



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE BABAHOYO

FACULTAD DE ADMINISTRACIÓN, FINANZAS E INFORMÁTICAS

PROCESO DE TITULACIÓN

DICIEMBRE 2021 - ABRIL 2022

EXAMEN COMPLEXIVO DE GRADO O DE FIN DE CARRERA

PRUEBAS PRÁCTICAS

PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERÍA EN SISTEMAS

TEMA

**ESTRATEGIA DE FORTALECIMIENTO PARA LA UTILIZACIÓN DE
KUBERNETES EN EL SECTOR PRIVADO DE LA PROVINCIA DE LOS RIOS**

EGRESADA

DIANA PAULINA SELLÁN REYES

TUTOR

ING. CARLOS SOTO VALLE

AÑO 2022

RESUMEN

La tasa de adopción extrema de las tecnologías de contenedores, junto con las mayores preocupaciones de seguridad, han provocado el desarrollo de múltiples tiempos de ejecución de tecnologías alternativas que apuntan a la seguridad a través de capas adicionales de direccionamiento indirecto. En una comparación básica de manzanas con manzanas, se logra implementar tres entornos de ejecución en el mismo clúster de Kubernetes, Kata y gVisor centrados en la seguridad, así como el entorno de ejecución predeterminado de Kubernetes runC. En la presente investigación se evalúan tres aplicaciones reales que permiten demostrar que runC supera a las alternativas más seguras hasta 5 veces más rápido en el procesamiento de la información, que gVisor implementa contenedores hasta 2 veces más rápido que Kata, pero que Kata ejecuta contenedores hasta 1,6 veces más rápido que gVisor. Por ende esta investigación ilustra que los tiempos de ejecución alternativos y más seguros se pueden usar de manera plug-and-play en Kubernetes, pero con una penalización significativa en el rendimiento.

Por todo ello se considera que la investigación es un estudio muy útil tanto para los profesionales, que les permite comprender el estado actual de la tecnología para tomar la decisión correcta en la selección, operación y/o diseño de plataformas, como para los académicos para ilustrar cómo evolucionaron estas tecnologías con el tiempo.

Palabras claves: Kubernetes, Contenedores, Dockers, Virtualización, Computación en la Nube.

ABSTRACT

The extreme adoption rate of container technologies, coupled with heightened security concerns, has led to the development of multiple alternative technology runtimes that target security through additional layers of indirection. In a basic apples-to-apples comparison, it manages to deploy three runtimes on the same Kubernetes cluster, security-focused Kata and gVisor, as well as the default Kubernetes runC runC. In the present investigation, three real applications are evaluated that allow to demonstrate that runC outperforms the safest alternatives up to 5 times faster in information processing, that gVisor implements containers up to 2 times faster than Kata, but that Kata executes containers up to 1.6 times faster than gVisor. Thus research illustrates that alternative and more secure runtimes can be used plug-and-play in Kubernetes, but with a significant performance penalty.

For all these reasons, it is considered that the research is a very useful study both for professionals, which allows them to understand the current state of technology to make the correct decision in the selection, operation and/or design of platforms, as well as for academics to illustrate how these technologies evolved over time.

Keywords: Kubernetes, Containers, Dockers, Virtualization, Cloud Computing.

INTRODUCCIÓN

La combinación de computación perimetral y en la nube hará que el Internet de las cosas (IoT) sea rápido, liviano y confiable. IoT y la computación en la nube son discípulos distintos que han evolucionado por separado con el tiempo. Sin embargo, cada vez son más interdependientes, y es lo que depara el futuro. Un aspecto crucial es cómo diseñar un compuesto de arquitecturas informáticas en la nube y de borde e implementar IoT de manera efectiva. Por ello en la presente investigación, se propone una combinación de arquitectura de Cloud y Edge Computing y se idealiza un ecosistema idóneo para el despliegue de Kubernetes para una empresa del sector público de la Provincia de Los Ríos, para el efecto se implementa un escenario de virtualización basada en contenedores que construye Kubernetes Minion (nodos) en el mencionado servicio de contenedores de Docker de forma independiente para cada servicio en el borde. Finalmente, para monitorear los sistemas informáticos, clústeres y redes de alto rendimiento, utilizamos el sistema de monitoreo Ganglia; el mismo que recopila información relevante, como la Unidad de procesamiento central (CPU), la memoria, la red y el uso de la Unidad de datos de protocolo (PDU) para monitorear el consumo de energía y realiza una medición y evaluación para Kubernetes Pods.

Con ello se logra establecer un correcto escenario de prueba / producción para la generación de computación en la nube con un autentico sistema de bases de datos y sistemas web con mayor índice de versatilidad, escalabilidad y velocidad en el acceso a la información por parte del usuario final.

DESARROLLO

Kubernetes es un orquestador de código abierto para implementar aplicaciones en contenedores. Esta tecnología fue desarrollada originalmente por Google, inspirado en una década de experiencia implementando sistemas escalables y confiables en contenedores a través de API orientadas a aplicaciones. Desde su introducción en 2014, Kubernetes ha crecido hasta convertirse en uno de los más grandes proyectos de código abierto más populares del mundo.



De acuerdo con el criterio de Hsin Wen catedrático de ingeniería de software para la Universidad de Seúl, Kubernetes se ha convertido en la API estándar para crear aplicaciones nativas de la nube, y está presente en casi todas las nubes públicas lo cual convierte a Kubernetes en una infraestructura comprobada para sistemas distribuidos; totalmente adecuada para entornos nativos de la nube ofreciendo un entorno ideal para los desarrolladores de todas las escalas, desde un grupo de computadoras Raspberry Pi hasta un almacén lleno de equipos de última generación (Wen, 2018).

