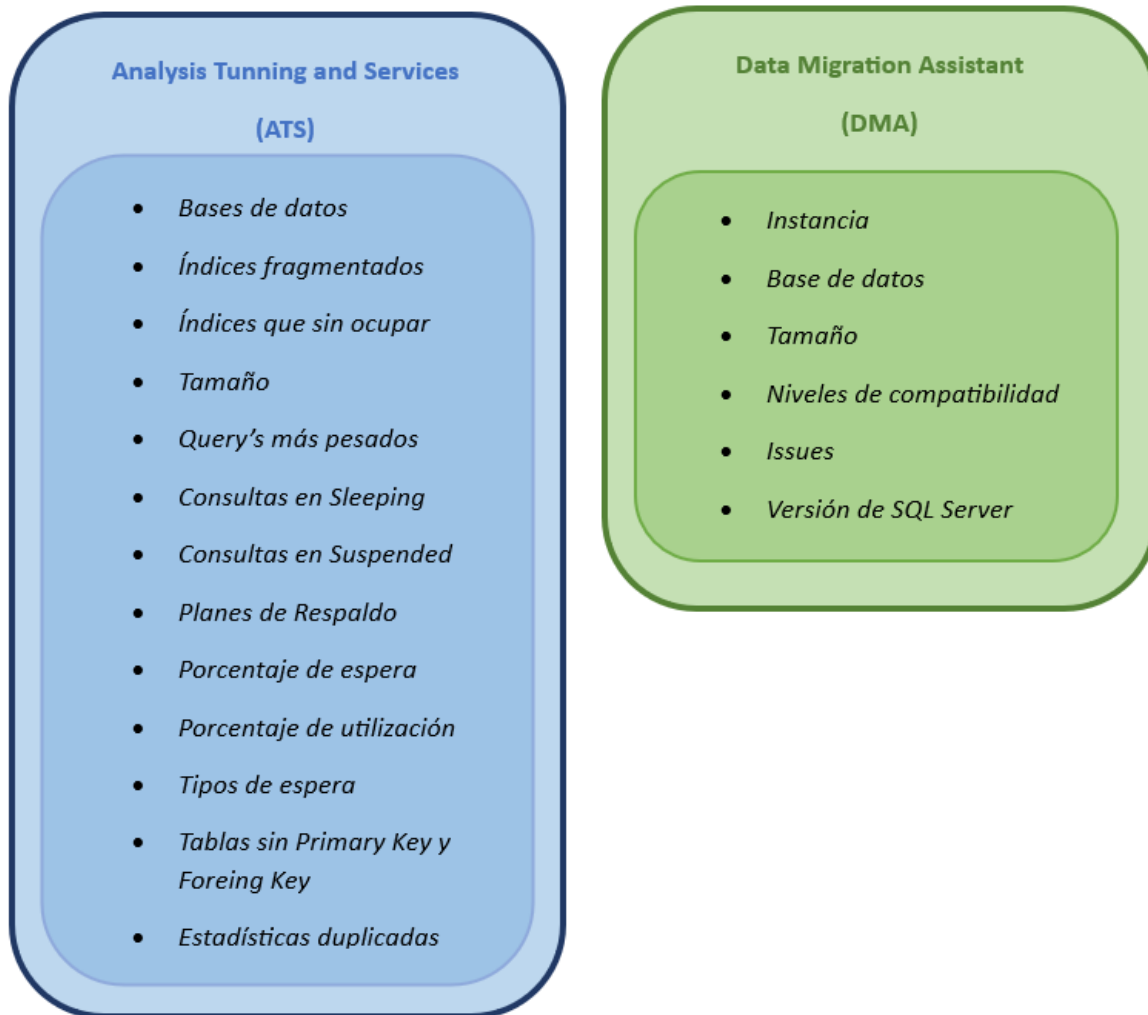


Figura 5. ATS Y DMA: Muestra con detalle los datos que se obtienen de cada herramienta

El plan de acción de planteó de la siguiente forma:

- Plan de acción:

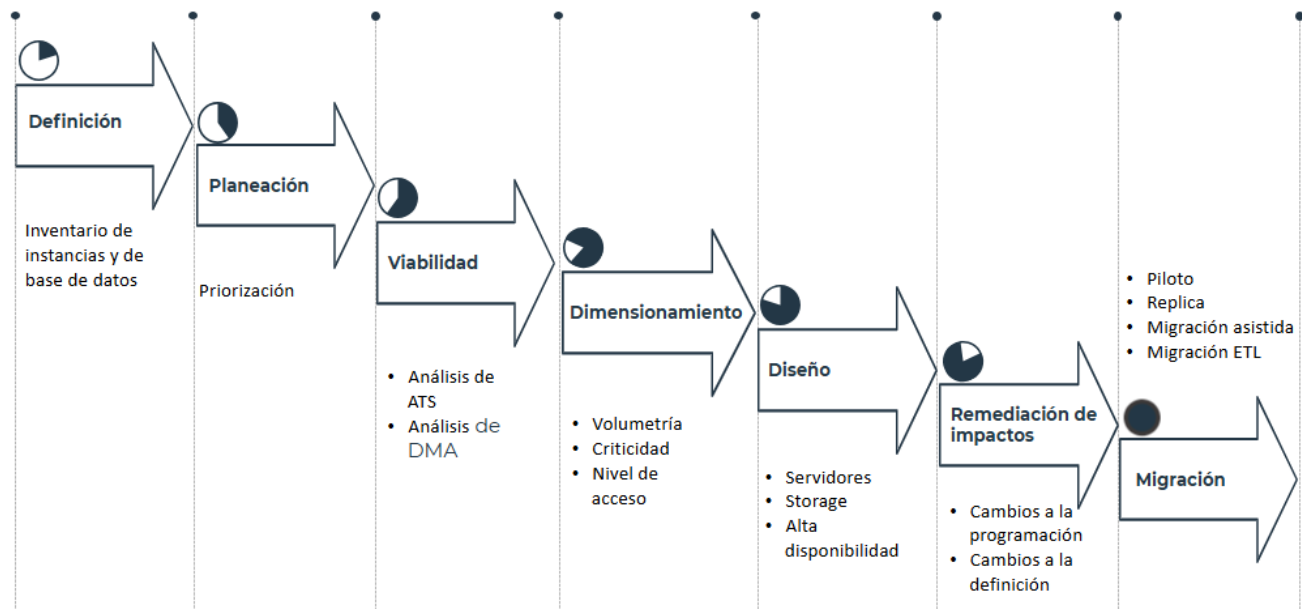


Figura 6. Plan de Acción: Se muestra el cronograma del proyecto

Durante el proceso se identificaron ciertas incompatibilidades de *Query*[®] por el motor de base de datos y nivel de compatibilidad de las bases de datos.

Como resultado de los análisis *DMA* y *ATS* se logró hacer el siguiente inventario, de toda la infraestructura del cliente. X indica cantidades del orden de las unidades. Xxx indica cantidades del orden de las centenas.

Distribución de Recursos de Infraestructura

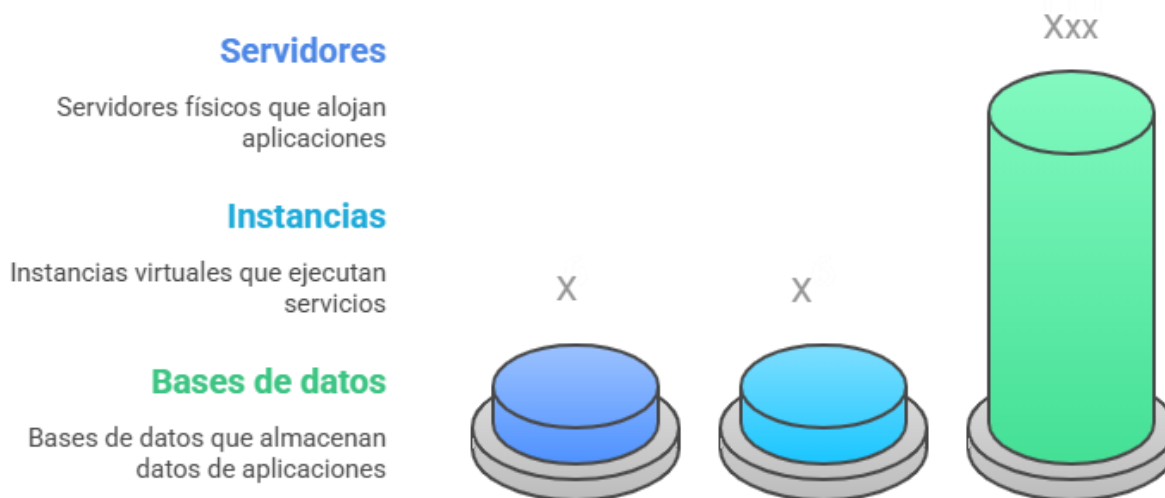


Figura 7. Recursos de la infraestructura: Se muestra la distribución de los recursos con una x simulando la cantidad

Por el momento y debido a la vulnerabilidad de dos de sus servidores y la ubicación de la mayoría de sus bases de datos para consulta de archivos, solo se llevó a cabo la modernización de ellos por solicitud del cliente.

