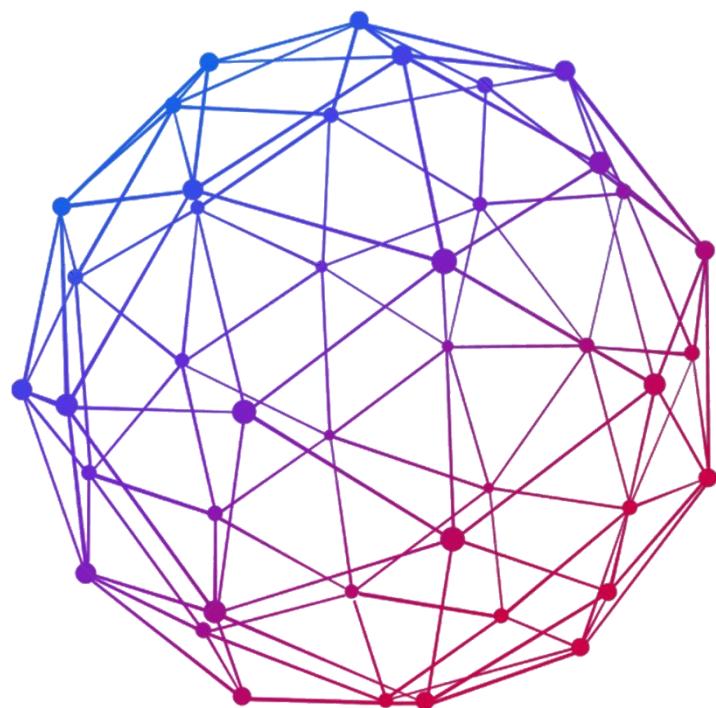




EN LÍNEA SIN INTERRUPCIONES:

PROPUESTA DE UN SISTEMA DE ALTA DISPONIBILIDAD PARA GARANTIZAR LA CONECTIVIDAD Y LA CONTINUIDAD DEL SERVICIO



Javier Fernández Díaz-Guerra

Proyecto de Administración de Sistemas Informáticos en Red

Curso 2022-2023

Tutor de proyecto: Valentín Lacuesta

You must retain a clear image of your purpose.
You will never know how good you might have
become unless you try.

- Mike Mentzer

AGRADECIMIENTOS

Me gustaría agradecer a todas aquellas personas que de alguna forma u otra han participado en este proyecto y han hecho que su realización sea posible.

En primer lugar, agradecer a mi tutor de proyecto, Valentín Lacuesta, ya que sin su ayuda, paciencia y comprensión este proyecto no se hubiera podido realizar. También al profesor Raúl Lerma, que me recomendó este gran centro, en el cual he podido conocer a gente tan increíble como mis compañeros los cuales también han aportado su granito de arena.

Seguidamente, agradecer el compromiso y el trabajo de las personas del ciclo formativo de grado medio Técnicos en Cuidados Auxiliares de Enfermería (TCAE) que han participado en la realización de la página web de wordpress.

Por último, y no menos importante, agradecer a mi familia, por todo el apoyo y ayuda que me brindan siempre, ya que, sin ellos, también hubiera sido imposible realizar este proyecto.

¡Muchísimas gracias a todos! Sin vosotros no hubiera podido llegar aquí.

RESUMEN

El presente trabajo se basa en el estudio, diseño e implementación de un sistema de alta disponibilidad que asegura y garantiza la conectividad y la continuidad del servicio. Para poder llevar a cabo el proyecto se realizará un estudio de los diferentes sistemas y servicios utilizados, con el fin de explicar el motivo de cada elección.

El proyecto ha sido diseñado en una infraestructura virtual, de modo que en el Proxmox de primer nivel llamado Morfeo, hay 3 Proxmox virtualizados, denominados: Zeus, Hades y Poseidón.

En ellos nos encontraremos con la existencia de máquinas virtuales y contenedores, en los cuales se ha utilizado servicios y componentes de bases de datos, bases de datos como cachés de objetos, servidores web,平衡adores de carga y sistemas multiescalables de archivos. Todo ello planteado de forma para que el servicio ofrecido esté continuamente disponible.

Además, cabe añadir que los 3 Proxmox mencionados anteriormente se han configurado en clúster para ofrecer una alta disponibilidad, la cual es la base de este proyecto.

Por último, se utiliza un sistema de monitorización de los nodos para alertar de posibles fallas en la ejecución de estos o de los servicios, para así poder realizar una rápida intervención en caso de fallos críticos.

ABSTRACT

This work is based on the study, design and implementation of a high availability system that ensures and guarantees connectivity and service continuity. In order to carry out the project, a study of the different systems and services used will be carried out, in order to explain the reason for each choice.

The project has been designed in a virtual infrastructure, so that in the first level Proxmox called Morpheus, there are 3 virtualized Proxmox, called: Zeus, Hades and Poseidon.

In them we will find the existence of virtual machines and containers, in which services and database components have been used, databases as object caches, web servers, load balancers and multiscalable file systems. All of this is designed so that the service offered is continuously available.

Furthermore, it should be added that the 3 Proxmox mentioned above have been configured in clusters to provide high availability, which is the basis of this project.

Finally, a node monitoring system is used to alert of possible failures in the execution of the nodes or services, in order to be able to intervene quickly in case of critical failures.

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN.....	12
1.1. ENTORNO Y CONTEXTUALIZACIÓN.....	13
1.2. OBJETIVOS	13
2. MARCO CONCEPTUAL.....	15
3. GESTIÓN DEL PROYECTO Y PRESUPUESTO	24
3.1 METODOLOGÍA.....	24
3.2. PLANIFICACIÓN DEL PROYECTO.....	24
3.3. PRESUPUESTO	26
A. Presupuesto hardware.....	26
B. Presupuesto de recursos humanos.....	27
C. Presupuesto total	27
4. DISEÑO Y DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	28
4.1. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	28
4.2. ESQUEMA DE RED.....	32
4.3. FUNCIONAMIENTO	33
4.4. INFORMACIÓN DE MV UTILIZADAS.....	34
IMPLEMENTACIÓN DEL PROYECTO.....	44
5. ALTA DISPONIBILIDAD EN PROXMOX VE Y USO GENÉRICO	44
5.1. Configurar el clúster	44
5.2. Creación de ZFS (Zettabyte File System)	47
5.3. Configurar almacenamiento.....	48
5.4. Configurar replicación	49
5.5. Configurar alta disponibilidad	49
5.6. Actualizaciones de los nodos de Proxmox VE	50
5.7. Arranque automático y orden de arranque	52
5.8. Copias de seguridad	54
6. DISPOSITIVOS DE RED	57
6.1. Firewall – IpFire	57
6.1.1 Configuración de interfaces	58
6.1.2. Reglas firewall	59



6.1.3. Bloqueo de países.....	62
6.1.4. Blocklist de nodos.....	63
6.1.5. IPS.....	65
6.1.6. Servicios.....	66
6.1.7. Control de logs	66
6.2. Router - PfSense	69
6.2.1. Configuración de interfaces	70
6.2.2. NAT	71
7. ALMACENAMIENTO DE ALTA DISPONIBILIDAD	73
7.1. Qué tipo de clústeres existen de almacenamiento de alta disponibilidad	74
7.2. Diferentes herramientas de clúster de almacenamiento distribuido de alta disponibilidad	74
7.3. ¿Por qué elegir GlusterFS?	75
7.3.1. Arquitectura y cálculo del quórum.....	75
7.3.2. Control de versiones.....	77
7.3.3. Firewall y puertos de GlusterFS.....	77
7.3.4. Implantación de GlusterFS	77
A. Modificando /etc/hosts	77
B. Iniciando con GlusterFS	78
C. Creación de un grupo de almacenamiento de confianza	79
D. Creación de un volumen de almacenamiento	79
E. Restricción de función de redundancia.....	80
F. Instalación y configuración de componentes de clientes	81
G. Pruebas básicas de funciones de redundancia.....	82
H. Recopilación de información sobre los grupos de almacenamiento.....	82
8. CACHÉS DE OBJETOS	84
8.1. Tipos de clústeres de cachés de objetos	85
8.2. Diferentes herramientas de caché de objetos	85
8.3. ¿Por qué elegir Redis?.....	86
8.3.1. Redis clúster y cálculo del quórum.....	86
8.3.2. Control de versiones.....	87
8.3.3. Firewall y puertos de redis	87
8.3.4. Fragmentación de datos de clúster de redis	87
8.3.5. Implantación de redis	88
A. Iniciando con redis.....	88
B. Permitir conexiones entrantes.....	89
C. Parámetros de configuración del clúster de redis	89



D. Creación del clúster de redis	90
E. Protección de redis con contraseña.....	90
F. Interactuar con el clúster de redis	91
9. BASES DE DATOS	92
9.1. Qué tipos de clústeres de bases de datos hay	92
9.2. Diferentes herramientas de clúster de base de datos	93
9.3. ¿Por qué elegir MariaDB Galera?	93
9.3.1. Cálculo del quórum	94
9.3.2. Control de versiones.....	94
9.3.4. Firewall y puertos de MariaDB	95
9.3.5. Acerca de la replicación de Galera	95
9.3.6. Replicación síncrona frente a asíncrona.....	95
9.3.7. Implantación de MariaDB Galera	96
A. Modificando /etc/hosts	96
B. Iniciando con MariaDB Galera	96
C. Permitir conexiones entrantes.....	97
D. Proteger MariaDB	97
E. Configuración de los servidores	97
F. Inicializar el Galera Clúster	99
G. Pruebas básicas de replicación de Galera Clúster	99
10. BALANCEADORES DE CARGA.....	100
10.1. Tipos de balanceadores de carga	100
10.2. Diferentes herramientas de balanceadores.....	101
10.3. ¿Por qué elegir HAProxy?.....	101
10.3.1. Control de versiones.....	102
10.3.2. Firewall y puertos de HAProxy	102
10.3.3. Implantación de HAProxy como balanceador de servidores web	102
A. Iniciando con HAProxy	102
B. Creando el balanceador	103
C. Personalización de errores.....	104
10.3.4. Implantación de HAProxy como balanceador de servidores de bases de datos	106
A. Iniciando con HAProxy	106
B. Creando el balanceador	107
C. Regla IPTables	107
10.4. Creación de failover y proporción de IP Virtual	108
10.4.1 Iniciando con Keepalived.....	109
A. Control de versiones	110