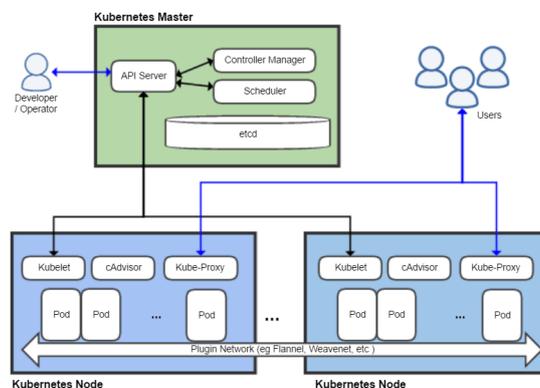


Ilustración 1 Esquema de una API para Kubernetes
Fuente: Kubernetes for Education

En la imagen anterior se logra observar como se desarrolla una conexión entre el programador y los nodos virtualizados en la nube a través de la API de Kubernetes; tomando en cuenta que este escenario se despliega por medio de una topología de red extendida lo cual le permite a todos los usuarios ingresar a la solución informática desde cualquier lugar que tenga acceso a internet.

Ruddolf Buyya menciona en su reciente investigación que Kubernetes proporciona el software necesario para construir e implementar sistemas distribuidos confiables y escalables. Tal exista la incógnita que significa “sistemas distribuidos confiables y escalables”. artículos.” Cada vez se entregan más servicios a través de la red a través de API; estas API a menudo son entregados por un sistema distribuido, las diversas piezas que implementan la API ejecutándose en diferentes máquinas, conectadas a través de la red y coordinando sus acciones a través de la comunicación en red (Buyya, 2018).

El Ph.D. Chen Woo profesor análisis y probabilidades de la Universidad de California indica que debido a que confiamos cada vez más en estas API para todos los aspectos de nuestra vida diaria (por ejemplo, encontrar direcciones al hospital más cercano, dirección de una empresa mas cerca nuestra ubicación), los elemento que conforman a estos sistemas deben ser altamente confiables; no pueden fallar, incluso si una parte del sistema falla o de lo contrario deja de funcionar. Asimismo, deben mantener la disponibilidad incluso durante su lanzamiento de productos u otros eventos de mantenimiento a través del Patrón Modelo Vista Controlador (Woo, 2018).

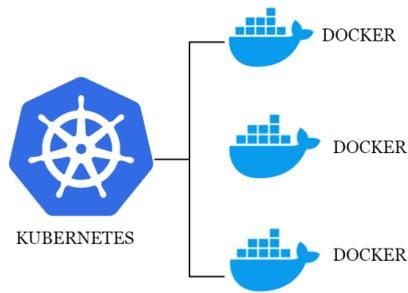


Ilustración 2 Encapsulamiento de Kubernetes y Contenedores
 Fuente: Google Scholar, Paper Chen Woo.

En referencia a la ilustración se define que cada vez más el mundo se está conectando y utilizando los servicios de Kubernetes, comprometiéndose altamente escalables para que puedan aumentar su capacidad para mantenerse al día con el uso cada vez mayor sin cambios radicales que afecten el rediseño del sistema distribuido que implementa los servicios sobre la nube pública.

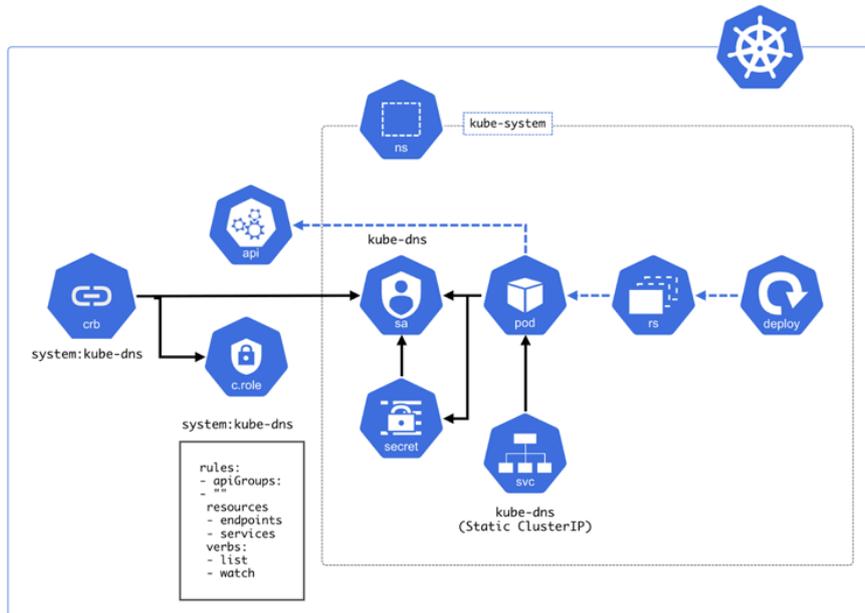


Ilustración 3 Esquema General de una API soportada por Kubernetes
 Fuente: www.kubernetes.org

El investigador Lei Feng, quien se desarrolla como experto en Computación sobre la Nube para la IEEE, define que dependiendo de cuándo y por qué razón se recurre a la

implementación de la nube pública, es necesario interpretar y dilucidar el alcance de Kubernetes en función del hardware requerido para no crear un sobredimensionamiento de la infraestructura de la red y del Data Center.

Estructura de red

Las aplicaciones de Kubernetes son soluciones en contenedores listas para la implementación de nuevas soluciones informáticas para que las empresas del sector privado puedan realizar las adecuaciones necesarias para solventar todo tipo de necesidades institucionales, para el efecto se utilizan plantillas predefinidas de implementación, portabilidad, licencias simplificadas y facturación consolidada.

Jigao Song investigador de soluciones perimetrales para la Universidad de Sídney indica que pueden ejecutarse en Anthos (Software de Biodiversidad), en la nube, de tal forma local o en clústeres de Kubernetes alojados en otros entornos. No son solo imágenes de contenedores, sino aplicaciones comerciales de código abierto y compiladas por Google que aumentan la productividad de los desarrolladores (Song, 2019).