- Resultados *ATS* y *DMA*

Como resultado se identificó que la modernización era viable, por lo que hubo bases de datos con impactos que se ajustaron para evitar errores durante el proceso.

Distribución de Impactos de Migración de Bases de Datos

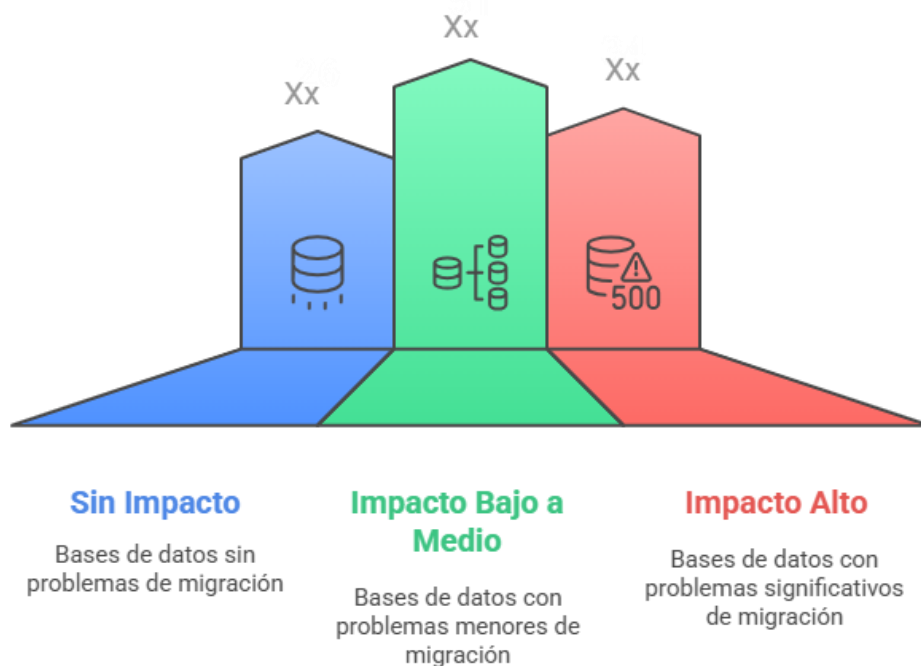


Figura 8. Impactos de la Migración de base de datos: Se muestran las cantidades con x de los impactos que pudieron generarse en la migración de base de datos y sus impactos

- Funcionalidad e implementación: Para ello se inventarió y se definió las ventanas de mantenimiento, asegurando la alta disponibilidad y administración.

Se partió del análisis para dimensionar el almacenamiento necesario que se necesitaría para los discos duros, ya que el cliente decidió permanecer y conservar una infraestructura de tipo *on-premise*. De igual forma, al analizar las trazas llevadas a cabo en los servidores, se concluyó que el servidor QQ era el de mayor demanda y sería el más importante en el proceso de migración.

Posteriormente se migraron todas las bases de datos inventariadas y se implementaron pilotos basados en réplicas para verificar su funcionamiento.

Para migrar la base de datos QQ, llevé a cabo un proceso de *ETL* (*Extract, Transform, Load*) además del proceso de migración mediante la herramienta *DMA*. Esto fue necesario debido a que, además de ser la base de datos más importante para el proceso, también era de las más delicadas por su versión sin soporte. En esta base de datos se encontraba toda la información medular.

