

# Microsoft Azure Cosmos Data Base

Joseph Córdoba, Daniel Murillo

*Universidad Fidélitas*

*San José, Costa Rica*

jcordoba60359@ufide.ac.cr

dmurillo70003@ufide.ac.cr

**Abstract** — On this project, we're going to be using Microsoft Azure Cosmos DB in order to fabricate a new database. We're also going to investigate on how to exactly create and use this new Database and explain to our fellow teammates the main differences between this database and other existing ones, in which scenarios this database can be used and why it should be used instead of other available options. We're also going to be explaining the best uses, the strong points and the weak points of this database.

**Keywords:** Microsoft, Azure, Cosmos, Data Base, Software, Hardware, API, NOSQL

**Resumen** — En este proyecto vamos a utilizar Microsoft Azure Cosmos DB para fabricar una Base de datos nueva. Adicional a fabricar esta nueva base de datos, vamos a investigar cómo utilizar la misma, y como crear una base de datos de cero para luego explicar a nuestros compañeros de clase las diferencias que esta base de datos posee en comparación con otras diferentes. También vamos a ampliar en cuáles escenarios es ideal utilizar esta base de datos, y por qué se debería de utilizar en lugar de otras opciones disponibles. A su vez, vamos a ampliar en los ventajas y desventajas de la misma, y los mejores e ideales casos de uso que esta posee.

## I. Introducción

Para dar inicio a este proyecto, se va a introducir un poco de la base de datos que se va a utilizar. La base de datos Microsoft Cosmos DB fue lanzada al público en mayo del 2017. Se ideó como una base de datos No SQL lo que significa que utiliza una gran variedad de modelos de base de datos para su funcionamiento, a diferencia de las bases de datos SQL que utilizan un modelo relacional. Son especialmente pensadas para aplicaciones que requieren volúmenes de datos grandes, que posean una baja latencia y que necesiten flexibilidad en su modelo. Adicional a las anteriormente mencionadas aplicaciones, las bases de datos NoSQL son altamente escalables ya que están diseñadas para escalar utilizando clústeres distribuidos.

Microsoft Cosmos DB es una base de datos No SQL sin servidor, administrada totalmente para aplicaciones de varios tamaños y varias escalas diferentes. Posee seguridad de nivel empresarial integrada y un API de código abierto para sus bases de datos. Se caracteriza por su veloz escrituras-lecturas y la habilidad de replicar datos. También al poseer un API de código abierto. Es capaz de integrarse con MongoDB, Cassandra y diferentes bases de datos disponibles en el mercado. Posee una funcionalidad de escalabilidad automática, la cual se encarga de monitorear el tráfico y si se detecta más tráfico se escala de forma elástica, automática e instantánea para minimizar el impacto.

## II. Historia

Cuando se pretende describir un servicio o producto informático se debe buscar la mayor documentación posible sobre esta. Si queremos conocer a fondo de que se trata cuando hablamos de Cosmos Data Base debemos hacer un recorrido desde sus creadores e inicios y llegando a las diferentes funcionalidades que nos brinda este grandioso servicio en la actualidad. Conoceremos un poco sobre su historia, propósitos, cambios y curiosidades sobre esta plataforma.

Respondiendo así grandes intrigas como: ¿Quién lo creo?, ¿Cuándo se creó? y ¿Cómo se convirtió en lo que hoy conocemos como Cosmos Data Base?

### A. Corporación Microsoft

Poco podemos decir que no se conozca del gigante tecnológico Microsoft, una empresa fundada el 4 de abril de 1975 en la ciudad de Albuquerque, Nuevo México, Estados Unidos por el informático y empresario William Henry Gates III, conocido como Bill Gates, junto a su amigo, empresario y programador Paul Gardner Allen.

Empresa dedicada a la creación de una amplia variedad de productos de software y hardware para dispositivos informáticos. Entre estos productos vamos a encontrar a la plataforma Azure.

### B. Microsoft Azure

En la conferencia de desarrolladores profesionales, PDC por sus siglas en inglés, en octubre del año 2008 que se realizó en Los Ángeles en Estados Unidos de América, la empresa Microsoft presentaba oficialmente el proyecto “Red Dog”, llamado así por un bar de mala muerte en las afueras de Silicon Valley, diseñado por un equipo de expertos entre los cuales destaca el ingeniero estadounidense David Neil Cutler, conocido como el padre de VMS.