Ying Wang profesor de Arquitectura de Redes de Datos de la Universidad de Seúl comunica en su investigación de redes y procesos distribuidos que la estructura de red basada en Kubernetes pueden tener diversos grados de experiencia con contenedores, sistemas distribuidos y virtualización de recursos. Sin embargo, es posible que esté planeando construir su aplicación sobre la nube pública infraestructura, en centros de datos privados o en algún entorno híbrido e independientemente según la experiencia adquirida en la evolución del pensamiento (Wang Y. , 2020).

Hay muchas razones por las que las personas entre ellos los profesionales del desarrollo de Software usan contenedores y API de contenedores como Kubernetes debido a los siguientes beneficios:

- Velocidad
- Escalado (tanto de software como de equipos)
- Abstrayendo su infraestructura
- Eficiencia

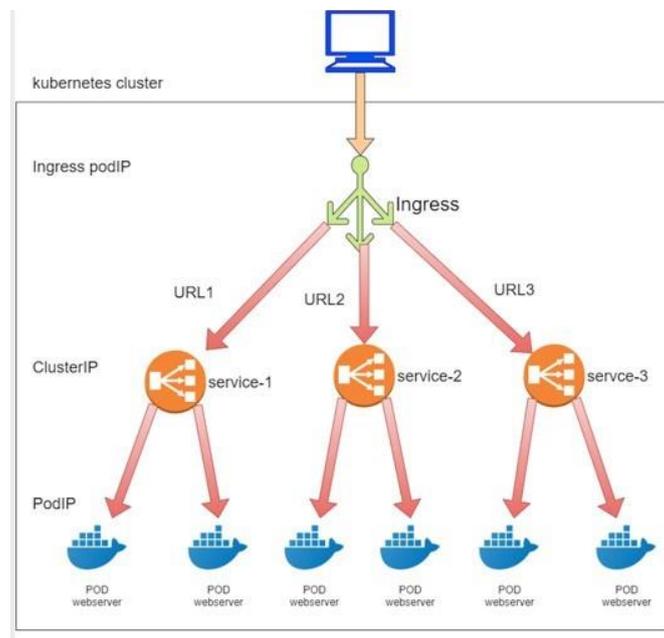


Ilustración 4 Estructura de Red basada en Kubernetes

Fuente: www.kubernetes.org

En la ilustración anterior se detalla como se logra implementar una estructura de red de datos o red informática con el objetivo de transferir todo el tráfico que generan las peticiones de cada uno de los diferentes usuarios directamente conectados a la red, ya sea esta una red de internet o una red de área local; criterio que coincide con el pensamiento del investigador Binnan Zao profesor de Redes Informáticas para la Universidad de Florida; argumentando de forma adicional que toda estructura de red debe estar directamente conectada y ligada con el diseño y puesta a punto del mismo (Zao, 2021).

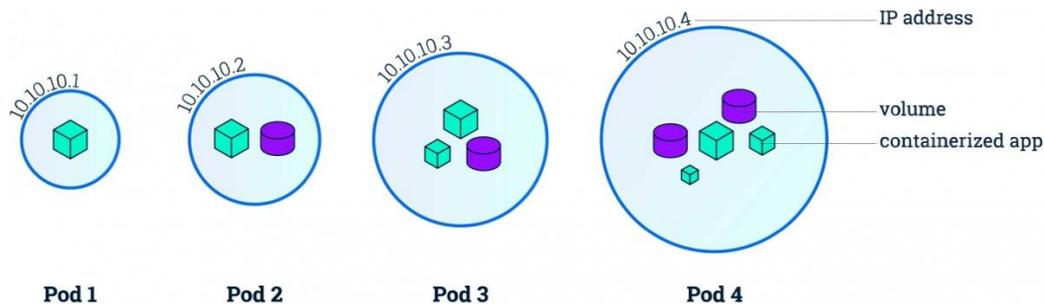


Ilustración 5 Encapsulamiento de las capas de red basada en Kubernetes

Fuente: www.kubernetes.org

Xing Deng en su investigación sobre procesos distribuidos sobre nubes públicas afirma que el proceso de encapsulamiento que provoca Kubernetes sobre los contenedores es una función que depende en gran nivel de servicio con el administrador de red; debido a la contraparte en base a las configuraciones necesarias para que Kubernetes se desempeñe sin problemas en el aprovisionamiento de información a cada petición que realice un usuario (Deng, 2018).

HARDAWARE REQUERIDO

Los centros de datos son la infraestructura que sustenta los sistemas modernos orientados a servicios distribuidos; internamente son complejos, con muchos elementos que interactúan constantemente con los usuarios de la red y obviamente consumen mayor energía que los sistemas comunes por esta razón se idealiza el hardware requerido en base a la presente investigación orientada a una empresa del sector privado de la Provincia de Los Ríos.

En la actualidad en base a la investigación se observa que la demanda y el crecimiento de los centros de datos cada vez son mayores y a su vez va en incremento la cantidad de empresas que migran todos sus servicios hacia la nube pública para no depender del rendimiento de su infraestructura local la cual esta por lo regular siempre sujeta a fallos.

En este aspecto se coincide con el criterio del investigador Quintian Zhang en su investigación sobre el desempeño del hardware ideal para aplicaciones y soluciones en la nube pública; escenario en el cual impera la demanda de tales recursos informáticos con la capacidad de procesar grandes cantidades de datos aleatorios, convergentes y simultáneos, lo que genera un impacto ambiental global significativo (Zhang, 2021).