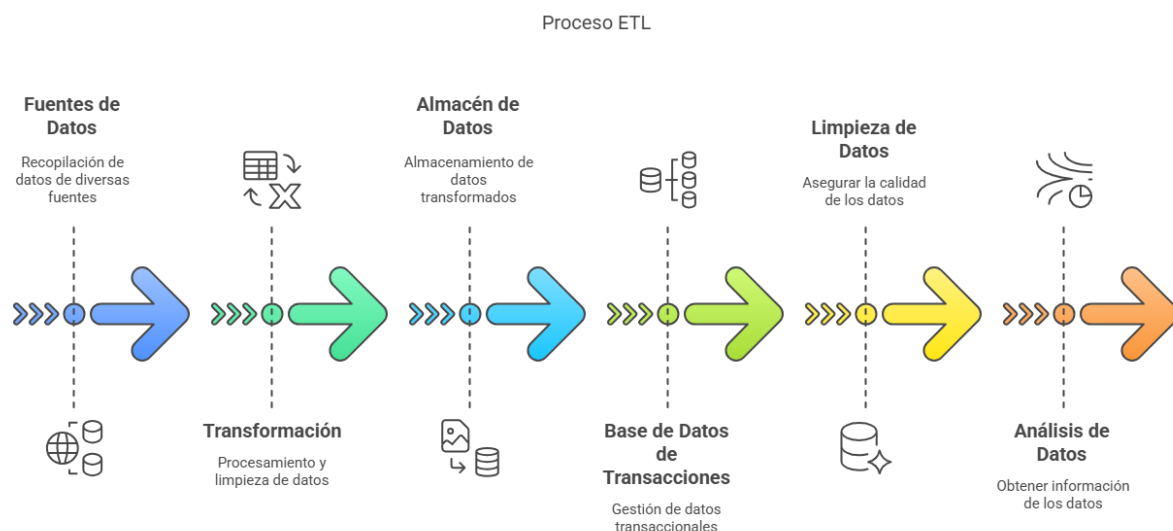


Figura 9. Proceso ETL: Se muestra con detalles los pasos de un ETL

Resultados

A raíz de los análisis *DMA* y *ATS* se logró hacer un inventario completo de la infraestructura del cliente. Estos análisis permitieron identificar todas las vulnerabilidades y necesidades de modernización en la infraestructura tecnológica. Al detectarse vulnerabilidades en dos de sus servidores, se decidió continuar con la modernización de estos por solicitud expresa del cliente, destacando así la importancia de la seguridad y eficiencia en esos servidores específicos.

La modernización incluyó además la ejecución de pilotos y la migración de los datos utilizando un proceso ETL y la herramienta *DMA (Data Migration Assistant)* para la base de datos medular *QQ*, pues permitieron la extracción y transformación de datos para garantizar la compatibilidad con el nuevo sistema sin perder información importante.

Finalmente, se definieron ventanas de mantenimiento que aseguraran la disponibilidad y administración de la infraestructura. Con la correcta dimensionalización del almacenamiento para los discos duros, el cliente decidió mantener la infraestructura *on-premise*, es decir, en sus propias instalaciones.

Alcances

Este proyecto abarcó desde la creación de esquemas relacionales y la implementación de sistemas de gestión de bases de datos hasta la optimización de consultas y el diseño de soluciones orientadas a la automatización y análisis de grandes volúmenes de datos. Como alcance y limitación presupuestal y temporal, se omitió la actualización completa de todos los servidores involucrados, por lo que se realizó la migración parcial de las bases de datos menos críticas, dejando pendientes aquellas de mayor importancia para una fase posterior del proyecto.

Las limitaciones derivadas de la exportación de los archivos y la compatibilidad con el nuevo sistema presentaron desafíos significativos, lo que obligó a realizar ajustes en las fases del proyecto y reprogramar algunas tareas para evitar cualquier pérdida de datos o interrupción en el servicio.

Conclusiones

A través de este reporte se muestra la aplicación de los conocimientos teóricos y prácticos adquiridos en el programa de Ingeniería Mecatrónica de la UNAM como parte de mis actividades en el ámbito laboral y profesional. Como resultado, pude consolidar habilidades técnicas de las que tenía las bases y se fomentó una visión integral y ética de mi parte al manejar datos en diversos contextos como el empresarial, científico y gubernamental.

Como aprendizajes clave a través de mi formación y mi carrera laboral, puedo destacar el manejo de datos a través de técnicas de automatización, programación y análisis. Uno de los logros más significativos fue la implementación de estrategias de control en tiempo real para mejorar la eficiencia operativa y la calidad de los servicios a las empresas; así como la aplicación de metodologías de diseño, simulación de sistemas mecatrónicos.

Finalmente, otro aprendizaje aplicado durante mis estudios fue el desarrollo de habilidades blandas que me permitió predecir, resolver problemas y tener creatividad para encontrar soluciones rápidas y eficientes previas a su implementación formal.

Propuesta de cambio de estudios de la carrera versión 2016:

Para fortalecer aún más la formación de los futuros ingenieros mecatrónicos, se sugiere incluir en el plan de estudios un enfoque más profundo en la minería de datos y el aprendizaje automático. Estas áreas permiten a los estudiantes desarrollar competencias avanzadas que pueden contemplarse dentro de las asignaturas optativas para analizar grandes volúmenes de datos, tomar decisiones informadas y desarrollar soluciones innovadoras. Además, propondría incorporar proyectos interdisciplinarios que fomenten la colaboración y la aplicación práctica de los conocimientos adquiridos como antecedente para la inmersión de los egresados ante los desafíos del entorno laboral actual.