Pero este proyecto no sería lanzado hasta el 1 de febrero del 2010 bajo el nombre de “Windows Azure” y que posteriormente cuando Satya Nadella toma las riendas como CEO de la corporación Microsoft, y con el fin de permitir que el software y servicios de Microsoft llegaran a otros sistemas operativos. El 25 de marzo del 2014 pasaría a ser llamado “Microsoft Azure” para evitar encerrarse en el sistema operativo que los convirtieron en los grandes que son hoy en día.

### C. Cosmos Data Base

En 2010 se lanzaba el proyecto “Florencia” para abordar los problemas de desarrollo que aparecen en las aplicaciones a gran escala de Microsoft. Sin embargo, al observar que no solo Microsoft obtenían estos problemas en 2015 se crea “Azure Document DB”, la primera generación de esta tecnología disponible para desarrolladores de Azure. Pero no fue hasta el 10 de mayo del 2017 que el fundador de Cosmos DB, Dharma Shukla, publicaba entre bombos y platillos la bienvenida y disponibilidad del primer servicio de base de datos en la nube que admite de una forma nativa un gran número de modelos de datos y las API de consultas más populares.

### **III. Características**

Entre las principales características que podemos observar al hablar de Azure Cosmos DB, se encuentran:

1. Rendimiento a cualquier escala con elasticidad instantánea e ilimitada.
2. Lecturas rápidas y escrituras en varias regiones en cualquier parte del mundo.
3. Desarrollo de aplicaciones rápido y flexible con opciones gratuitas de desarrollo/prueba.
4. Soporte para PostgreSQL, MongoDB y Apache Cassandra.
5. Copias de seguridad continuas y seguridad de nivel empresarial.
6. Disponibilidad del 99,999%.

### **IV. Requerimientos**

Entre los requerimientos de software necesarios para hacer uso de Azure Cosmos DB se encuentran:

1. Sistema operativo de 64 bits.
2. Sistemas operativos de host Windows Server 2016, 2019 o Windows 10.

Entre los requerimientos de Hardware necesarios para hacer uso de Azure Cosmos DB se encuentran:

1. 2 GB de RAM.
2. 10 GB de espacio disponible en el disco duro.

### **V. Principales usos**

Entre los casos de uso más comunes de esta base de datos en Azure se encuentran los servicios que se benefician de la distribución geográfica de sus datos y de un reducido tiempo de implementación y de gestión. Por ejemplo, el comercio electrónico, las aplicaciones y juegos móviles y los servicios IOT. Estos casos de uso deben encontrar una solución con una alta disponibilidad que garantice un tiempo de inactividad mínimo (Cosmos DB proporciona un SLA de 99.999%). En el caso del comercio electrónico (ecommerce) puede beneficiarse de usar una API que proporcione la flexibilidad necesaria para mantener un modelo semi-estructurado de los datos. Esto tiene ventajas respecto a un modelo relacional, en el que es más costoso evolucionar el esquema de los datos y podría ocasionar tiempos periodos de inactividad o cambios en las consultas.

### **VI. Casos de éxito**

#### **A. IOT y telemáticas**

Estos sistemas necesitan ingerir ráfagas de datos procedentes de sensores de dispositivos de distintas configuraciones regionales. Después, estos sistemas procesan y analizan datos de streaming para obtener perspectivas en tiempo real.

#### **B. Minoristas y marketing**

Azure Cosmos DB se usa habitualmente en las plataformas de comercio electrónico de Microsoft, que ejecutan la Tienda Windows y Xbox Live. También se utiliza en el sector minorista para almacenar los datos del catálogo y el abastecimiento de eventos en las canalizaciones de procesamiento de pedidos.

### **C. Juegos**

Los juegos modernos realizan el procesamiento de los elementos grafos en los clientes de consola o dispositivos móviles, pero utilizan la nube para ofrecer contenido personalizado y a medida, como estadísticas dentro del juego, integración con las redes sociales y los marcadores de puntuaciones. A menudo, los juegos requieren latencias de un solo milisegundo para que las lecturas y escrituras proporcionen una experiencia de juego atractiva.

Azure Cosmos DB se usa en juegos como The Walking Dead: No s Land Man de Next Games, y en Halo 5: Guardians.