B. Firewall y puertos de keepalived	110
10.4.2. Configuración del servidor maestro	110
10.4.3. Configuración del servidor backup.....	112
11. DIFERENTES SERVIDORES WEB - WORDPRESS	113
11.1. Diferentes herramientas de servidores web.....	113
11.2. ¿Por qué elegir Apache2?	114
11.2.1. Control de versiones.....	115
11.2.2. Firewall y puertos de apache2.....	115
11.3. Diferentes tipos de CMS.....	115
11.4. ¿Por qué elegir Wordpress?.....	116
11.4.1. Control de versiones.....	117
11.5. Instalar y configurar Wordpress.....	117
11.5.1. Crear pila LAMP	117
A. Creación de las bases de datos	117
B. Instalación de PHP y complementos.....	118
B.1. Control de versiones.....	118
C. Montar volumen GlusterFS.....	119
C.1. Permisos sobre la carpeta contenedores de wordpress	119
C.2. Enlace simbólico	120
D. Iniciando con Apache2.....	120
D.1. Certificados SSL y módulos.....	120
D.2. Configuración de los hosts virtuales.....	121
D.3. Módulos adicionales	122
E. Instalando Wordpress	124
E.1. Configuración de wp-config.php.....	124
E.2. Configuración desde la interfaz web de wordpress.....	127
11.6. Servicio personalizado con Systemd	129
12. USO BÁSICO DE WORDPRESS	131
12.1. Personalización.....	132
12.2. Entradas.....	135
12.3. Páginas	137
12.4. Usuarios y permisos	140
12.5. Plugins	141
12.5.1. Redis Object Caché.....	141
12.5.2. Multiple Domain.....	144
A. Hacer accesible Wordpress desde varios dominios.....	144



12.5.3. CoBlocks	145
12.5.4. HubSpot All-In-One Marketing	145
12.5.5. Tagembed Widget	145
12.5.6. WP Dark Mode	146
12.5.7. Orbit Fox Complain.....	146
12.5.8. Quiz and Survey Master	147
12.5.9. UpdraftPlus - Backup/Restore	147
13. SISTEMAS DE MONITORIZACIÓN.....	148
13.1. Diferentes herramientas de monitorización.....	148
13.2. ¿Por qué elegir Zabbix?.....	149
13.2.1. Control de versiones.....	149
13.2.2. Firewall y puertos de zabbix.....	149
13.2.3. Implantación de Zabbix	150
A. Servidor de base de datos	150
B. Servidor de zabbix.....	151
C. Idioma de la interfaz web	156
D. Clientes y agentes de zabbix.....	156
D.1. Tipo de monitorización.....	157
D.2. Plantilla de Redis Clúster	159
D.3. Plantilla de MariaDB Galera Clúster	161
D.4. Plantilla de HAProxy	163
D.5. Plantilla de GlusterFS	163
D.6. Plantilla de apache2	165
D.7. Monitorización de DocumentRoot en el VirtualHost de apache2	165
E. Dashboard	168
F. Severidad de los disparadores	168
G. Envío de alertas a Telegram para rápida intervención	169
14. PRUEBAS	174
14.1. Fallo de 1 servidor GlusterFS.....	174
14.2. Fallo de 5 servidores de MariaDB Galera	175
14.3. Fallo del nodo principal del balanceador de las bases de datos	176
14.4. Fallo del nodo principal del balanceador del servidor web	177
14.5. Fallo de nodos maestros en el clúster de Redis	178
14.6. Fallo de uno de los servidores web	179
14.7. Fallo de todos los servidores GlusterFS	179
14.8. Detección de errores con Zabbix.....	181

14.9. Ataque de denegación de servicios.....	182
14.10. Fallo de 1 servidor Proxmox VE.....	183
14.11. Demostración del concepto de quórum con Proxmox VE	185
15- CONCLUSIÓN	186
16- BIBLIOGRAFÍA	187

1. INTRODUCCIÓN

En la actualidad, nos encontramos en un contexto de rápido avance global, donde es crucial que los cambios y mejoras se realicen de manera ágil y acorde a las necesidades humanas. Esta misma dinámica se refleja en el mundo digital, lo que demanda que el software evolucione rápidamente, con altos niveles de seguridad y confiabilidad. En respuesta a esta situación, han surgido técnicas y metodologías que permiten acelerar el desarrollo de software, garantizando su calidad y brindando una mayor flexibilidad en su implementación.

Es evidente que el crecimiento constante de usuarios en Internet ha generado un aumento exponencial en el tráfico que los sitios web deben manejar. Esto ha llevado a que servidores de gran importancia experimenten interrupciones del servicio debido a picos de tráfico repentinos, además de imprevistos y fallos en las máquinas. Para abordar este tipo de problemas, entre otros, han surgido conceptos como la Alta Disponibilidad, como bien se explicará a lo largo del proyecto. De modo que, contar con un entorno computacional más potente, como un clúster, brinda a las empresas la capacidad de adaptarse a sus necesidades y lograr un rendimiento óptimo.

Por este motivo, en las siguientes páginas se desarrollará la importancia de ofrecer a las empresas servicios que estén disponibles de forma constante para satisfacer las necesidades de sus clientes, ya que la interrupción de uno de estos servicios puede ocasionar graves consecuencias, como pérdidas de datos críticos y financieras significativas.

Para ello, el presente trabajo se estructura en diferentes partes que ayudan y facilitan la comprensión de los objetivos y de las decisiones tomadas. En primer lugar, se ha creído conveniente contextualizar los términos más utilizados para facilitar la lectura del proyecto y ofrecer una visión más detallada y específica de los conceptos. En segundo lugar, encontraremos el diseño y la descripción que permitirá conocer cómo se ha elaborado el proyecto para su posterior puesta en práctica.

Seguidamente, se presentarán las razones fundamentales de elegir un software específico en lugar de otras opciones, junto con una justificación precisa. Además, se explicará con detalle cómo implementar correctamente el software propuesto, abordando las consideraciones técnicas esenciales.

Finalmente, se extraerán las conclusiones y alternativas estratégicas para superar los obstáculos surgidos durante el desarrollo e implantación del proyecto, demostrando un enfoque proactivo y capacidad para superar desafíos.

1.1. Entorno y Contextualización

El proyecto que se abordará, aunque podría aplicarse en cualquier compañía que cuente con uno o varios centros de proceso de datos, se ha elaborado de forma concreta para su implantación en la empresa simulada TCAE Academy. En efecto, la propuesta se desarrollará bajo la infraestructura virtualizada del centro CIPFP Ausias March, donde mediante los Proxmox Zeus, Poseidón y Hades se ofrecerá una página web creada con wordpress con la idea de que cada 10 minutos que el servicio permanezca caído, dicha empresa pierda aproximadamente 500 mil euros.

No obstante, para evitar esta situación, se ha implementado una infraestructura "indestructible". Por tanto, el proyecto se centrará en plantear soluciones a nivel de software, investigando y estudiando diferentes herramientas, así como realizando pruebas para asegurar su correcto funcionamiento. No se plantearán soluciones a nivel de hardware, como el uso de múltiples fuentes de alimentación en los equipos, varias interfaces de red en los servidores o la contratación de proveedores de Internet adicionales, sino que la atención se centrará exclusivamente en el análisis y desarrollo de soluciones basadas en software para garantizar la estabilidad y disponibilidad de los servicios.

1.2. Objetivos

Este trabajo nace de la importancia de minimizar el impacto que tienen los fallos, para que los servicios y servidores estén siempre funcionando y, en caso de un fallo, que siga ejecutándose con normalidad.

De modo que, el propósito principal consiste en diseñar e implementar un sistema que proporcione alta disponibilidad a los servicios de la empresa, con el fin de disminuir los tiempos de inactividad y mitigar los posibles impactos negativos. Se buscará identificar y aplicar las medidas necesarias para garantizar que los servicios estén constantemente disponibles y funcionando de manera óptima.

Además, se pretende establecer mecanismos de detección de fallos de manera automática, asegurando que el sistema sea resiliente y pueda recuperarse rápidamente en caso de cualquier interrupción. Se pondrá especial énfasis en la planificación y el diseño de una infraestructura robusta y escalable capaz de adaptarse a las necesidades cambiantes de la empresa.

En definitiva, este proyecto tiene como finalidad proporcionar una solución integral de alta disponibilidad que garantice la continuidad operativa de los servicios empresariales

minimizando los tiempos de inactividad y asegurando la satisfacción de los clientes. A través de la implementación de medidas adecuadas, se busca proteger los datos y los recursos de la empresa, así como mantener la integridad y la confiabilidad de sus servicios en todo momento.

2. MARCO CONCEPTUAL

Alta disponibilidad

Según Martín (1999, p.107), la alta disponibilidad consiste en “la cantidad o porcentaje de tiempo que un sistema se encuentra disponible para la realización de una determinada misión”. No obstante, algunos expertos sostienen que la falta de acceso a una aplicación no es solo un problema relacionado con la aplicación en sí, sino que también afecta al entorno en el que se utiliza. De modo que, de acuerdo con Farley, Stearns y Hsu (1999, p.215), esto implica que, no contar con acceso a una determinada aplicación, puede tener repercusiones más amplias en el entorno o contexto en el que se desarrolla.

Así pues, la alta disponibilidad (HA) debemos entenderla como la capacidad que posee un sistema informático para funcionar continuamente sin interrupciones, incluso en caso de fallos en componentes clave. Los profesionales de tecnologías de la información trabajan para eliminar puntos únicos de fallo y garantizar un tiempo de actividad anual de al menos el 99,99%. Para lograrlo, se emplean medidas como la redundancia y los mecanismos de conmutación automática. Uno de los enfoques más comunes consiste en utilizar clústeres de alta disponibilidad, los cuales son conjuntos de servidores diseñados para respaldar aplicaciones críticas (Weygant, 2000, p.73). Si un servidor experimenta una falla, la operación se traslada automáticamente a servidores secundarios dentro del clúster, asegurando un funcionamiento ininterrumpido. La implementación de clústeres de alta disponibilidad es esencial en entornos informáticos, ya que garantiza la continuidad del servicio y minimiza el impacto de posibles fallos, proporcionando sistemas confiables y resilientes.