Glosario

- **ASR (Azure Site Recovery):** Es un servicio de recuperación ante desastres ofrecido por *Microsoft Azure* que permite replicar, proteger y migrar cargas de trabajo como máquinas virtuales (VMs), servidores físicos y ases de datos entre regiones o centros de datos, ya sea dentro de *Azure* o desde entornos locales hacia *Azure* (*Microsoft, 2024*).

- **ATS:** En el contexto de *SQL Server*, ATS se refiere principalmente a herramientas y enfoques específicos para análisis de rendimiento y optimización de bases de datos (Microsoft, 2024).
- **DataLake:** Un *DataLake* es un repositorio de almacenamiento centralizado que permite almacenar grandes volúmenes de datos estructurados, semiestructurados y no estructurados en su formato nativo, sin necesidad de procesamiento previo o definición de esquemas específicos. A diferencia de los *data Warehouse* tradicionales, los *datalakes* mantienen la flexibilidad de almacenar datos en bruto hasta que se necesiten para análisis específicos (Gartner, Inc. 2011).
- **DMA:** *Data Migration Assistant (DMA)* es una herramienta gratuita de *Microsoft* diseñada para facilitar la migración y actualización de bases de datos *SQL Server* (Microsoft, 2024).
- **ETL:** Un ETL es un proceso fundamental en el manejo de datos que consta de tres etapas principales: **Extract (Extraer)**, en donde se obtiene los datos de múltiples fuentes. **Transform (Transformar)**, al procesar los datos de acuerdo con las necesidades del negocio y **Load (Cargar)**, en donde los datos se transforman y cargan al sistema destino. Los ETL son esenciales para integrar datos de diferentes sistemas y crear una vista unificada de la información empresarial. Se ejecuta típicamente de forma programada (diaria, semanal, etc.) para mantener los datos actualizados. Este proceso permite que las organizaciones tengan datos consistentes, confiables y listos para el análisis en un solo lugar (Microsoft, 2023).
- **Herencia:** En *Microsoft Azure*, herencia se refiere al mecanismo por el cual los permisos, políticas y configuraciones se transmiten automáticamente desde niveles superiores de la jerarquía hacia niveles inferiores (Microsoft, 2024).
- **Objeto:** Un objeto de base de datos en *SQL Server* se refiere a la estructura definida que contiene datos o metadatos. Estos objetos pueden crearse, modificarse y eliminarse según sea necesario para soportar las operaciones de la base de datos y aplicar las reglas del negocio (GeeksforGeeks, 2024).
- **On-Premise:** *On-Premise*, frecuentemente abreviado como “*on-prem*”, se refiere a un modelo de computación donde una organización administra y aloja su propio hardware, aplicaciones de software y datos dentro de su ubicación física, como en un edificio de oficinas o en un centro de datos dedicado (CDW, 2023).
- **Pipeline:** Se refiere principalmente a *Azure Pipelines*®, que es la parte de *Azure DevOps*® que automáticamente construye, prueba y despliega proyectos de código, combinando integración continua, pruebas y entregas (Microsoft, 2024).
- **WBS:** Una estructura de desglose del trabajo (WBS) es una descomposición visual, jerárquica y orientada a entregables de un proyecto. Es un diagrama útil para los gerentes de proyecto porque les permite desglosar el alcance de su proyecto y visualizar todas las tareas requeridas para completar sus proyectos (ProjectManager.com, 2022).
- **Zona geográfica:** Una región de *Azure* consta de uno o más centros de datos conectados mediante una conexión de red de alta capacidad, tolerante a fallos y baja latencia. Los centros de datos de *Azure* suelen estar ubicados en una gran área metropolitana.
Las regiones ofrecen ciertos tipos de opciones de resiliencia. Muchas regiones ofrecen zonas de disponibilidad, y algunas tienen una región emparejada, mientras que otras no. Al elegir una región para sus servicios, es importante prestar atención a las opciones de resiliencia disponibles en ella (Microsoft, 2024).