Azure Cosmos DB proporciona las siguientes ventajas a los desarrolladores de juego:

1. Azure Cosmos DB permite que el rendimiento se escale o reduzca verticalmente de manera flexible.
2. Azure Cosmos DB admite lecturas y escrituras en milisegundos para contribuir a evitar cualquier retardo mientras el usuario esté disfrutando del juego.
3. La indexación automática de Azure Cosmos DB permite filtrar por varias propiedades distintas en tiempo real.
4. Azure Cosmos DB, como una plataforma como servicio (PaaS) administrada, requiere tareas de configuración y administración mínimas para facilitar la rápida creación de iteraciones y reducir el tiempo necesario para llevar los productos al mercado.

### **VII. Costos y licenciamiento**

Azure Cosmos DB emplea en todas las regiones de Azure un modelo de precios que contempla tres aspectos importantes para su facturación, estos aspectos son: Operaciones de base de datos, el almacenamiento consumido y las puertas de enlace dedicadas opcionales habilitadas a la cuenta.

#### **A. Operaciones de base de datos**

El costo de todas las operaciones de base de datos se normaliza y se expresa en unidades de solicitud (RU). Cosmos DB ofrece dos modelos de operaciones de base de datos los cuales veremos a continuación.

##### **1. Procesamiento aprovisionado**

El procesamiento aprovisionado ofrece capacidad de operaciones de base de datos preseleccionada que se mide en unidades de solicitud por segundo (RU/s) y se factura por horas en las distintas regiones de Azure seleccionadas y habilitadas en la cuenta. Ofrece operaciones de lectura y escritura de menos de 10 milisegundos y una alta disponibilidad hasta del 99.999% en todo el mundo con el respaldo de acuerdos de nivel de servicio. Esta opción es ideal para cargas de trabajo de gran tamaño y críticas que requieran una baja latencia y una alta disponibilidad garantizadas. Se puede elegir entre dos opciones de administración de la capacidad: el rendimiento aprovisionado estándar y el rendimiento aprovisionado de la escalabilidad automática.

##### **2. Sin servidor**

Esta opción facilita la ejecución de cargas de trabajo variables que no cuentan con un tráfico constante además ofrece operaciones de base de datos a petición y se puede controlar ráfagas de tráfico a petición sin planeamiento ni administración de recursos.

La opción sin servidor se factura por las unidades de solicitud (RU) usadas para cada operación de base de datos.

## B. Almacenamiento consumido

El almacenamiento transaccional y el analítico se facturan en Gigabytes (GB) que han sido consumidos por los datos y los índices en todas las regiones de Azure en las que está distribuida la base de datos. Las copias de seguridad están disponibles en los dos siguientes formatos.

### 1. Continua

La copia de seguridad continua se puede habilitar en las cuentas que usen la API principal (SQL) o la API para MongoDB. Esta copia está inicialmente gratis por un periodo de retención de 7 días o con un periodo de retención de 30 días facturado como GB almacenados en todas las regiones de Azure en las que sea distribuida la base de datos.

Si se desea hacer una restauración a un momento dado de la copia de seguridad se facturará como GB de datos restaurados en una región de Azure.

### 2. Periódica

La copia de seguridad periódica viene habilitada de forma predeterminada con dos copias de seguridad gratuitas. Las demás copias serán facturadas por el total de GB de datos almacenados en dos regiones de Azure.

## C. Puerta de enlace dedicada

Las puertas de enlace dedicadas redirigen las solicitudes a las particiones del back-end en la cuenta de Azure Cosmos DB y que se pueden habilitar para sustentar una memoria caché integrada con la API Core (SQL). Estas serán facturadas por horas, en función de los recursos de proceso dedicados establecidos y del número seleccionado de núcleos y memoria.

## D. Distribución regional de los datos

Cosmos DB admite la replicación y distribución de datos en todas o en varias regiones cualquiera de Azure para el procesamiento aprovisionado. En cualquier momento se puede agregar y quitar regiones a la cuenta de Azure. Estando habilitada la distribución en varias regiones, se facturarán el procesamiento aprovisionado, el almacenamiento consumido y la puerta de enlace dedicada en todas las regiones asociadas a la cuenta.

De manera opcional se puede habilitar las cuentas para operaciones de escritura en varias regiones. Configurado de esta manera las cuentas se facturan a una tarifa de varias regiones.