Es importante añadir que los conceptos fiabilidad, valorización, continuas operaciones y detección de errores son características de una solución de alta disponibilidad y, por tanto, debemos conocer en qué consisten:

- **Fiabilidad.** Se trata de un aspecto crucial en la implementación de una solución de HA. Por este motivo, tener componentes hardware confiables y un software sólido, que incluya una base de datos robusta, servidores web estables y aplicaciones confiables, es fundamental. Estos elementos críticos aseguran que la solución de alta disponibilidad funcione de manera consistente y pueda mantener un servicio ininterrumpido incluso en situaciones desafiantes.
- **Recuperación.** Es fundamental identificar los posibles fallos que podrían ocurrir en el entorno de alta disponibilidad y definir las medidas necesarias para recuperarse de ellos en un tiempo adecuado que cumpla con las necesidades del negocio. Para ello, se deben

tener en cuenta los diferentes escenarios de fallos y establecer estrategias de recuperación que se ajusten a los requisitos comerciales.

- **Detección de errores.** Si un componente falla, es esencial identificarlo rápidamente para poder iniciar la recuperación adecuada. Para monitorear el estado del entorno de trabajo de manera efectiva se requiere un software confiable que pueda detectar y notificar de forma rápida al administrador de la base de datos (DBA) cualquier problema que surja.

Clúster

El significado de este concepto puede variar según el contexto en el que nos encontremos. Robert W. Lucke (2004) nos transmite en su libro "Building Clustered Systems" que un clúster es como un equipo de trabajo en el que varias computadoras se unen y colaboran para cumplir una tarea común. Comparten recursos como el procesamiento, la memoria y el almacenamiento, lo que les permite trabajar de forma simultánea y más eficiente. Este enfoque de agrupación de computadoras en un clúster se utiliza para mejorar el rendimiento y la capacidad de respuesta de los servicios o aplicaciones que se ejecutan en ellas.

En el ámbito de las tecnologías de la información podría describirse como un conjunto de servidores interconectados y coordinados para administrar conjuntamente la carga de trabajo. Estos servidores se agrupan y organizan en lo que se conoce como un "sistema de clúster", donde cada servidor y clúster se configuran de manera específica según las necesidades y decisiones del administrador y la organización.

Existen diferentes tipos de clústeres que se utilizan en distintos contextos según las necesidades de cada organización o proyecto. Algunos de los tipos más comunes son:

- **Clústeres de alto rendimiento (HC):** Estos clústeres se configuran específicamente para abordar tareas que demandan un gran poder de cálculo o un uso intensivo de la memoria. Sus recursos se dedican exclusivamente a ejecutar estas tareas durante largos períodos de tiempo.
- **Clústeres de alta disponibilidad (HA):** La principal prioridad de estos clústeres consiste en garantizar la disponibilidad y confiabilidad de los servicios. Emplean hardware duplicado para evitar puntos únicos de fallo, asegurando así la continuidad del sistema. También incorporan software que detecta y recupera fallos para mejorar aún más la confiabilidad.

- **Clústeres de alta eficiencia (HT):** Estos clústeres están diseñados para maximizar la ejecución de tareas en el menor tiempo posible. No requieren que los datos de las tareas estén interrelacionados, lo que permite un procesamiento rápido y eficiente. Su objetivo principal es lograr una alta eficiencia en el procesamiento de múltiples tareas de forma simultánea.

Este proyecto se centrará exclusivamente en los clústeres de alto rendimiento y alta disponibilidad y, por ello, es importante resaltar que los clústeres de alta disponibilidad se fundamentan en cinco principios de diseño esenciales:

- **Automatización de la conmutación.** Estos clústeres realizan automáticamente el cambio a un sistema de respaldo cuando se produce una falla en un componente activo. Esta automatización evita la presencia de puntos únicos de fallo en el sistema y asegura una transición suave hacia los recursos redundantes.
- **Detección de fallas a nivel de aplicación.** Los clústeres de alta disponibilidad cuentan con la capacidad de detectar de manera automática las fallas en las aplicaciones sin importar su causa subyacente. Esto permite una respuesta rápida y precisa frente a los problemas que puedan afectar la disponibilidad del sistema.
- **Preservación de datos.** Se implementan mecanismos de preservación de datos para garantizar que no se produzca pérdida de información durante una falla del sistema. Esto asegura la integridad y disponibilidad de los datos almacenados.
- **Conmutación por error rápida.** Los clústeres de alta disponibilidad realizan una conmutación rápida hacia los componentes redundantes en caso de fallos, disminuyendo así el tiempo de inactividad y manteniendo la continuidad del servicio. Esto se logra mediante el uso de algoritmos y protocolos eficientes que permiten una transición ágil entre los servidores activos y los de respaldo.
- **Recuperación y mantenimiento planificado.** Además de gestionar las fallas imprevistas, los clústeres de alta disponibilidad facilitan la conmutación por error y la recuperación manual durante el mantenimiento programado. Esto reduce al mínimo el tiempo de inactividad planificado y permite realizar tareas de mantenimiento sin interrupciones significativas en el servicio.

Quórum

Según Amir y Wool (1996), el quórum juega un papel clave en la gobernabilidad confiable y sostenible en un entorno privilegiado. Autores destacados como Leslie Lamport y Nancy Lynch han hecho contribuciones importantes al argumento de la importancia del quórum en los sistemas distribuidos.

Lamport, un renombrado informático, presentó el algoritmo de quórum en su influyente artículo Part-Time Parliament (2019). Este algoritmo permite que múltiples nodos en sistemas distribuidos lleguen a un consenso. Su investigación confirma el concepto propuesto por Amir y Wool y proporciona una solución robusta e integrada para conectar nodos en un entorno distribuido.

En la práctica, el uso del quórum se refleja en diversas tecnologías y sistemas de información. Un ejemplo concreto es el uso de quórum en bases de datos distribuidas como Apache Cassandra. Estas bases de datos utilizan el quórum como mecanismo para garantizar la coherencia de los datos y permitir operaciones de lectura y escritura, incluso en caso de fallos en los nodos.

Al calcular el quórum en un clúster, es importante asegurarse de que haya la cantidad mínima de nodos o votos necesarios para tomar decisiones o realizar operaciones de manera confiable incluso en caso de un corte de energía o pérdida de conectividad. En muchos casos se utiliza la fórmula de la mayoría simple, siendo el quórum requerido la mitad del número total de nodos más uno:

$$Q = (N/2) + 1$$

Esta fórmula garantiza que, aún en situaciones desfavorables, siempre haya suficientes votos para tomar decisiones o realizar operaciones.

Sin embargo, también existen algoritmos de quórum más avanzados que introducen ajustes y consideraciones adicionales en su cálculo. Por ejemplo, el algoritmo Adaptive Quórum fue introducido por primera vez por los investigadores Alan Fekete, Nancy Lynch y Michael Merritt en el artículo "Dynamic Quórum Adjustment", en el año 1994, en el que mencionaron el concepto de "votos ponderados". Dichos votos se ponderan en función de la confiabilidad, el rendimiento u otras métricas de nodos relevantes. El cálculo del quórum en este procedimiento puede variar según la implementación real del sistema.

Otro método es el algoritmo de quórum probabilístico desarrollado por Christian Cachin y Rachid Guerraoui en 2011, el cual se basa en el número de puntos y crea un nivel de confianza. De modo que, cada nodo genera un valor único dentro de un cierto nivel y este valor se alcanza cuando el número total de nodos supera el límite establecido. Así pues, la fórmula real para calcular la cantidad en este caso puede variar en la práctica y contener muchos números. Este tipo de algoritmos son métodos avanzados y simples para calcular el quórum del grupo, por lo que, su selección y aplicación dependen de las características y necesidades particulares del sistema en consideración.

Escalabilidad

Cuando hablamos de escalabilidad, según Hennessy y Patterson (2017), nos referimos a la capacidad de un sistema para mantener o mejorar su rendimiento a medida que aumenta la carga de trabajo o el número de usuarios mediante la adición de recursos adicionales. Esta definición completa el punto de vista de Tanenbaum y Van Steen (2007), quienes afirman que es la capacidad de crecer y adaptarse a nuevas condiciones de uso sin tener que realizar cambios significativos en su estructura o construcción.

Por lo tanto, en entornos donde la demanda puede variar significativamente con el tiempo, como sitios web populares, sistemas de bases de datos, servicios en la nube y aplicaciones comerciales, la escalabilidad puede considerarse esencial.

Al diseñar sistemas escalables, se espera que el rendimiento y la capacidad de respuesta sigan siendo aceptables incluso cuando las cargas de trabajo aumenten significativamente.

Existen diferentes tipos de escalabilidad en el procesamiento de datos:

- **Escalabilidad vertical.** Conlleva agregar recursos adicionales a un solo servidor o nodo, como aumentar la potencia informática o la memoria principal. Aunque tiene limitaciones físicas y puede ser costosa, puede resultar efectiva para cargas de trabajo pequeñas.
- **Escalabilidad horizontal.** Implica añadir servidores o nodos complementarios al sistema para distribuir la carga, proporcionando flexibilidad y crecimiento con la capacidad de agregar recursos según sea necesario. Esto se logra mediante la formación de clústeres en los que varios servidores trabajan juntos para procesar las solicitudes.



- **Escalabilidad flexible.** Se refiere a la capacidad del sistema para adaptarse a cargas cambiantes. Esto significa que los recursos se pueden escalar hacia arriba o hacia abajo automáticamente según sea necesario, lo que permite una asignación óptima de recursos basada en la demanda en tiempo real. La escalabilidad flexible es especialmente importante en entornos de computación en la nube donde los recursos se pueden aprovisionar de forma rápida y automática.

Failover

Failover es un concepto fundamental en informática, ya que se refiere a la capacidad inherente de un sistema para cambiar de forma automática y sin problemas de un componente principal o servidor a un componente de reserva en caso de falla o falta de disponibilidad. El objetivo principal de la conmutación por error es garantizar la continuidad del servicio y minimizar el tiempo de inactividad.