La industria de los centros de datos ha llevado a cabo muchas investigaciones sobre mejoras de eficiencia, pero esto se ha realizado principalmente a nivel de infraestructura física. Es muy necesaria la investigación de soluciones basadas en software para mejorar la eficiencia. Sin embargo, la mayoría de las investigaciones actuales no tienen una visión holística del centro de datos que considere las infraestructuras virtuales y físicas, así como los procesos comerciales definiéndolos de la siguiente forma:

Tabla 1
Certificaciones de Data Centers

Certificaciones	Capacidades	Alcance
Tier I	Transmisión en MBPS	<ul style="list-style-type: none"> • Circuitería • Electrificación • Climatización • Procesamiento de Datos • Transferencia de Datos • Tráfico de alta velocidad
Tier II	Transmisión en GBPS	
Tier III	Transmisión en TBPS	
Tier IV	Transmisión en PTBS	

Tabla 2

Características del Hardware

Cantidad	Características del Servidor	Capacidades	Alcance
4	procesadores físicos	20 cores cada uno	<ul style="list-style-type: none"> • Virtualización • Hiper convergencia
512 GB	Memoria Ram	Memorias de alta velocidad de lectura	<ul style="list-style-type: none"> • Virtualización
4	Interfaces de Red	QSFP	<ul style="list-style-type: none"> • 10GE • 20GE • 40GE
40TB	Espacio en Disco Duro	Máxima velocidad de lectura, escritura y ejecución	<ul style="list-style-type: none"> • Discos Sólidos
4	Fuentes de poder	1500W	<ul style="list-style-type: none"> • Redundantes
1	Sistema de Enfriamiento liquido	16oC	<ul style="list-style-type: none"> • Enfriamiento liquido

De acuerdo con Haini Zeng en su reciente investigación sobre detección de tráfico en redes de datos hostiles, define que este tipo de equipos son cruciales si se va a aplicar una solución en un entorno realista. Esta investigación describe la naturaleza compleja del sistema original al sistema de los centros de datos y analiza los modelos de servicio utilizados en la industria (Zeng, 2019).

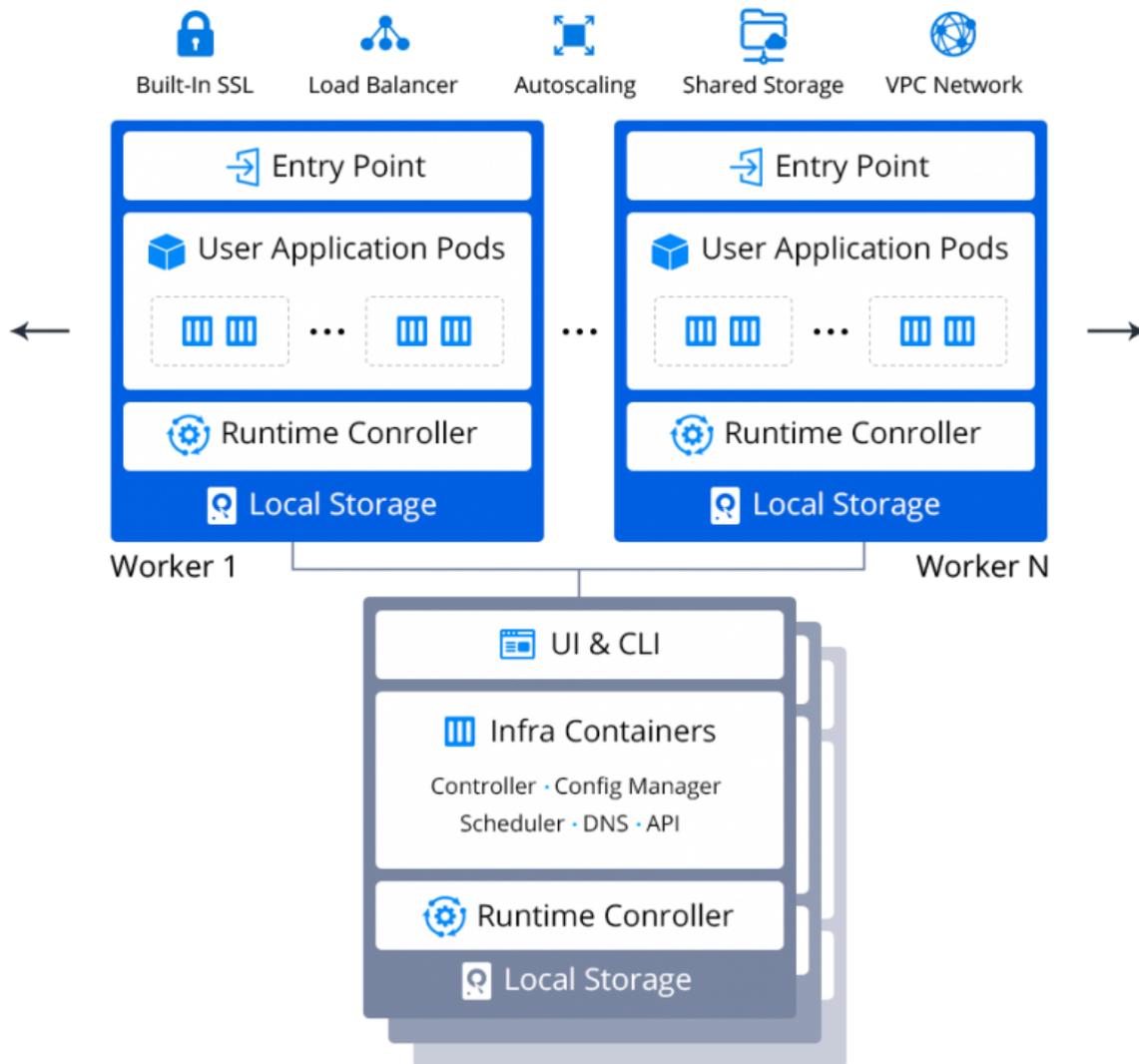


Ilustración 6 Arquitectura de los Recursos
Fuente: La Autora

A continuación, se describe un sistema de programación holístico que reemplaza el programador predeterminado en el sistema de contenedores de Kubernetes, teniendo en cuenta los modelos de software y hardware. Se realiza una breve discusión de resultados iniciales de implementar este esquema en un centro de datos real, donde se observaron reducciones en el consumo de energía del 10-20 %. Mostramos que al introducir el modelado de hardware en una solución basada en software, un programador inteligente puede lograr mejoras significativas en la eficiencia del centro de datos.