## E. Procesamiento aprovisionado de escalabilidad automática

### 1. Rendimiento aprovisionado

El rendimiento aprovisionado ideal para grandes cargas de trabajo que requieran baja latencia y alta disponibilidad. Con el nivel gratis de Azure Cosmos

### 2. Procesamiento aprovisionado de escalabilidad automática

Si desea optar por beneficios económicos cuando los patrones de tráfico sean imprevisibles y evitar la necesidad de administrar

manualmente la capacidad de las cargas de trabajo de gran tamaño esta opción es ideal. La facturación se encuentra basada en el número máximo de unidades de solicitud por segundo (RU/s) utilizadas cada hora, entre un porcentaje del 10% al 100% del límite de procesamiento.

Procesamiento aprovisionado de escalabilidad automática	Total de RU/s por hora	Precio por 100 RU/s
Cuenta de escritura de una sola región	100 RU/s x 1,5 x 1 región	\$5,84/mes
Cuenta de escritura de una sola región con datos distribuidos en varias regiones (con o sin zonas de disponibilidad*)	100 RU/s x 1,5 x N regiones	\$5,84/mes
Cuenta de escritura de varias regiones (antes denominada arquitectura multimaestro) distribuida en varias regiones	100 RU/s x N regiones	\$11,68/mes

Fig. precios Procesamiento aprovisionado de escalabilidad automática.

### 1. Capacidad reservada para el escalado automático del procesamiento aprovisionado

El rendimiento aprovisionado se puede reservar a partir de 5000 RU/sx, durante uno o tres años con solo un pago. EL rendimiento aprovisionado puede compartirlo en todas las regiones, API, cuentas y suscripciones bajo una inscripción determinada.

La capacidad reservada se aplica las operaciones de base de datos de escalabilidad automática a una velocidad de 100 RU/sx 1,5.

## F. Procesamiento aprovisionado estándar

### 1. Rendimiento aprovisionado estándar

A partir de un mínimo de 400 unidades de solicitud (RU/s), el rendimiento aprovisionado estándar se puede configurar manualmente en su contenedor o base de datos. Los RU/s se facturan por hora.

Procesamiento aprovisionado estándar	Total de RU/s por hora	Precio por 100 RU/s
Cuenta de escritura de una sola región sin distribución de datos en varias regiones o sin zonas de disponibilidad (AZ)	100 RU/s x 1 región	\$5,84/mes
Cuenta de escritura de una sola región distribuida entre N regiones de Azure seleccionadas sin AZ	100 RU/s x N regiones	\$5,84/mes
Cuenta de escritura de una sola región, distribuida entre N regiones de Azure seleccionadas sin AZ y con Y regiones con AZ	(100 RU/s x N regiones sin AZ) + (100 RU/s x 1,25 x Y regiones con AZ)	\$5,84/mes
Cuenta de escritura de varias regiones (antes denominada "arquitectura multimaestro") con N regiones (con o sin zonas de disponibilidad)	100 RU/s x N regiones	\$11,68/mes

Fig. precios Proceso aprovisionado estándar.

## 2. Capacidad reservada para el procesamiento aprovisionado estándar

El rendimiento aprovisionado estándar puede ser reservado a partir de 5000 RU/s durante uno o tres años con único pago y comparte el rendimiento aprovisionado reservado en toda las regiones, APIs, cuentas y suscripciones ligadas a su cuenta.

Unidades de solicitud por segundo (RU/s) de capacidad reservada	Periodo de un año		Periodo de tres años	
	Escritura de una sola región Precio anual	Escritura de varias regiones Precio anual	Escritura de una sola región Precio anual	Escritura de varias regiones Precio anual
5,000	\$2978 ~15 % de ahorro	\$5606 ~20 % de ahorro	\$2628 ~25 % de ahorro	\$4906 ~30 % de ahorro
20,000	\$11,914 ~15 % de ahorro	\$22,426 ~20 % de ahorro	\$10,512 ~25 % de ahorro	\$19,623 ~30 % de ahorro
50,000	\$29,784 ~15 % de ahorro	\$56,064 ~20 % de ahorro	\$26,280 ~25 % de ahorro	\$49,056 ~30 % de ahorro
100,000	\$56,064 ~20 % de ahorro	\$105,120 ~25 % de ahorro	\$49,056 ~30 % de ahorro	\$91,104 ~35 % de ahorro
300,000	\$161,254 ~23 % de ahorro	\$301,484 ~28 % de ahorro	\$140,230 ~33 % de ahorro	\$259,436 ~38 % de ahorro
500,000	\$266,304 ~24 % de ahorro	\$497,568 ~29 % de ahorro	\$231,264 ~34 % de ahorro	\$427,488 ~39 % de ahorro
1,000,000	\$511,584 ~27 % de ahorro	\$953,088 ~32 % de ahorro	\$423,984 ~40 % de ahorro	\$777,888 ~44 % de ahorro

Fig. precios Capacidad reservada para el procesamiento aprovisionado estándar.