Según Coulouris, Dollimore y Kindberg (2011), la conmutación por error significa que una copia o réplica del maestro está lista para tomar el relevo en caso de falla. Esto se logra monitoreando continuamente el sistema primario y activando automáticamente el sistema de respaldo si se detectan anomalías. De manera similar, en palabras de Limoncelli, Hogan y Chalup (2007), este concepto se refiere al proceso de transición de una aplicación o servicio de un servidor primario a un servidor secundario en caso de una interrupción. Este proceso, generalmente, implica la replicación de datos y la configuración de mecanismos automáticos de conmutación por error.

Los aspectos clave son:

- **Redundancia.** En caso de tener un componente del que podemos hacernos cargo en un contexto de falla, la redundancia sirve para duplicar o replicar componentes críticos como servidores, redes, bases de datos o sistemas de almacenamiento.
- **Error detectado.** Para permitir la conmutación por error deben existir mecanismos que detecten continuamente una posible falla del componente principal. Estos mecanismos pueden incluir pruebas de conectividad, supervisión del rendimiento o comprobaciones periódicas de disponibilidad.
- **Conmutación automática.** Cuando se detecta una falla en un componente principal el proceso de conmutación por error se inicia automáticamente. Esto incluye entregar el control y la operación al componente de respaldo. Por tanto, se debe asegurar que esté

adecuadamente preparado y configurado para soportar las actividades del componente primario.

- **Enfriamiento.** El tiempo requerido para completar el proceso de conmutación por error y restaurar la funcionalidad completa del sistema puede variar según la complejidad de la infraestructura y la cantidad de datos que se transfieran. El objetivo es reducir el tiempo de inactividad y lograr una recuperación rápida sin período de inactividad perceptible para los usuarios finales.
- **Pruebas y mantenimiento.** Las pruebas periódicas de conmutación por error son esenciales para verificar que el sistema de respaldo funciona correctamente y puede tomar el control en caso de falla. Además, se requiere un mantenimiento regular para garantizar la fiabilidad y la funcionalidad.

El failover se utiliza en una variedad de aplicaciones críticas, como servidores web, bases de datos, sistemas de almacenamiento, clústeres de alta disponibilidad y servicios en la nube. Por este motivo, su correcto funcionamiento es necesario para asegurar la disponibilidad y eficiencia de los servicios y limitar las interrupciones provocadas por fallos en los sistemas informáticos.

Fallback

El fallback es el regreso del control y la operación al sistema primario después de que se haya corregido la falla y un componente de reserva haya tomado el control temporalmente. Este es el proceso de conmutación por error inverso desde el sistema principal al componente de respaldo.

Según Tanenbaum y Van Steen (2007), la conmutación por recuperación es el proceso de revertir el proceso de conmutación por error y devolver las operaciones al sistema principal después de que se haya restaurado y esté nuevamente en un estado operativo óptimo. Esto puede incluir la migración de datos, la sincronización de los cambios del sistema de copia de seguridad y la restauración de la configuración original.

Por otro lado, Hennessy y Patterson (2017), afirman que el fallback se refiere a la transferencia de control y operación al sistema maestro después de un failover. El proceso está diseñado para garantizar que el host esté completamente operativo y listo para asumir el control antes de la conmutación por error.

Teniendo esto en cuenta, la recuperación ante desastres se realiza de manera ordenada y planificada, una vez que se ha eliminado la causa de la falla y el sistema primario, se considera operativo. Este proceso puede incluir la migración de datos, la sincronización de cambios en los componentes de copia de seguridad y la restauración del sistema a su configuración base original.

No obstante, antes de llevarlo a la práctica, es muy importante tener un plan integral que describa los pasos necesarios para restaurar su sistema principal. También se recomienda que las restauraciones de prueba se realicen en entornos controlados para garantizar que el proceso se desarrolle sin problemas y se minimice el tiempo de inactividad real.

Para garantizar el éxito, se necesita una documentación clara y actualizada que describa los procesos y soluciones necesarios, de tal manera que aclare el proceso y asegure que se toman los pasos correctos para restaurar el sistema original.

Balanceador de carga

Un balanceador de carga es un componente esencial en las arquitecturas de sistemas informáticos, ya que realiza la función de distribuir uniformemente la carga de trabajo entre varios servidores o recursos informáticos. Esto se logra implementando algoritmos y mecanismos que permiten una distribución óptima de las solicitudes de los usuarios, evitando sobrecargar un solo servidor y asegurando una respuesta equilibrada del sistema.

Según Menasce, Almeida y Dowdy (2004), nos mencionan que su tarea es distribuir de manera inteligente las solicitudes del público objetivo entre diferentes servidores o recursos informáticos. Su objetivo básico es utilizar los elementos disponibles de manera eficiente, mejorar el rendimiento del sistema y proporcionar alta disponibilidad y escalabilidad.

Estos tipos de dispositivos actúan como intermediarios entre los clientes y los servidores o recursos a los que se dirigen las solicitudes. Sus funciones son recibir las peticiones de los solicitantes y redirigirlas a los servidores disponibles utilizando algoritmos de equilibrio de carga predefinidos. Estas secuencias tienen en cuenta varios factores como la capacidad de procesamiento de los servidores, la carga de trabajo actual, la latencia de la red y otros criterios configurables para determinar a qué servidor debe enviarse cada solicitud.

Hay diferentes tipos de balanceadores de carga. Uno de ellos está basado en hardware, es decir, son dispositivos físicos dedicados y diseñados específicamente para esta tarea. Por otro lado, se

encuentran los basados en software, los cuales son programas o servicios que se ejecutan en servidores para realizar la tarea de distribución.

Existen varias ventajas al usarlos, en primer lugar, mejora el rendimiento del sistema mediante la distribución uniforme de la carga de trabajo entre varios servidores, lo que permite un uso óptimo de los recursos disponibles. También garantiza una alta disponibilidad del servicio, ya que el equilibrador de carga reenvía automáticamente las solicitudes a otros servidores en funcionamiento si uno de ellos está caído o presenta problemas.

Finalmente, contribuyen a la tolerancia de fallas del sistema, puesto que pueden continuar atendiendo las solicitudes de los usuarios si un servidor falla al distribuir la carga entre varios servidores.

3. GESTIÓN DEL PROYECTO Y PRESUPUESTO

Para poder llevar a la práctica las ideas expuestas en el punto anterior, es importante entender cómo se ha gestionado el proyecto, las soluciones hardware planteadas y el presupuesto detallado.

3.1 Metodología

Para realizar la idea planteada se ha optado por trabajar mediante metodologías ágiles, las cuales se basan en un enfoque continuo de mejora, donde se planifica, se lleva a cabo y se verifica la labor realizada para poder aprender y mejorar constantemente. Estas estrategias de trabajo se caracterizan por ser rápidas y eficientes, dado que los plazos de entrega son cortos y se busca evitar distracciones para enfocarse en la tarea asignada. El objetivo principal consiste en entregar de manera rápida y constante las tareas propuestas, promoviendo valores como la disciplina, la perseverancia y la constancia. De acuerdo con el famoso empresario y filántropo estadounidense, John D. Rockefeller, el valor del trabajo es importante, sea psíquico o físico, el mundo tiene la obligación de ofrecer a cada persona la oportunidad de ganarse la vida mientras expresa sus habilidades y pueda llegar a alcanzar el éxito. Estas palabras transmiten el mensaje de que el esfuerzo y la persistencia son clave para lograr el éxito, lo cual se alinea perfectamente con los principios de las metodologías ágiles.

3.2. Planificación del proyecto

En un principio, la idea básica consistía en ofrecer una plataforma web creada con wordpress con alta disponibilidad. Sin embargo, los avances en este campo se han traducido en un amplio conocimiento de aspectos relevantes e interesantes, que han sido ampliamente investigados y probados para evaluar su funcionamiento y nivel de complejidad.

Para su mejor comprensión se ha creído conveniente estructurarla en diversas fases:

- **Planteamiento del proyecto (Fase 0).** En esta fase inicial, se estudió qué tipo de proyecto se podía llevar a cabo con la finalidad de elaborar algo diferente que nadie hubiera hecho antes y que no cualquiera pudiera hacer, para así probar los conocimientos y habilidades adquiridas, planteado como un reto para superarse a sí mismo. Cabe destacar que no hay progreso haciendo lo que ya se sabe hacer, ya que sin superar las dificultades y los retos no habrá mejora ninguna. Como me gusta a mi decir: "Si siempre haces lo mismo, nunca harás más de lo que puedes llegar a hacer".

- **Diseño inicial del proyecto** (Fase 1). En esta fase se trató de reflejar la fase 0 a través del diseño de un esquema de red.
- **Implantación del proyecto** (Fase 2). Esta fase sin ninguna duda ha sido la más complicada, ha acaparado mucho tiempo debido a que no solo se han querido cumplir los objetivos planteados, sino superarlos de forma óptima. Para ello, se organizó en dos fases:
 - Fase de investigación: en primer lugar, se estudiaron diferentes soluciones, valorando sus características, ventajas e inconvenientes, además de valoraciones de otros usuarios.
 - Fase de desarrollo: tras haber investigado se empezó con el desarrollo de la idea inicial. Las soluciones que aparentemente eran mejores se implementaron, seguidamente se pusieron a prueba, y en base a los resultados, la complejidad y lo requerido se escogió una para su implementación.
- **Pruebas de funcionamientos** (Fase 3). Tras la finalización del diseño había que poner a prueba la fase 2 para así comprobar su funcionamiento de manera unificada. Durante este proceso se encontraron varios problemas, los cuales se resolvieron para que no volvieran a suceder, o en el caso de un fallo irreparable o con un tiempo largo de solución se optó por implementar otra herramienta estudiada en la fase 2.
- **Planteamiento de mejoras** (Fase 4). Se estudió con detalle todo lo que se había hecho, se buscó posibles mejoras y se implantaron.
- **Documentación del proyecto** (Fase 5). Una vez estaba todo en correcto funcionamiento se empezó a explicar lo realizado, todas las elecciones tomadas e información técnica, con el fin de tener una vista precisa de lo establecido.