Referencias

- Asociación Mexicana de la Industria de Tecnologías de Información (AMITI). (2023). Informe sobre el uso de bases de datos y tecnologías en la nube en México
- Xataka. (2024). Estados Unidos prohíbe IA china en su nube. Xataka.
- Ruijter, E., & Meijer, A. (2020). Open government data as an innovation process: Lessons from a living lab experiment. *Public Performance & Management Review*, 43(3), 613-635.
- Varghese, B., & Buyya, R. (2021). Cloud computing for next-generation sequencing data analysis: A comparative study. *Future Generation Computer Systems*, 118(1), 229-247.
- Intus. (2024). Diferencias entre Migración de Datos a la Nube y Migración On-Premise. Intus.
- Weber, R. H. (2022). Legal foundations for data sovereignty. *Computer Law & Security Review*, 44, 105655.
- Timmers, P. (2023). Strategic autonomy and cybersecurity. *Journal of Cyber Policy*, 8(1), 66-89.
- Hummel, P., Braun, M., & Dabrock, P. (2021). Data sovereignty: A review. *Big Data & Society*, 8(1), 1-17.
- Microsoft. (2023). Azure. Recuperado de <https://azure.microsoft.com> (Figura1)
- Huawei. (2023). Huawei Cloud. Recuperado de <https://support.huaweicloud.com> (Figura1)
- Amazon Web Services. (2023). AWS. Recuperado de <https://aws.amazon.com> (Figura1)
- Gartner. (2023). Magic Quadrant for Cloud Infrastructure and Platform Services. Recuperado de <https://www.gartner.com/en/documents/4000000> (Figura1)
- Intus, J. (2024). Análisis de costos en servicios de bases de datos en la nube y on-premise. *Revista de Tecnología y Negocios*, 15(3), 6-9.
- Intus. (2024). Comparación entre los servicios de bases de datos en la nube y on-premise. *Revista de Tecnología y Negocios*, 18(4), 123-140.
- Gartner. (2024). *Magic Quadrant for Cloud Infrastructure and Platform Services*. Gartner Research Report G00770475. (Figura 2)
- IDC. (2024). *Worldwide Public Cloud Services Market Shares, 2023: Growth Across All Segments*. IDC Market Share Report #US50248923. (Figura 2)
- Forrester. (2023). *The Forrester Wave™: Database-As-A-Service, Q4 2023*. Forrester Research, Inc. (Figura 2)
- Microsoft. (2024). *Azure Database Services Documentation*. Microsoft Docs. <https://docs.microsoft.com/azure/database-services> (Figura 2)

- Amazon Web Services. (2024). *AWS Database Solutions*. AWS Documentation. <https://aws.amazon.com/products/databases> (Figura 2)
- Google Cloud. (2024). *Cloud Database Solutions*. Google Cloud Documentation. <https://cloud.google.com/products/databases> (Figura 2)
- Synergy Research Group. (2024). *Cloud Market Share Report Q1 2024*. SRG Research Publications. (Figura 2)
- Canalys. (2024). *Cloud Infrastructure Services Market Q1 2024*. Canalys Market Pulse. (Figura 2)
- Instituto Federal de Telecomunicaciones. (2024). *Adopción de Servicios Cloud en México 2023-2024*. IFT Estudios de Mercado. (Figura 2)
- AMITI. (2024). *Estudio de Mercado de Servicios Cloud en México*. Asociación Mexicana de la Industria de Tecnologías de Información. (Figura 2)
- Microsoft. (2024). *Environmental Sustainability Report 2024*. Microsoft Corporate Reports. (Figura 2)
- Amazon. (2024). *Sustainability Report 2024*. Amazon Corporate Reports. (Figura 2)
- Google. (2024). *Environmental Report 2024*. Google Sustainability Reports. (Figura 2)
- Acun, B., Lee, Y. y Park, S. (2022). Desafíos de eficiencia energética en centros de datos en la nube: Una revisión exhaustiva de tendencias y soluciones. *IEEE Transactions on Green Communications and Networking*, 6(3), 1123-1141.
- Amazon. (2023). *Informe de sostenibilidad de AWS 2023: El camino hacia cero emisiones netas de carbono*. Amazon Web Services. <https://sustainability.aboutamazon.com/aws-sustainability>
- Andrae, ASG y Edler, T. (2022). Sobre el consumo global de electricidad en las tecnologías de la comunicación: Tendencias hasta 2030. *Desafíos*, 13(1), 4-22.
- BloombergNEF. (2022). *La compra corporativa de energía limpia supera los 35 GW en 2022: Informe anual de adquisiciones de energía renovable*. Bloomberg New Energy Finance.
- Carvalho, M., Menasce, D. y Brasileiro, F. (2023). Patrones de consumo energético en servicios de bases de datos en la nube: Un análisis comparativo de modelos de aprovisionamiento. *IEEE Transactions on Cloud Computing*, 11(2), 583-596.
- Chen, H., Shen, L. y Liu, Z. (2022). Sistemas adaptativos de gestión de bases de datos para computación en la nube energéticamente eficiente. *ACM Transactions on Database Systems*, 47(3), 1-28.