### G. Sin Servidor

La opción sin servidor facilita la ejecución de cargas de trabajo con poco tráfico. Permite manejar ráfagas intermitentes bajo demanda, facturando solo los recursos utilizados por operación de base de datos sin mínimo. Esta tecnología es una excelente opción para ejecutar aplicaciones pequeñas que no tienen un tráfico sostenido.

Su modelo de facturación de pago por solicitud sin operaciones mínimas ni unidades de solicitud (RU).

Sin servidor	Total de unidades de solicitud (RU)	Precio por millón de RU
Unidades de solicitud (RU) sin servidor	1,000,000	\$0,279
Unidades de solicitud (RU) sin servidor con zona de disponibilidad	1,000,000 x 1,25	\$0,279

Fig. precios Servless.

### H. Almacenamiento consumido

Azure Cosmos DB ofrece dos opciones, el almacenamiento transaccional y el analítico ilimitado. Tomando en cuenta que es facturado como GB de almacenamiento lógico respaldado por SSD utilizado por datos e índices en todas las regiones seleccionadas para la replicación geográfica.

Los datos serán administrados en dos niveles distintos de almacenamiento, transaccional y analítico, con cargas de trabajo que operan en los mismos datos lógicos sin interferir entre sí.

Si bien el almacenamiento transaccional se encuentra habilitado de manera predefinida, se debe habilitar explícitamente el almacenamiento analítico en su contenedor de Azure Cosmos DB para utilizar Azure Synapse Link para ejecutar análisis de datos mediante Azure Cosmos DB para NoSQL.

Almacenamiento consumido	Total de GB	Precio
Almacenamiento transaccional (orientado a filas)	1 GB x N regiones	\$0,25/mes
Almacenamiento analítico (orientado a columnas)	1 GB x N regiones	\$0,03/mes

Fig. precios Almacenamiento consumido.

### I. Almacenamiento de copia de seguridad

Predeterminadamente la copia de seguridad periódica esta activa en todas las cuentas, estas pueden configurarse para que sean geográficas, locales o resistentes a la zona, sin embargo, cada cuenta puede elegir entre las copias de seguridad periódicas o copias de seguridad continuas para datos NoSQL.

Almacenamiento de copias de seguridad periódicas	Total de GB	Precio por GB
Datos de copias de seguridad periódicas almacenados (dos copias)	GB por copia	Gratis/mes
Datos de copias de seguridad periódicas almacenados (más de dos copias)	GB por copia	\$0,15/mes

Fig. precios Almacenamiento de copia de seguridad periódicas.

Las copias de seguridad continuas se pueden activar en cualquier momento, estas copias se cobran mensualmente en función de la cantidad total de datos almacenados en todas las regiones seleccionadas.

La restauración de un punto en el tiempo a partir de los datos de la copia de seguridad continua se factura como el total de GB de datos restaurados en la región de escritura principal.

Almacenamiento de copias de seguridad continuas	Total de GB	Precio por GB
Datos de copia de seguridad continua: retención de 7 días*	GB x N regiones	Gratis/mes
Datos de copia de seguridad continua: retención de 30 días	GB x N regiones	\$0,20/mes
Restauración a un momento dado	GB	\$0,15

Fig. precios Almacenamiento de copias de seguridad continuas.

### J. Transacciones de almacenamiento analítico

Las transacciones de entrada/salida para el almacenamiento analítico se facturan por la cantidad de operaciones.

Transacciones	Operations	Precio
Operaciones de escritura: almacenamiento analítico	10,000	\$0,055
Operaciones de lectura: almacenamiento analítico	10,000	\$0,006

Fig. precios de Transacciones de almacenamiento analítico.

### K. Puerta de enlace dedicada

Una puerta de enlace dedicada enruta las solicitudes a las particiones de back-end en su cuenta de Azure Cosmos DB. Una vez que son habilitadas automáticamente procederá a crear los recursos informáticos en todas las regiones asociadas a la cuenta.