A continuación, se presenta una aproximación del tiempo dedicado a cada fase:

Actividad	Porcentaje
Planteamiento del proyecto	5%
Diseño inicial del proyecto	5%
Implantación del proyecto	40%
Pruebas de funcionamientos	20%
Planteamiento de mejoras	15%
Documentación del proyecto	15%

3.3. Presupuesto

En el siguiente apartado se hace un desglose de los gastos aproximados que supone el proyecto.

A. Presupuesto hardware

Para el desarrollo del proyecto se necesitarán mínimo 4 dispositivos:

- Firewall HA SonicWall:

DESCRIPCIÓN	PRECIO LISTA UNITARIO USD	PVD Unitario EUR	Cantidad	PVD Total EUR
SONICWALL TZ370 SECURE UPGRADE PLUS - ESSENTIAL EDITION 2YR	1.431,00	1.046,32	1	1.092,64
SONICWALL TZ370 HIGH AVAILABILITY	457,79	392,00	1	684,00

NOTA: El segundo dispositivo es para alta disponibilidad, puede ser opcional depende de las necesidades.

- 3 servidores para Proxmox VE exactamente iguales:

NÚMERO DE SERIE	NOMBRE	CANTIDAD
S26361-K1659-V101	PY RX2530 M5 4x 3.5'	1
S26361-F3776-E121	ErP Lot9 configuración para 1 DIMM	1
S26361-F4082-E110	Intel Xeon Silver 4210 10C 2.20 GHz	1
S26361-F4083-E116	16GB (1x16GB) 2Rx8 DDR4-2933 R ECC	2
S26361-F5864-E400	SSD SAS 12G 400GB Write-Int. 3.5' H-P EP	3
S26361-F5791-E251	PRAID CP500i LP	1
S26361-F3953-E100	PLAN EM Blind Panel OCP	1
S26361-F2735-E401	Rack F1 Slim Line	1
S26361-F1790-E243	iRMC advanced pack	1
S26113-F574-E13	Fuente Modular PSU 800W platinum hp	2
T26139-Y1968-E250	Cable powercord rack, 2.5m, negro	2
PRECIO TOTAL:		5.213,22 €

Descripción:

El servidor es de rack de 19" (1U), se trata de una unidad base que cuenta con una placa base D3383-B capaz de soportar hasta 2 procesadores Xeon DP y 24 ranuras DIMM DDR4. Incluye una gestión integrada del sistema denominada iRMC S5, la cual cuenta con un controlador gráfico. Asimismo, se encuentra equipado con un puerto LAN de servicio de 10/100/1000Mbit y una LAN en la placa base que ofrece dos conexiones de 1Gbit/s (RJ45). Adicionalmente, tiene el Chip Intel LBG4 de alto rendimiento que brinda opciones flexibles de conexiones de red, como 4x1Gbit/s (RJ45), 2x10Gbit/s (RJ45), 2x10Gbit/s (SFP+) y 4x10Gbit/s (SFP+).

También se cuenta con una controladora RAID integrada que ofrece velocidades de transferencia de 6Gbit/s y dispone de 4 bahías para unidades hot plug de 3,5" SAS/SATA. Para el enfriamiento, se incluyen 4/8 ventiladores individuales hot plug. Este servidor ofrece una garantía estándar de 3 años.

El presupuesto total de hardware se eleva a:

$$1.092,64 + 684,00 + 5.213,22 \times 3 = 17.416,30\text{€}$$

B. Presupuesto de recursos humanos

Para calcular el presupuesto del desarrollo del proyecto, vamos a suponer que el trabajo solo lo ha realizado una persona, desarrollando todos los roles dentro del equipo de la empresa, por lo que así solo será necesario abonar sueldo a un empleado. Para ello, imaginemos que la hora se cobra a 15'50€, y cada día dedica 3 horas de lunes a viernes a realizarlo, más o menos siguiendo lo explicado en la documentación se podría realizar en poco menos de un mes, por lo que serían alrededor 1.023€

C. Presupuesto total

El presupuesto total del proyecto es:

DESCRIPCIÓN	PRECIO
PRESUPUESTO HARDWARE	17.416,30 €
PRESUPUESTO RRHH	1.023 €
PRESUPUESTO TOTAL	18.439,3 €

4. DISEÑO Y DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

4.1. Descripción del proyecto

Una vez se inició la creación de la web de wordpress surgieron propuestas de mejora y obstáculos que afrontar, de modo que, lo que empezó con una idea básica se ha convertido en una solución profesional, haciendo una infraestructura de gran calidad.

Para este proyecto se han proporcionado 3 máquinas virtuales de Proxmox, que se encuentran en el entorno virtualizado de proxmox de Morfeo. La idea inicial era hacerlo solamente con un Proxmox, entonces ¿por qué ahora hay 3? Bien, esto se debe a la siguiente pregunta que me planteé: "En mi proyecto ofrezco una página web de wordpress, la cual necesita de una base de datos, además de haber implantado servidores de redis, entre otras cosas. Todo está creado en clusters de alta disponibilidad, principalmente, de manera que, por ejemplo, si cae una base de datos puede seguir funcionando todo con normalidad, pero ¿qué ocurre si el Proxmox donde tengo todos los servicios cae?" La respuesta a dicha cuestión es muy sencilla, la infraestructura no es de alta disponibilidad, ya que los servicios dejarán de estar disponibles, es por ello que se han implementado 3 Proxmox en clúster y se ha configurado la alta disponibilidad y replicación, de forma que, si un servidor falla, las máquinas automáticamente se irán a uno de los Proxmox disponibles.

Dentro de cada Proxmox hay un firewall con IpFire y un router con PfSense, en ese orden respectivamente, de manera que, cuando una petición llega de Internet a una página web primero pasa por el firewall y luego este se la pasa al router.

Se han separado las funciones de firewall y router en dos dispositivos para crear una segmentación entre el enrutamiento y la seguridad. Además, así se añade una capa de seguridad a la red, puesto que el firewall se convierte en una barrera entre la red interna y el mundo exterior, por lo que ante una amenaza externa a nivel de aplicación o red será el firewall el que la detecte y la bloquee, mientras que el router no lo percibirá ya que nunca le llegarán los paquetes. Por último, se consigue escalabilidad y se mejora el rendimiento, dado que los routers suelen estar optimizados para un enrutamiento rápido y eficiente, de igual forma que los firewalls están especializados en funciones de seguridad.

Los dos dispositivos de red no se han configurado para replicarse en alta disponibilidad, de manera que si el Proxmox en el que están presentes detecta cualquier tipo de

interrupción del servicio o fallo de comunicación no realizarán una conmutación automática a cualquiera de los otros dos Proxmox disponibles. Esto es debido a la infraestructura del centro en el que se ha realizado el proyecto. Como ya se ha comentado, los 3 proxmox, Hades, Zeus y Poseidón, que son de segundo nivel debido a la virtualización anidada, están virtualizados en la infraestructura virtual del centro denominada Morfeo. Este es el proxmox de primer nivel, además junto con los 3 proxmox ofrecidos hay un firewall-router virtualizado, y luego otro físico. Por ello, hay varios puertos redireccionados y, cuando una petición llega a través de internet en busca de un servicio dentro de un proxmox de segundo nivel, este paquete pasa primero por el firewall físico. Asimismo, mediante NAT se redirige al proxmox correspondiente de primer nivel, en este caso Morfeo, donde el firewall-router virtualizado coge la solicitud y la redirecciona al proxmox de segundo nivel, en el que los dispositivos de red ya se encargan de encaminar las solicitudes a los servidores correspondientes. De este modo, para cada proxmox de segundo nivel, cada uno con una IP diferente, hay unos puertos abiertos y redireccionados que le corresponden.

Así pues, cuando las máquinas conmutan automáticamente a otro proxmox, los puertos que se redirigen cambian, por lo tanto, cada dispositivo de red debe tener unos puertos orientados a las máquinas correspondientes de forma que no pueden conmutar, ya que si lo hacen el servicio no sería accesible desde fuera de Internet.

Por consiguiente, los 3 firewall y los 3 routers están configurados exactamente igual, excepto las redirecciones de puertos, que son las que el centro ha proporcionado.

Seguidamente, en el nodo inicial de proxmox Zeus se crearon y configuraron las siguientes máquinas:

- 3 servidores web con Apache2 + PHP
- 3 servidores GlusterFS
- 2平衡adores de carga para Apache2
- 2平衡adores de carga para MariaDB
- 1 servidor de monitorización Zabbix
- 1 servidor de bases de datos para Zabbix
- 6 servidores Redis

Además de eso, en cada proxmox hay 5 LXC para bases de datos que tampoco comutan.

De manera que existen:

- Proxmox Zeus
 - o 5 servidores MariaDB
- Proxmox Poseidón
 - o 5 servidores MariaDB
- Proxmox Hades
 - o 5 servidores MariaDB

En total se dispone de 15 servidores de bases de datos utilizadas para la web de wordpress, 5 en cada proxmox. Posteriormente, se explicarán las decisiones tomadas para realizarlo de esta forma.

Los 2 balanceadores de carga para la web redireccionan del puerto 80 al 443, ambos están configurados con Keepalived y HAProxy, por lo que tienen una IP Virtual.

Por otro lado, los 2 balanceadores de carga también configurados con HAProxy y Keepalived, igualmente ajustados con una IP Virtual, escuchan por el puerto 3306, el cual es el que utiliza MariaDB. Ambas máquinas tienen dos interfaces de red, una para comunicación en la red de la DMZ, y otra interfaz haciendo un puente a la tarjeta de red de proxmox para la comunicación de la LAN, de forma que se pueden comunicar con las bases de datos de los demás proxmox. También se ha creado una regla IPtables que redirecciona todo lo que le venga por el puerto 3306 a través de la tarjeta de comunicación en la red de la DMZ a la tarjeta de red que está puenteada a la de comunicación de la LAN de proxmox.

En cuanto a los 6 servidores de redis se han implantado para mejorar el rendimiento de la web de wordpress y quitarles carga a las bases de datos, dado que se utiliza como caché para acelerar el acceso a los datos.