- Gao, J. (2020). Aplicaciones de aprendizaje automático para la optimización de centros de datos. *Blog de investigación de Google*. <https://research.google/blog/machine-learning-for-datacenter-optimization/>
- Google. (2022). *Informe ambiental 2022: Hacia un futuro sin carbono*. Google Sustainability. <https://sustainability.google/reports/environmental-report-2022/>
- Greenberg, A., Hamilton, J., Maltz, DA y Patel, P. (2021). El costo y el impacto ambiental del uso del suelo en centros de datos: Dimensiones ocultas de la computación en la nube. *Comunicaciones de la ACM*, 64(7), 64-73.
- Kumar, P. y Buyya, R. (2023). Gestión de residuos electrónicos y economía circular en entornos de computación en la nube y edge. *Journal of Cleaner Production*, 342, 131581.
- Kumar, P., Lin, J. y Sharma, B. (2022). Prácticas de generación y gestión de residuos electrónicos en centros de datos: Evaluación del impacto ambiental y desafíos del reciclaje. *Recursos, Conservación y Reciclaje*, 179, 106-106.
- Microsoft. (2021). *Informe de sostenibilidad de Microsoft 2021*. Microsoft Corporation. <https://www.microsoft.com/en-us/corporate-responsibility/sustainability/report>
- Ristic, B., Madani, K. y Makridis, C. (2022). Intensidad hídrica de los centros de datos: La dimensión ambiental de la digitalización. *Investigación ambiental: Infraestructura y sostenibilidad*, 2(1), 013001.
- Shehabi, A., Walker, B. y Masanet, E. (2021). Huella energética y ambiental de los centros de datos en Estados Unidos. *Environmental Research Letters*, 16(6), 064017.
- Varghese, B. y Buyya, R. (2021). Computación en la nube para el análisis de datos de secuenciación de próxima generación: Un estudio comparativo. *Future Generation Computer Systems*, 118(1), 229-247.
- Whitehead, B., Andrews, D., Maidment, G. y Shah, A. (2022). Análisis del ciclo de vida de los sistemas de refrigeración de centros de datos: Comparación de alternativas locales y en la nube. *Energía y Edificios*, 256, 111676.
- Zhang, Y., Li, C. y Zhou, X. (2023). Procesamiento de consultas energéticamente eficiente en sistemas de bases de datos: Una revisión sistemática. *ACM Computing Surveys*, 55(3), 1-34.
- Zhou, L., Wu, J. y Wang, Z. (2021). Eficiencia en el uso del agua en centros de datos: Desarrollo de tecnologías innovadoras de refrigeración. *Applied Energy*, 288, 116618.
- Voigt, P., & Von dem Bussche, A. (2017). *The EU General Data Protection Regulation (GDPR): A practical guide*. Springer.
- California Legislative Information. (2018). *California Consumer Privacy Act of 2018*.

- Lei Geral de Proteção de Dados Pessoais. (2018). *Lei nº 13.709, de 14 de agosto de 2018*. Presidência da República do Brasil.
- Congreso de la Unión Mexicana. (2010). *Ley Federal de Protección de Datos Personales en Posesión de los Particulares*. Diario Oficial de la Federación.
- Congreso de la Unión Mexicana. (2017). *Ley General de Protección de Datos Personales en Posesión de Sujetos Obligados*. Diario Oficial de la Federación.
- Presidencia de la República Mexicana. (2011). *Reglamento de la Ley Federal de Protección de Datos Personales en Posesión de los Particulares*. Diario Oficial de la Federación.
- INAI. (2018). *Recomendaciones para la contratación de servicios de cómputo en la nube que impliquen el tratamiento de datos personales*. Instituto Nacional de Transparencia, Acceso a la Información y Protección de Datos Personales.
- INAI. (2020). *Guía para implementar un Sistema de Gestión de Seguridad de Datos Personales*. Instituto Nacional de Transparencia, Acceso a la Información y Protección de Datos Personales.
- Tribunal de Justicia de la Unión Europea. (2020). *Sentencia en el asunto C-311/18 Data Protection Commissioner / Facebook Ireland y Maximillian Schrems*.
- Comisión Europea. (2021). *Standard Contractual Clauses (SCC) for data transfers between EU and non-EU countries*.
- Comisión Europea. (2023). *EU-U.S. Data Privacy Framework*. Official Journal of the European Union.
- Congreso de los Estados Unidos. (2002). *Sarbanes-Oxley Act of 2002*. Public Law, 107-204.
- Federal Trade Commission. (1999). *Gramm-Leach-Bliley Act*. Public Law, 106-102.
- CNBV. (2023). *Circular Única de Bancos*. Comisión Nacional Bancaria y de Valores.
- CNBV. (2022). *Disposiciones de Carácter General Aplicables a las Instituciones de Tecnología Financiera*. Comisión Nacional Bancaria y de Valores.
- CNSF. (2021). *Circular Única de Seguros y Fianzas*. Comisión Nacional de Seguros y Fianzas.
- Departamento de Salud y Servicios Humanos de EE. UU. (1996). *Health Insurance Portability and Accountability Act of 1996 (HIPAA)*. Public Law, 104-191.
- Secretaría de Salud de México. (2012). *NOM-024-SSA3-2012*. Norma Oficial Mexicana.
- INAI. (2019). *Guía para el tratamiento de datos personales sensibles en el sector salud*. Instituto Nacional de Transparencia, Acceso a la Información y Protección de Datos Personales.