### L. Caché integrada

Cuando se crea un clúster de puerta de enlace dedicado, se habilita de manera automática una caché integrada de Azure Cosmos DB sin ningún costo adicional. Puede ser utilizada para mejorar el rendimiento de lectura y está disponible para Cosmos DB para NoSQL.

Nombre	vCPU	Memoria	Costo (por instancia, varía según la región)
Puerta de enlace dedicada - De uso general - D4	4	16 GB	\$0,43 por hora
Puerta de enlace dedicada - De uso general - D8	8	32 GB	\$0,85 por hora
Puerta de enlace dedicada - De uso general - D16	16	64 GB	\$1,69 por hora

Fig. precios Caché integrada.

### M. Zonas de disponibilidad

Las zonas de disponibilidad pueden ser habilitadas al seleccionar regiones para asociarlas con su cuenta de Azure Cosmos DB en Azure Portal. Proporcionando redundancia adicional dentro de una región determinada mediante la replicación de datos en varias zonas de esa región.

Entre las regiones de Azure elegibles se encuentran: Sur de Reino Unido, Sudeste de Asia, Este de EE. UU, Centro de EE. UU, Oeste de Europa, Oeste de EE. UU, Este de Japón, Norte de Europa, Centro de Francia, Este de Australia.

Esto puede impactar la facturación de la siguiente manera:

1. Para las cuentas de escritura de una sola región que utilizan rendimiento aprovisionado estándar, las unidades de solicitud por segundo (RU/s) se multiplican por un factor de 1,25 en cada región designada como zona de disponibilidad.
2. En las cuentas sin servidor de una sola región, las unidades de solicitud se multiplican por un factor de 1,25.
3. Para las cuentas de escritura de varias regiones que utilizan el rendimiento aprovisionado, no hay impacto en la facturación.

## VIII. Ventajas y Desventajas

Como en toda tecnología existen muchas facilidades y otros puntos de mejora, a continuación, podemos observar algunos de estos casos.

### A. Ventajas

Entre las principales ventajas que nos puede brindar Azure Cosmos DB, se encuentran:

1. Distribución multirregional transparente.
2. Disponible en más de 54 regiones.
3. Un 99% de disponibilidad para lecturas y escrituras
4. Escala elástica, miles de cientos de millones de solicitudes por segundo.
5. Garantía de baja latencia, menos de 10ms de lectura / escritura para 99%.
6. Opciones de coherencia: elija el equilibrio adecuado entre rendimiento y replicación coherente.

### B. Desventajas

Es difícil encontrar desventajas en este servicio que nos brinda Azure Cosmos DB, pero podríamos resaltar:

1. Necesidad de un servicio de internet confiable.

## IX. Uso

Una vez vista la estructura de Cosmos DB podemos notar que una base de datos está compuesta por una serie de “contenedores” que se pueden ver y usar como una tabla en una base de datos relacional y hacer uso de procedimientos almacenados, triggers, funciones con características similares a las que ya conocemos.

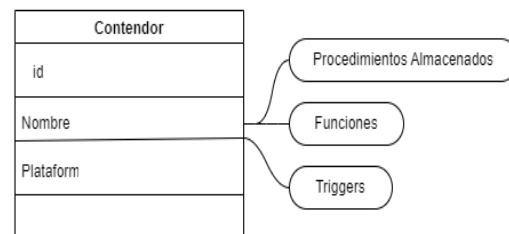
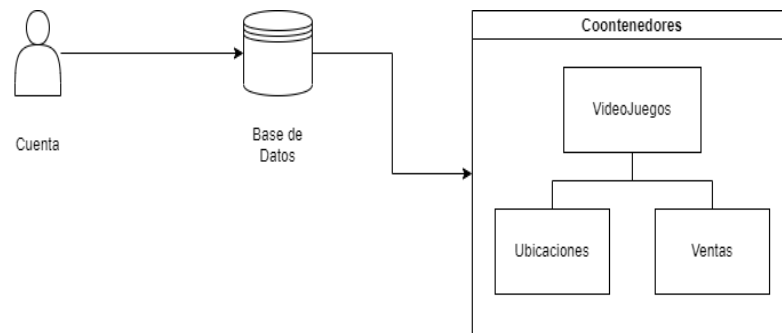


Fig. precios Caché integrada.