Los 15 servidores de bases de datos creados para la web se han configurado en clústeres con MariaDB Galera. Tienen dos tarjetas de red, una para comunicación en la DMZ y otra haciendo un puente a la tarjeta de red de proxmox para comunicación de la LAN, de manera que las 5 bases de datos de cada proxmox se comunican con la de los demás.

En relación con los 3 servidores de GlusterFS se utilizan como almacenamiento distribuido, todos los servidores tienen un disco montado y comparten la misma información.

En contraste, los 3 servidores de Apache2 y PHP tienen montado el disco de GlusterFS, donde se encuentran los ficheros de configuración de wordpress.

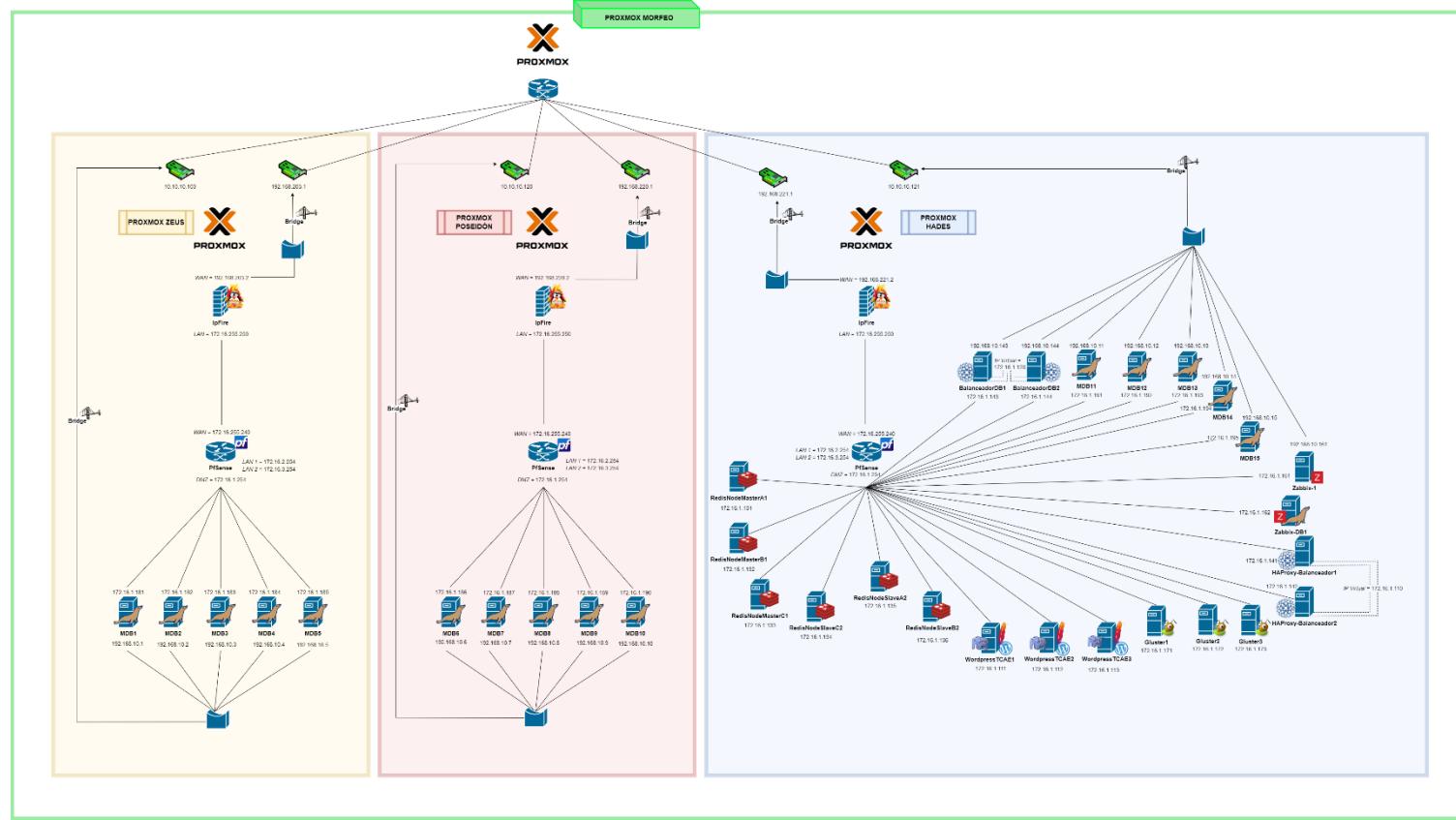
A modo de anotación, se destaca que GlusterFS tiene que ser instalado en una máquina virtual y no en un contenedor, ya que en el contenedor da problemas con los volúmenes, al igual que al montarlo en los clientes. Es por lo que, 3 de las máquinas de GlusterFS y Apache2+PHP son máquinas virtuales y no LXC.

También hay que añadir que de las máquinas que no se replican se han programado copias de seguridad en caliente, para en el caso de falla, poder recuperarlas rápidamente. Además, en caso de un reinicio del proxmox se ha establecido un orden de arranque de las máquinas automático.

Asimismo, se ha creado un servicio propio con systemd en los 3 servidores web. Este servicio hace referencia a un script, de forma genérica realiza la función de detener el servicio de Apache2, en caso de no tener montado el volumen de GlusterFS. Tras ello, trata de montarlo, cuando la operación es exitosa enciende de nuevo el servicio para que se esperen conexiones a través de los puertos 80 y 443. Posteriormente, se explicará con más detalle acerca de este punto.

Por último, se ha implantado un servidor de monitorización de Zabbix, junto a una base de datos necesaria para su funcionamiento. Se ha configurado la monitorización de los servidores y en caso de fallos se le notifica al administrador por Telegram, para así hacer una rápida intervención y solucionar los problemas con urgencia.

4.2. Esquema de red



NOTAS

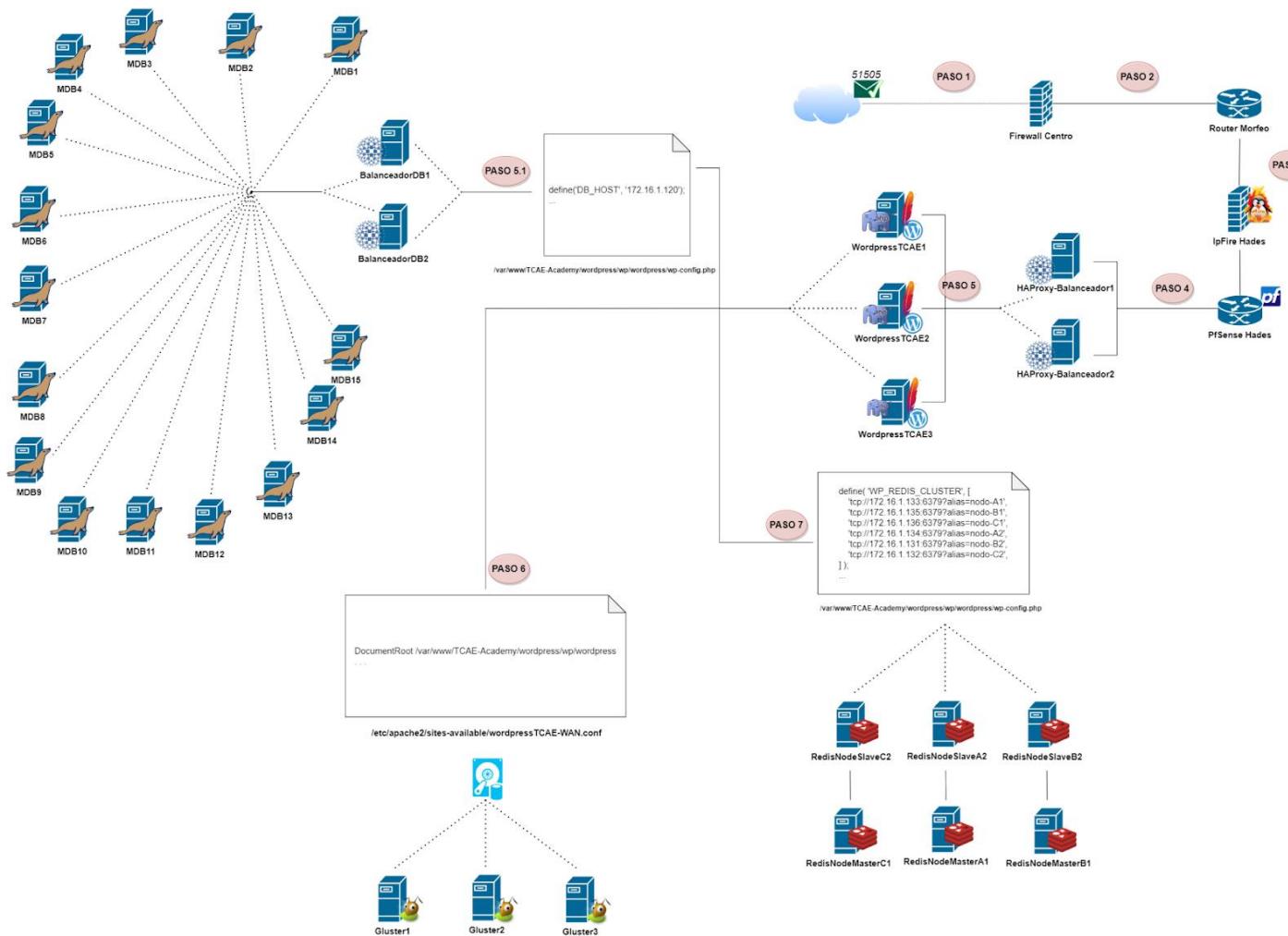
Cada Proxmox de segundo nivel (Zeus, Poseidón y Hades) tienen 2 tarjetas de red físicas y 6 virtuales:

- ens18 = Tarjeta Física - Corresponde a la IP 192.168.X.X
- ens19 = Tarjeta Física - Corresponde a la IP 10.10.10.X, se utiliza para comunicación en la LAN
- vmb0 = Tarjeta Virtual - Puenteada a la tarjeta física ens18, se utiliza para la WAN de IpFire. Las IPs son 192.168.X.X
- vmb1 = Tarjeta Virtual - Se utiliza para la LAN de IpFire y la WAN de PfSense. Las IPs son 172.16.255.X
- vmb2 = Tarjeta Virtual - Se utiliza para la DMZ de PfSense. Asignada a todos los servidores. Las IPs son 172.16.1.X
- vmb3 = Tarjeta Virtual - Se utiliza para la LAN 1 de PfSense. Las IPs son 172.16.2.X
- vmb4 = Tarjeta Virtual - Se utiliza para la LAN 2 de PfSense. Las IPs son 172.16.3.X
- vmb5 = Tarjeta Virtual - Puenteada a la tarjeta física ens19, para comunicación de servidores entre los proxmox. Asignada a los servidores del cluster de MariDB Galera (MDBX), a los dos balanceadores de la base de datos y al servidor de monitorización Zabbix. Las IPs son 192.168.10.X



4.3. Funcionamiento

Se va a simular que las máquinas están en el nodo de Hades y la petición llega en busca de la página web de wordpress a través del puerto 51505, el funcionamiento sería el siguiente:



1- La petición llega por internet y va hacia el firewall del centro.