- Azarm-Daigle, M., Kuziemy, C., & Peyton, L. (2018). A review of cross organizational healthcare data sharing. *Procedia Computer Science*, 63, 425-432. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2015.08.363>
- Kandukuri, B. R., Paturi, V. R., & Rakshit, A. (2009). Cloud security issues. In *2009 IEEE International Conference on Services Computing* (pp. 517-520). IEEE. <https://doi.org/10.1109/SCC.2009.84>
- Comisión Europea. (2018). *Guidelines on the use of cloud service providers*. Article 29 Data Protection Working Party.
- Bradshaw, S., Millard, C., & Walden, I. (2011). Contracts for clouds: Comparison and analysis of the terms and conditions of cloud computing services. *International Journal of Law and Information Technology*, 19(3), 187-223. <https://doi.org/10.1093/ijlit/ear005>
- Gobierno de Rusia. (2014). *Federal Law No. 242-FZ*.
- Gobierno de China. (2021). *Personal Information Protection Law of the People's Republic of China*.
- Gobierno de India. (2019). *Personal Data Protection Bill*.
- Secretaría de Economía. (2021). *Estrategia Nacional de Transformación Digital*. Gobierno de México.
- Microsoft. (2024). *What is Azure Pipelines?* Microsoft Learn. <https://learn.microsoft.com/en-us/azure/devops/pipelines/get-started/what-is-azure-pipelines?view=azure-devops>
- GeeksforGeeks. (2024, octubre 8). *SQL Server – Database Objects*. GeeksforGeeks. <https://www.geeksforgeeks.org/sql-server-database-objects/>
- ProjectManager.com. (2022, julio 19). *What is a work breakdown structure (WBS) in project management?* ProjectManager. <https://www.projectmanager.com/guides/work-breakdown-structure>
- Microsoft. (2024). *Organize your resources with management groups - Azure Governance*. Microsoft Learn. <https://learn.microsoft.com/en-us/azure/governance/management-groups/overview>
- Microsoft. (2024). *What are Azure regions?* Microsoft Learn. <https://learn.microsoft.com/en-us/azure/reliability/regions-overview>
- Gartner, Inc. (2021). *Data lake*. En Gartner Glossary. <https://www.gartner.com/en/information-technology/glossary/data-lake>
- Microsoft Corporation. (2024). *Azure Site Recovery documentation*. Microsoft Docs. <https://docs.microsoft.com/en-us/azure/site-recovery/>
- Microsoft. (2024). *Performance monitoring and tuning tools - SQL Server*. Microsoft Learn. <https://learn.microsoft.com/en-us/sql/relational-databases/performance/performance-monitoring-and-tuning-tools?view=sql-server-ver16>

- Microsoft. (2024). *Overview of Data Migration Assistant (SQL Server)*. Microsoft Learn. <https://learn.microsoft.com/en-us/sql/dma/dma-overview?view=sql-server-ver16>
- CDW. (2023, octubre 17). *What is On-Premises IT Infrastructure?* CDW. <https://www.cdw.com/content/cdw/en/articles/datacenter/what-is-on-premises-it-infrastructure.html>
- Microsoft. (2023). Extract, transform, and load (ETL). *Microsoft Docs*. <https://docs.microsoft.com/en-us/azure/architecture/data-guide/relational-data/etl>