Una vez definida nuestro esquema de contenedores mediante el uso del lenguaje SQL realizar manipulación de datos con sentencias SELECT, INSERT, UPDATE comunes en un DML (Data Manipulation Language) en casos como por ejemplo el de un SELECT \* FROM videojuegos WHERE Año = "2022" con sentencia WHERE y ORDER BY. Al ser una base de datos NoSQL es característico de estas no soportar sentencias JOIN como comúnmente las vemos en una base de datos relacional.

## ***X. Conclusiones***

A la hora de elegir Azure Cosmos DB es importante analizar la complejidad de las consultas y si estas o puede ser implementarlas con SQL de DocumentDB y algún Javascript del lado del servidor.

Otro punto por analizar es el tipo de transacciones y su lógica requiere transacciones de documentos múltiples en toda la colección.

En todo caso Cosmos DB es una gran opción tanto para proyectos de gran tamaño, así como en proyectos de poco flujo de datos ya que permite ir ajustando el presupuesto según sea necesario.

## ***XI. Recomendaciones***

El flujo de trabajo a recomendar para configurar RU's en un nuevo proyecto es:

- Realice una evaluación inicial aproximada utilizando el planificador de capacidad y ajuste su estimación con la ayuda del explorador de consultas
- utilice uno de los SDK oficiales de Cosmos DB para beneficiarse de los reintentos automáticos cuando las solicitudes se limitan. Si está trabajando en una plataforma que no es compatible y usa la API REST de Cosmos DB implemente su propia política de reintentos usando x-ms encabezado -retry-after-ms.
- Configure alertas de limitación desde Azure Portal: comience con límites conservadores como 10 solicitudes limitadas en los últimos 15 minutos y cambie a reglas más permisivas una vez que determine su consumo real.
- Use el monitoreo para comprender su patrón de tráfico, de modo que pueda considerar la necesidad de ajustar dinámicamente su aprovisionamiento de rendimiento durante el día o la semana.
- Supervise periódicamente la proporción de RU aprovisionadas frente a las consumidas para asegurarse de que no ha sobre aprovisionado sus contenedores

## ***XII. Lecciones aprendidas***

Gracias al proyecto desarrollado en este curso se logro materializar una aplicación que utilice bases de datos no relacionales, lo cual fue una gran experiencia mostrando las mayores diferencias entre estas tecnologías. Dejándonos grandes lecciones sobre el manejo de este tipo de bases de datos ya que pasar de bases de datos relacionales, tablas y sus conceptos, a pasar a las bases de datos no relacionales, su estructura de modelado y su forma de trabajo, puede resultar un poco abrumador al principio, pero poco tiempo después conforme se va avanzando en la construcción de la aplicación, se toma practica en el manejo de esta tecnología, sus usos y posibilidades permitiéndonos volverse una persona más calificada, con experiencia en este tipo de aplicaciones.

Sin duda alguna, podemos mencionar que nos encontramos satisfechos con el trabajo realizado, los nuevos conocimientos adquiridos y así como la experiencia de manejar esta tecnología; Estamos seguros de que el desarrollo de este proyecto será de gran ayuda en el futuro de nuestras carreras profesionales.

## ***XIII. Referencias***

- [1] <https://azure.microsoft.com/es-es/blog/azure-cosmos-db-microsofts-globally-distributed-multi-model-database-service/>
- [2] <https://azure.microsoft.com/es-es/blog/microsoft-launches-azure-health-data-services-to-unify-health-data-and-power-ai-in-the-cloud/>
- [3] <https://www.muycomputerpro.com/2021/08/30/vulnerabilidad-en-microsoft-azure-dejo-expuestas-miles-de-bases-de-datos-cloud-de-cosmos-db>
- [4] [https://azure-microsoft-com.translate.google.com/en-us/products/cosmos-db/?\\_x\\_tr\\_sl=en&\\_x\\_tr\\_tl=es&\\_x\\_tr\\_hl=es-419&\\_x\\_tr\\_pto=sc](https://azure-microsoft-com.translate.google.com/en-us/products/cosmos-db/?_x_tr_sl=en&_x_tr_tl=es&_x_tr_hl=es-419&_x_tr_pto=sc)
- [5] <https://aws.amazon.com/es/nosql/>
- [6] <https://azure.microsoft.com/en-us/products/cosmos-db/#overview>
- [7] <https://learn.microsoft.com/en-us/azure/cosmos-db/introduction>
- [8] <https://azure.microsoft.com/es-es/pricing/details/cosmos-db/>
- [9] <https://learn.microsoft.com/es-es/azure/cosmos-db/use-cases>