2- El firewall le pasa la petición al router virtual del proxmox de primer nivel.

3- El router de primer nivel le pasa la petición al firewall de segundo nivel.

4- Seguidamente, la petición se pasa al router de segundo nivel en busca del balanceador de carga de apache2.

5- El servidor de Apache2 se comunica con el balanceador de carga de las bases de datos a través de la línea "define('DB_HOST', '172.16.1.120');;" en el fichero de configuración de wordpress wp-config.php.

- 5.1- El balanceador de carga de las bases de datos le pasa la petición al servidor de base de datos.
- 6- El servidor de Apache2 se comunica con GlusterFS a través del disco que tiene montado, para acceder a los ficheros de configuración de wordpress. Esto lo hace a través de la línea DocumentRoot del fichero VirtualHost del servidor web establecida con el valor “DocumentRoot /var/www/TCAE-Academy/wordpress/wp/wordpress”, el cual es un enlace simbólico que apunta al disco montado en la ruta: X.
- 7- El servidor de Apache2 se comunica con los servidores maestros de Redis mediante el plugin de wordpress Redis Object Cache, a través de los valores establecidos en el fichero wp-config.php. Posteriormente, los maestros replican la información a los esclavos.

4.4. Información de MV utilizadas

En las siguientes secciones se presentarán una serie de capturas de pantalla para mostrar qué tipo de hardware se ha utilizado para todas las máquinas y qué tarjetas de red tienen cada una.

Para las máquinas virtuales solo habrá una captura de la sección de ‘Hardware’ y, para los contenedores, dos capturas: una del apartado ‘Recursos’ y ‘Red’. No se hará captura de la sección ‘DNS’ de los contenedores, ya que en todas las máquinas se ha utilizado: 8.8.8.8 y 8.8.4.4.

Máquinas virtuales que comutan entre nodos de Proxmox:

- Gluster1 (ID: 5551)

		Agregar	Eliminar	Editar	Disk Action	Revertir
Resumen						
Consola						
Hardware						
Cloud-Init						
Opciones						
Historial de Tareas						
Monitor						
Copia de seguridad						
Replicación						
Snapshots						
Cortafuego						
Permisos						

Memoria	4.00 GiB
Procesadores	2 (1 sockets, 2 cores)
BIOS	Por defecto (SeaBIOS)
Pantalla	Por defecto
Machine	Por defecto (i440fx)
Controlador SCSI	VirtIO SCSI single
Dispositivo CD/DVD (ide2)	RepShare iso/ubuntu-22.04.1-live-server-amd64.iso.media=cdrom,size=1440306K
Disco Duro (scsi0)	CronosStorage:vm-5551-disk-0.lothread=1,size=16G
Dispositivo de red (net0)	virtio=A6:08:2E:76:35:5C.bridge=vmbr2.firewall=1

- Gluster2 (ID: 5552)

Resumen	Agregar	Eliminar	Editar	Disk Action	Revertir
Consola					
Hardware					
Cloud-Init					
Opciones					
Historial de Tareas					
Monitor					
Copia de seguridad					
Replicación					
Snapshots					
Cortafuego					
Permisos					
Memoria	4.00 GiB				
Procesadores	2 (1 sockets, 2 cores)				
BIOS	Por defecto (SeaBIOS)				
Pantalla	Por defecto				
Machine	Por defecto (i440fx)				
Controlador SCSI	VirtIO SCSI single				
Dispositivo CD/DVD (ide2)	RepShare.iso/ubuntu-22.04.1-live-server-amd64.iso.media=cdrom.size=1440306K				
Disco Duro (scsi0)	CronosStorage.vm-5552-disk-0.iothread=1.size=16G				
Dispositivo de red (net0)	virtio=AE:27:09:6F:B2:97.bridge=vmbr2.firewall=1				

- Gluster3 (ID: 5553)

Resumen	Agregar	Eliminar	Editar	Disk Action	Revertir
Consola					
Hardware					
Cloud-Init					
Opciones					
Historial de Tareas					
Monitor					
Copia de seguridad					
Replicación					
Snapshots					
Cortafuego					
Permisos					
Memoria	4.00 GiB				
Procesadores	2 (1 sockets, 2 cores)				
BIOS	Por defecto (SeaBIOS)				
Pantalla	Por defecto				
Machine	Por defecto (i440fx)				
Controlador SCSI	VirtIO SCSI single				
Dispositivo CD/DVD (ide2)	RepShare.iso/ubuntu-22.04.1-live-server-amd64.iso.media=cdrom.size=1440306K				
Disco Duro (scsi0)	CronosStorage.vm-5553-disk-0.iothread=1.size=16G				
Dispositivo de red (net0)	virtio=9E:A1:8F:B3:06:BB.bridge=vmbr2.firewall=1				

- WordpressTCAE1 (ID: 8881)

Resumen	Agregar	Eliminar	Editar	Disk Action	Revertir
Consola					
Hardware					
Cloud-Init					
Opciones					
Historial de Tareas					
Monitor					
Copia de seguridad					
Replicación					
Snapshots					
Cortafuego					
Permisos					
Memoria	4.00 GiB				
Procesadores	2 (1 sockets, 2 cores)				
BIOS	Por defecto (SeaBIOS)				
Pantalla	Por defecto				
Machine	Por defecto (i440fx)				
Controlador SCSI	VirtIO SCSI single				
Dispositivo CD/DVD (ide2)	RepShare.iso/ubuntu-22.04.1-live-server-amd64.iso.media=cdrom.size=1440306K				
Disco Duro (scsi0)	CronosStorage.vm-8881-disk-0.iothread=1.size=16G				
Dispositivo de red (net0)	virtio=6A:94:CD:CF:04:92.bridge=vmbr2.firewall=1				

- WordpressTCAE2 (ID: 8882)

Resumen	Agregar	Eliminar	Editar	Disk Action	Revertir
Consola					
Hardware					
Cloud-Init					
Opciones					
Historial de Tareas					
Monitor					
Copia de seguridad					
Replicación					
Snapshots					
Cortafuego					
Permisos					
Memoria	4.00 GiB				
Procesadores	2 (1 sockets, 2 cores)				
BIOS	Por defecto (SeaBIOS)				
Pantalla	Por defecto				
Machine	Por defecto (i440fx)				
Controlador SCSI	VirtIO SCSI single				
Dispositivo CD/DVD (ide2)	RepShare.iso/ubuntu-22.04.1-live-server-amd64.iso.media=cdrom.size=1440306K				
Disco Duro (scsi0)	CronosStorage.vm-8882-disk-0.iothread=1.size=16G				
Dispositivo de red (net0)	virtio=46:6F:5C:B3:F8:94.bridge=vmbr2.firewall=1				

- WordpressTCAE3 (ID: 8883)

Resumen	Agregar	Eliminar	Editar	Disk Action	Revertir
Consola					
Hardware					
Cloud-Init					
Opciones					
Historial de Tareas					
Monitor					
Copia de seguridad					
Replicación					
Snapshots					
Cortafuego					
Permisos					
Memoria	4.00 GiB				
Procesadores	2 (1 sockets, 2 cores)				
BIOS	Por defecto (SeaBIOS)				
Pantalla	Por defecto				
Machine	Por defecto (i440fx)				
Controlador SCSI	VirtIO SCSI single				
Dispositivo CD/DVD (ide2)	RepShare.iso/ubuntu-22.04.1-live-server-amd64.iso.media=cdrom.size=1440306K				
Disco Duro (scsi0)	CronosStorage.vm-8883-disk-0.iothread=1.size=16G				
Dispositivo de red (net0)	virtio=F6:62:BC:C2:10:EF.bridge=vmbr2.firewall=1				



Contenedores que comutan entre nodos de Proxmox:

- Zabbix-1 (ID: 3331)