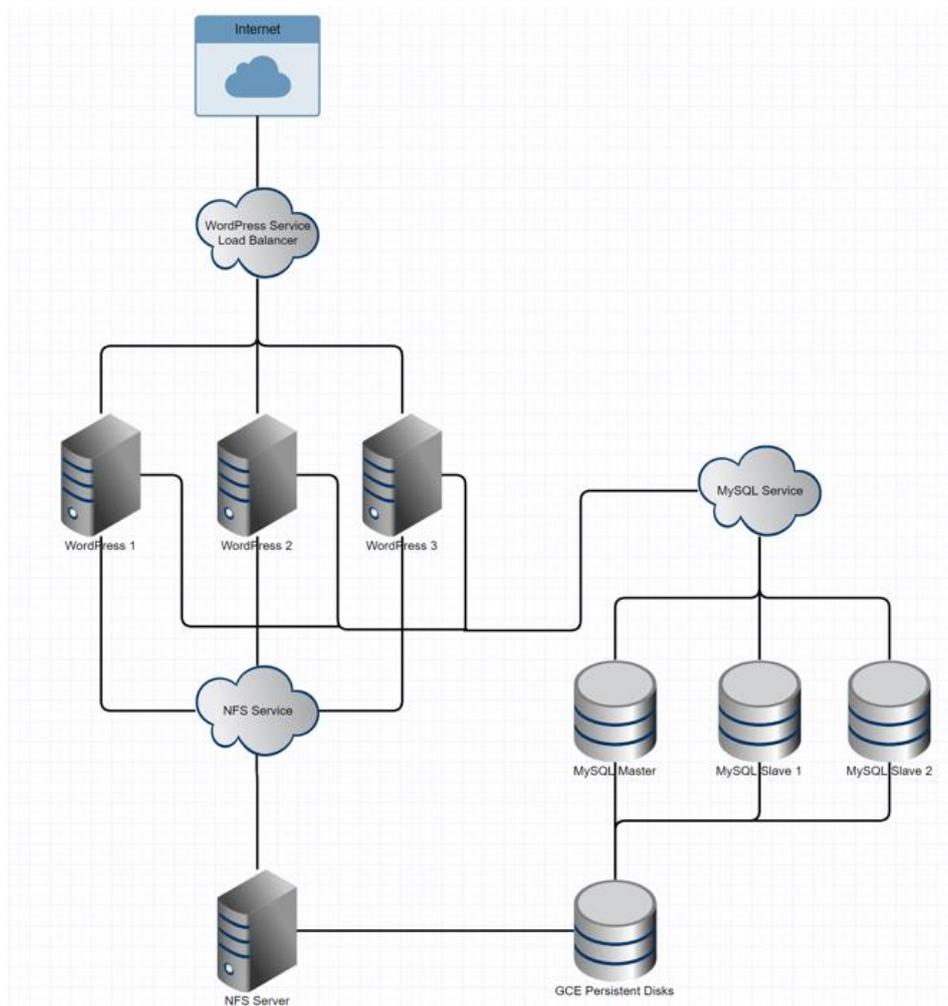


Ilustración 7 Esquema del Hardware requerido

Fuente: [La Autora](#)

Nube publica

Al hablar de nube pública para Kubernetes, se invocan todos los aspectos básicos e importantes de la puesta a punto de una solución informática cuyo origen destina sobre una plataforma de virtualizada a través de un nuevo concepto de trabajo en línea y para el efecto se detalla a continuación el diseño de la solución informática para la implementación de los sistemas informáticos de una empresa del sector privado de la Provincia de Los Ríos

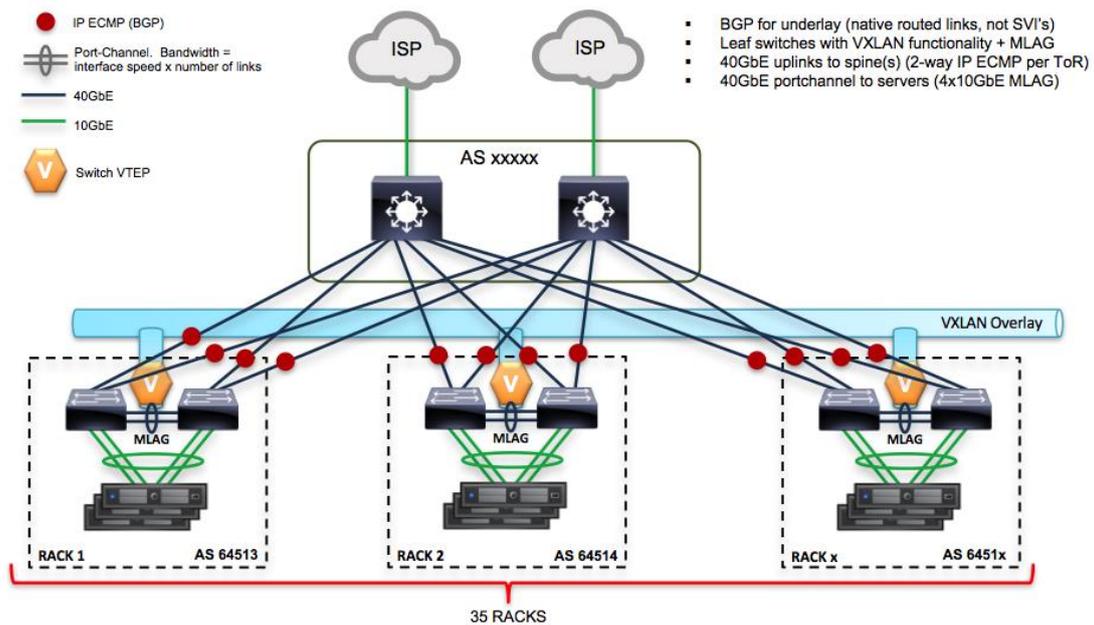


Ilustración 8 Nube Pública

Fuente: www.kubernetes.org

De acuerdo con la investigación de Hongtao 15ang sobre aplicaciones de inteligencia artificial para la universidad de Seúl en el ecosistema detallado en la ilustración anterior de obtiene productividad, recursos eficientes, línea de tiempo entre todas las actividades de la empresa, panel de control con alta disponibilidad de la información, escalabilidad y portabilidad (Pan, 2021).

Así también se logra describir la lista de soluciones compatibles con la cual se detalla todas las plataformas que hacen posible que los sistemas y soluciones informáticas de terceros sean compatibles con Kubernetes.

Por ello Pengfei Gont indica que lo más importante es tener clara la implementación de Kubernetes sobre un ambiente multiplataforma en el cual se observa la convergencia de soluciones de Tipo Open Source como el Servidor Web Apache, la Base de Datos Postgres, Mysql y demás herramientas que de una u otra colaboran en la puesta apunto Ilustración 9 Diseño del Ecosistema.

Arquitectura: okITup Kubernetes

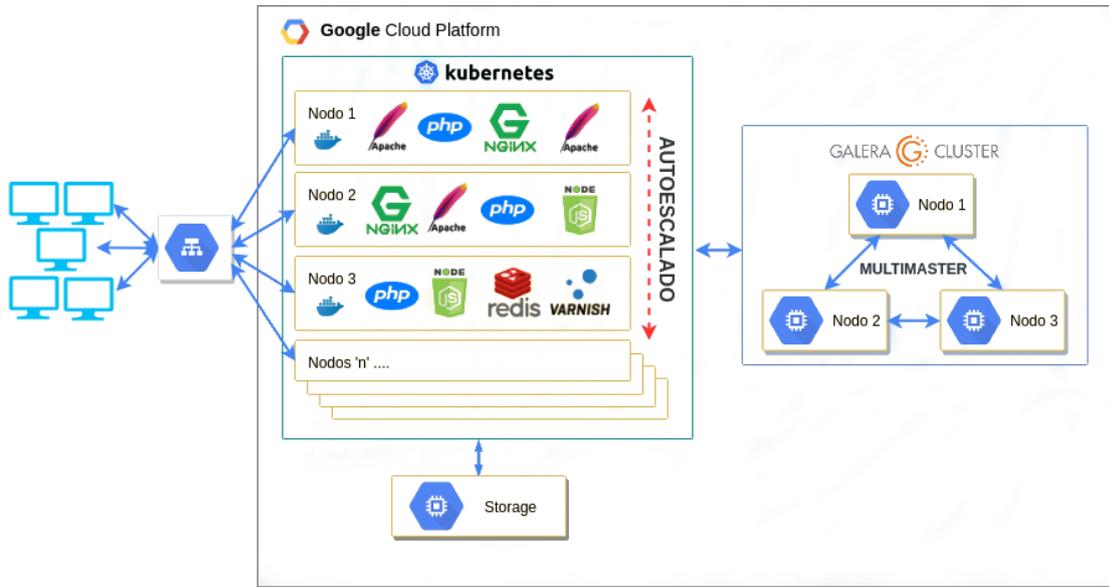


Ilustración 10 Arquitectura de la Nube Pública

Fuente: www.kubernetes.org

Desarrollo de API

Según la investigación de Quiqui Wang Las API permiten que sus productos y servicios se comuniquen con otros, sin necesidad de saber cómo están implementados. Esto simplifica el desarrollo de las aplicaciones y permite ahorrar tiempo y dinero. Las API le otorgan flexibilidad; simplifican el diseño, la administración y el uso de las aplicaciones; y ofrecen oportunidades de innovación, lo cual es ideal al momento de diseñar herramientas y productos nuevos en función de mejorar la calidad de vida de los usuarios (Wang Q. , 2021).

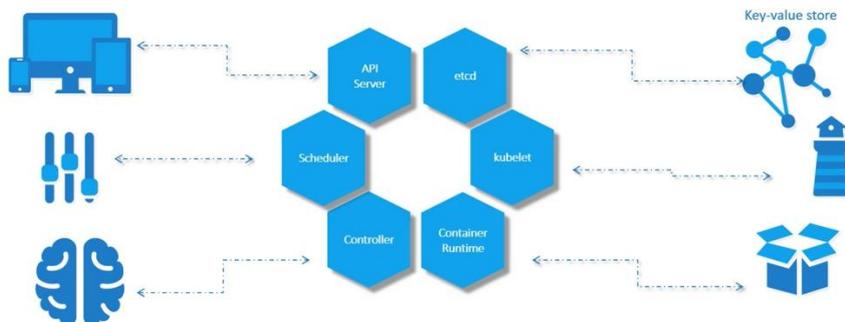


Ilustración 11 Modelado de una API basada en Kubernetes

Fuente: www.kubernetes.org

Sector Privado de la Provincia de los Ríos

A continuación, se detalla un esquema básico del organigrama u los proceso que con normalidad desarrollan diariamente las empresas privadas de las Provincia de Los Ríos; así también se observa como ese detalle se convierte en el cuadro de procesos automatizados del Sector Privado en el cual se describe una correcta interacción entre los usuarios de la red y los servidores cuya función es la de resolver todas las peticiones y generar de forma estable y escalable todas las fases que componen el ciclo de desarrollo y entrega de datos (Yang, 2019),

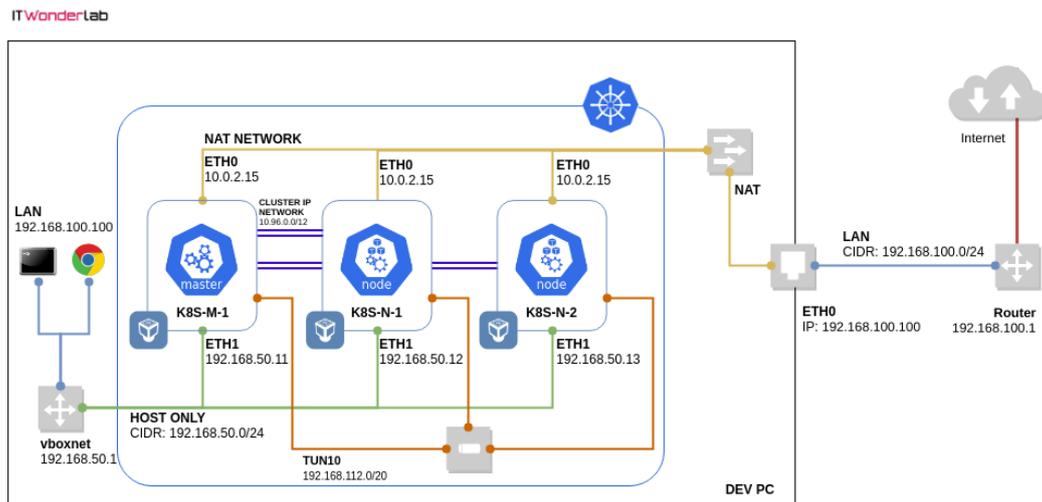


Ilustración 12 funcionamiento de una API de Kubernetes

Fuente: www.kubernetes.org

Juan Carlos casares de la Universidad de San Francisco de Quito define a través de su documento de investigación, sostiene que para lograr implementar o escudriñar sobre el listado completo de la empresas del sector público, sin embargo se enfatiza que de acuerdo a la nómina y censo catastral de empresas del sector público se puede definir un total de 567 empresas del sector privado de las cuales 128 están dedicadas al desarrollo de software (Casares, 2017)

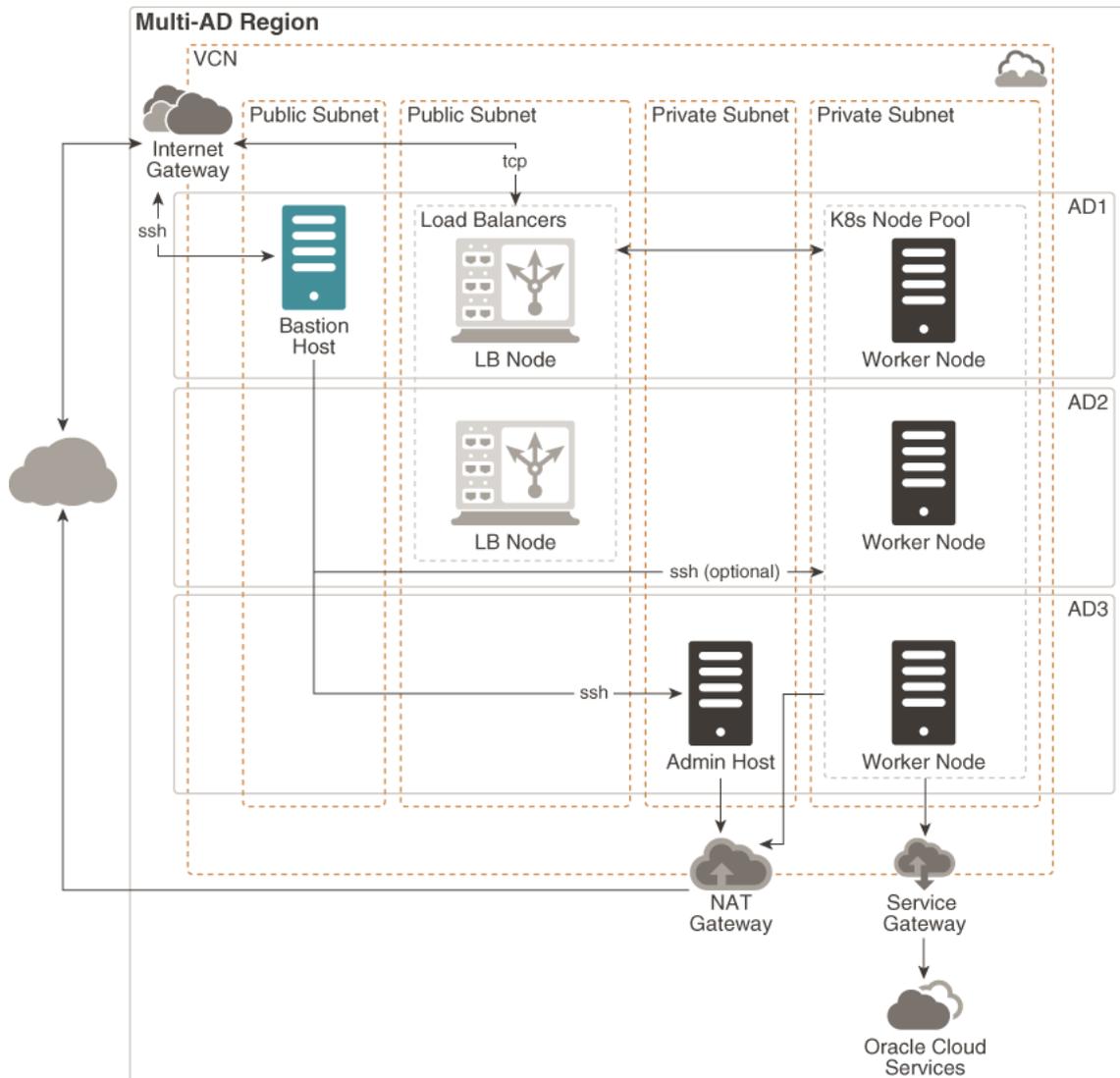


Ilustración 13 Implementación de Kubernetes

Fuente: www.kubernetes.org

Metodología de Investigación

Para la presente investigación se desarrolla todas las fases e instrucciones de una investigación descriptiva en la cual se determina cada fase y componente que conlleva al desarrollo de la investigación permitiéndola contrastar con la parte práctica e ir documentando cada hallazgo en función de clarificar el alcance de la investigación.

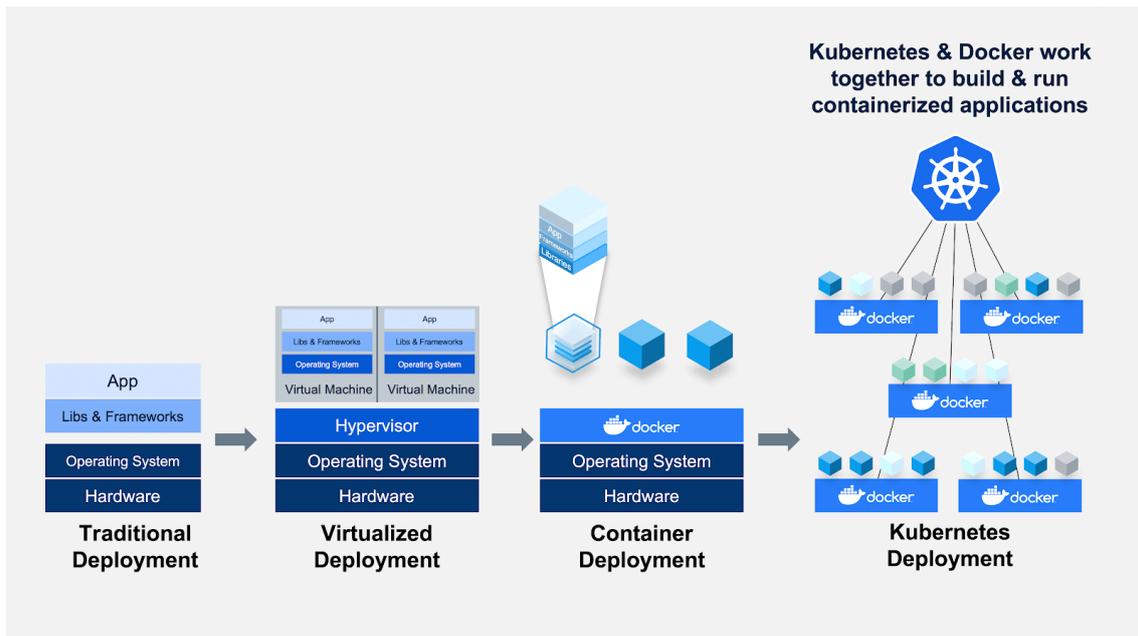


Ilustración 14 Diseño de una Solución Informática basada en Kubernetes

Fuente: www.kubernetes.org

En la anterior ilustración se describe un conjunto de soluciones informáticas; en la cual impera la comunicación desde la parte exterior de la red, predominando la interacción y entre las maquinas virtuales y la información interna de cada maquina virtual

CONCLUSIÓN

- Se concluye que Kubernetes es la mejor opción para el desarrollo de computación en la nube debido a su facilidad en la implementación y en el mantenimiento.
- Se concluye que el proceso de carga inicial y durante la migración de la información al servidor es totalmente sencilla y al punto que el servidor que aloja las soluciones informáticas es rentable.
- Se concluye que Kubernetes son la mejor opción al momento de migrar los replicados y demás servicios hacia la red de internet

Bibliografía

- García, J. N. (2018). *Orquestación de contenedores con Kubernetes*. Obtenido de Orquestación de contenedores con Kubernetes: <https://e-archivo.uc3m.es/handle/10016/29528#preview>
- Crespo, P. C. (2019). *Despliegue automático de servicios de datos climáticos con Kubernetes*. Obtenido de Despliegue automático de servicios de datos climáticos con Kubernetes: <https://repositorio.unican.es/xmlui/bitstream/handle/10902/16967/419533.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Crespo, P. C. (2019). *Despliegue automático de servicios de datos climáticos con Kubernetes*. Obtenido de Despliegue automático de servicios de datos climáticos con Kubernetes: <https://repositorio.unican.es/xmlui/bitstream/handle/10902/16967/419533.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Lozada, R. D. (2020). APLICACIÓN BASADA EN. Obtenido de [https://eprints.ucm.es/id/eprint/62080/1/DIEGO_NAVARRO_APLICACION_BASADA_EN_ARQUITECTURA_DE_MICROSERVICIOS_4398577_313383662%20\(1\).pdf](https://eprints.ucm.es/id/eprint/62080/1/DIEGO_NAVARRO_APLICACION_BASADA_EN_ARQUITECTURA_DE_MICROSERVICIOS_4398577_313383662%20(1).pdf)
- García, J. N. (2018). *Orquestación de contenedores con Kubernetes*. Obtenido de <https://core.ac.uk/download/pdf/288501998.pdf>
- Wen, H. (2018). Implementation of a big data accessing and processing platform for medical records in cloud. *Journal of medical systems*, 149.
- Buyya, R. (2018). Next generation cloud computing: new trends and research directions. *Futur Gener Comput Syst*, 849–861.
- Woo, C. (2018). Latency control in software-defined mobile-edge vehicular networking. *IEEE Commun*, 87-93.
- Song, J. (2019). A Double Incentive Trading Mechanism for IoT and Blockchain Based Electricity Trading in Local Energy Market. *IOTS Internet of Things and Smart Systems*, 3-12.
- Wang, Y. (2020). A Survey on Task Offloading in Edge Computing for Smart Grid. *IOTS Internet of Things and Smart Systems*, 13-20.
- Zao, B. (2021). Data Fusion of Power IoT Based on GOWA Operator and D-S Evidence Theory. *IOTS Internet of Things and Smart Systems*, 21-30.
- Deng, X. (2018). Short-Term Wind Power Forecasting Based on the Deep Learning Approach Optimized by the Improved T-distributed Stochastic Neighbor Embedding. *AIA Artificial Intelligence and Applications*, 53-65.
- Zhang, Q. (2021). Handwritten Digit Recognition Application Based on Fully Connected Neural Network. *AIA Artificial Intelligence and Applications*, 83-89.
- Zeng, H. (2019). Real-Time Traffic Sign Detection Based on Improved. *AIA Artificial Intelligence and Applications*, 162 -172.
- Pan, H. (2021). Research on Assistant Application of Artificial Intelligence Robot Coach in University Sports Courses. *Computer Engineering and Networks*, 229-230.

Wang, Q. (2021). Policy Gradient Reinforcement Learning Method for Backward Motion Control of Tractor-Trailer Mobile Robot. *IOT Technology*, 12.

Yang, C. W. (2019). Proceedings of the 11th International Conference on Computer Engineering and Networks pp 211–219 Cite as Design and Implementation of License Plate Recognition System Based on Android. *Electrical Engineering*, 123.