<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Resumen</th> <th>Agregar</th> <th>Editar</th> <th>Eliminar</th> <th>Volume Action</th> <th>Revertir</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Consola</td> <td>Memoria</td> <td colspan="5">5.95 GiB</td></tr> <tr> <td>Recursos</td> <td>Swap</td> <td colspan="5">4.00 GiB</td></tr> <tr> <td>Red</td> <td>Núcleos</td> <td colspan="5">2</td></tr> <tr> <td>DNS</td> <td>Disco root</td> <td colspan="5">CronosStorage subvol-3331-disk-0,size=8G</td></tr> </tbody> </table> <table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Resumen</th> <th>Agregar</th> <th>Editar</th> <th>Eliminar</th> <th>Volume Action</th> <th>Revertir</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Consola</td> <td>ID ↑</td> <td>Nombre</td> <td>Puente</td> <td>Cortafu...</td> <td>Etiquet...</td> <td>Dirección MAC</td> <td>Dirección IP</td> <td>Puerta de enlace</td> <td>MTU</td> <td>Disconnected</td> </tr> <tr> <td>Recursos</td> <td>net0</td> <td>eth0</td> <td>vmbr2</td> <td>Sí</td> <td>CA:40:00:9B...</td> <td>172.16.1.161/24</td> <td>172.16.1.254</td> <td></td> <td>No</td> </tr> <tr> <td>Red</td> <td>net1</td> <td>eth1</td> <td>vmbr5</td> <td>Sí</td> <td>D2:3E:6A:7A...</td> <td>192.168.10.161/24</td> <td></td> <td></td> <td>No</td> </tr> </tbody> </table>	Resumen		Agregar	Editar	Eliminar	Volume Action	Revertir	Consola	Memoria	5.95 GiB					Recursos	Swap	4.00 GiB					Red	Núcleos	2					DNS	Disco root	CronosStorage subvol-3331-disk-0,size=8G					Resumen		Agregar	Editar	Eliminar	Volume Action	Revertir	Consola	ID ↑	Nombre	Puente	Cortafu...	Etiquet...	Dirección MAC	Dirección IP	Puerta de enlace	MTU	Disconnected	Recursos	net0	eth0	vmbr2	Sí	CA:40:00:9B...	172.16.1.161/24	172.16.1.254		No	Red	net1	eth1	vmbr5	Sí	D2:3E:6A:7A...	192.168.10.161/24			No
Resumen		Agregar	Editar	Eliminar	Volume Action	Revertir																																																																			
Consola	Memoria	5.95 GiB																																																																							
Recursos	Swap	4.00 GiB																																																																							
Red	Núcleos	2																																																																							
DNS	Disco root	CronosStorage subvol-3331-disk-0,size=8G																																																																							
Resumen		Agregar	Editar	Eliminar	Volume Action	Revertir																																																																			
Consola	ID ↑	Nombre	Puente	Cortafu...	Etiquet...	Dirección MAC	Dirección IP	Puerta de enlace	MTU	Disconnected																																																															
Recursos	net0	eth0	vmbr2	Sí	CA:40:00:9B...	172.16.1.161/24	172.16.1.254		No																																																																
Red	net1	eth1	vmbr5	Sí	D2:3E:6A:7A...	192.168.10.161/24			No																																																																

- Zabbix-DB1 (ID: 3334)

<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Resumen</th> <th>Agregar</th> <th>Editar</th> <th>Eliminar</th> <th>Volume Action</th> <th>Revertir</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Consola</td> <td>Memoria</td> <td colspan="5">4.00 GiB</td></tr> <tr> <td>Recursos</td> <td>Swap</td> <td colspan="5">2.05 GiB</td></tr> <tr> <td>Red</td> <td>Núcleos</td> <td colspan="5">2</td></tr> <tr> <td>DNS</td> <td>Disco root</td> <td colspan="5">CronosStorage subvol-3334-disk-2,size=8G</td></tr> </tbody> </table> <table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Resumen</th> <th>Agregar</th> <th>Editar</th> <th>Eliminar</th> <th>Volume Action</th> <th>Revertir</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Consola</td> <td>ID ↑</td> <td>Nombre</td> <td>Puente</td> <td>Cortafu...</td> <td>Etiquet...</td> <td>Dirección MAC</td> <td>Dirección IP</td> <td>Puerta de enlace</td> <td>MTU</td> <td>Disconnected</td> </tr> <tr> <td>Recursos</td> <td>net0</td> <td>eth0</td> <td>vmbr2</td> <td>Sí</td> <td>2A:45:AC:1E...</td> <td>172.16.1.162/24</td> <td>172.16.1.254</td> <td></td> <td>No</td> </tr> <tr> <td>Red</td> <td>net1</td> <td>eth1</td> <td>vmbr5</td> <td>Sí</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>No</td> </tr> </tbody> </table>	Resumen		Agregar	Editar	Eliminar	Volume Action	Revertir	Consola	Memoria	4.00 GiB					Recursos	Swap	2.05 GiB					Red	Núcleos	2					DNS	Disco root	CronosStorage subvol-3334-disk-2,size=8G					Resumen		Agregar	Editar	Eliminar	Volume Action	Revertir	Consola	ID ↑	Nombre	Puente	Cortafu...	Etiquet...	Dirección MAC	Dirección IP	Puerta de enlace	MTU	Disconnected	Recursos	net0	eth0	vmbr2	Sí	2A:45:AC:1E...	172.16.1.162/24	172.16.1.254		No	Red	net1	eth1	vmbr5	Sí					No
Resumen		Agregar	Editar	Eliminar	Volume Action	Revertir																																																																			
Consola	Memoria	4.00 GiB																																																																							
Recursos	Swap	2.05 GiB																																																																							
Red	Núcleos	2																																																																							
DNS	Disco root	CronosStorage subvol-3334-disk-2,size=8G																																																																							
Resumen		Agregar	Editar	Eliminar	Volume Action	Revertir																																																																			
Consola	ID ↑	Nombre	Puente	Cortafu...	Etiquet...	Dirección MAC	Dirección IP	Puerta de enlace	MTU	Disconnected																																																															
Recursos	net0	eth0	vmbr2	Sí	2A:45:AC:1E...	172.16.1.162/24	172.16.1.254		No																																																																
Red	net1	eth1	vmbr5	Sí					No																																																																

- BalanceadorDB1 (ID: 4441)

<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Resumen</th> <th>Agregar</th> <th>Editar</th> <th>Eliminar</th> <th>Volume Action</th> <th>Revertir</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Consola</td> <td>Memoria</td> <td colspan="5">2.03 GiB</td></tr> <tr> <td>Recursos</td> <td>Swap</td> <td colspan="5">2.03 GiB</td></tr> <tr> <td>Red</td> <td>Núcleos</td> <td colspan="5">2</td></tr> <tr> <td>DNS</td> <td>Disco root</td> <td colspan="5">CronosStorage subvol-4441-disk-0,size=6G</td></tr> </tbody> </table> <table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Resumen</th> <th>Agregar</th> <th>Editar</th> <th>Eliminar</th> <th>Volume Action</th> <th>Revertir</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Consola</td> <td>ID ↑</td> <td>Nombre</td> <td>Puente</td> <td>Cortafu...</td> <td>Etiquet...</td> <td>Dirección MAC</td> <td>Dirección IP</td> <td>Puerta de enlace</td> <td>MTU</td> <td>Disconnected</td> </tr> <tr> <td>Recursos</td> <td>net0</td> <td>eth0</td> <td>vmbr2</td> <td>Sí</td> <td>0A:61:E7:94:...</td> <td>172.16.1.143/24</td> <td>172.16.1.254</td> <td></td> <td>No</td> </tr> <tr> <td>Red</td> <td>net1</td> <td>eth1</td> <td>vmbr5</td> <td>Sí</td> <td>96:70:D0:D7:...</td> <td>192.168.10.143/24</td> <td></td> <td></td> <td>No</td> </tr> </tbody> </table>	Resumen		Agregar	Editar	Eliminar	Volume Action	Revertir	Consola	Memoria	2.03 GiB					Recursos	Swap	2.03 GiB					Red	Núcleos	2					DNS	Disco root	CronosStorage subvol-4441-disk-0,size=6G					Resumen		Agregar	Editar	Eliminar	Volume Action	Revertir	Consola	ID ↑	Nombre	Puente	Cortafu...	Etiquet...	Dirección MAC	Dirección IP	Puerta de enlace	MTU	Disconnected	Recursos	net0	eth0	vmbr2	Sí	0A:61:E7:94:...	172.16.1.143/24	172.16.1.254		No	Red	net1	eth1	vmbr5	Sí	96:70:D0:D7:...	192.168.10.143/24			No
Resumen		Agregar	Editar	Eliminar	Volume Action	Revertir																																																																			
Consola	Memoria	2.03 GiB																																																																							
Recursos	Swap	2.03 GiB																																																																							
Red	Núcleos	2																																																																							
DNS	Disco root	CronosStorage subvol-4441-disk-0,size=6G																																																																							
Resumen		Agregar	Editar	Eliminar	Volume Action	Revertir																																																																			
Consola	ID ↑	Nombre	Puente	Cortafu...	Etiquet...	Dirección MAC	Dirección IP	Puerta de enlace	MTU	Disconnected																																																															
Recursos	net0	eth0	vmbr2	Sí	0A:61:E7:94:...	172.16.1.143/24	172.16.1.254		No																																																																
Red	net1	eth1	vmbr5	Sí	96:70:D0:D7:...	192.168.10.143/24			No																																																																

- BalanceadorDB2 (ID: 4442)

<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Resumen</th> <th>Agregar</th> <th>Editar</th> <th>Eliminar</th> <th>Volume Action</th> <th>Revertir</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Consola</td> <td>Memoria</td> <td colspan="5">2.00 GiB</td></tr> <tr> <td>Recursos</td> <td>Swap</td> <td colspan="5">2.00 GiB</td></tr> <tr> <td>Red</td> <td>Núcleos</td> <td colspan="5">2</td></tr> <tr> <td>DNS</td> <td>Disco root</td> <td colspan="5">CronosStorage subvol-4442-disk-0,size=6G</td></tr> </tbody> </table> <table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Resumen</th> <th>Agregar</th> <th>Editar</th> <th>Eliminar</th> <th>Volume Action</th> <th>Revertir</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Consola</td> <td>ID ↑</td> <td>Nombre</td> <td>Puente</td> <td>Cortafu...</td> <td>Etiquet...</td> <td>Dirección MAC</td> <td>Dirección IP</td> <td>Puerta de enlace</td> <td>MTU</td> <td>Disconnected</td> </tr> <tr> <td>Recursos</td> <td>net0</td> <td>eth0</td> <td>vmbr2</td> <td>Sí</td> <td>86:40:55:55:...</td> <td>172.16.1.144/24</td> <td>172.16.1.254</td> <td></td> <td>No</td> </tr> <tr> <td>Red</td> <td>net1</td> <td>eth1</td> <td>vmbr5</td> <td>Sí</td> <td>F2:03:BB:03:...</td> <td>192.168.10.144/24</td> <td></td> <td></td> <td>No</td> </tr> </tbody> </table>	Resumen		Agregar	Editar	Eliminar	Volume Action	Revertir	Consola	Memoria	2.00 GiB					Recursos	Swap	2.00 GiB					Red	Núcleos	2					DNS	Disco root	CronosStorage subvol-4442-disk-0,size=6G					Resumen		Agregar	Editar	Eliminar	Volume Action	Revertir	Consola	ID ↑	Nombre	Puente	Cortafu...	Etiquet...	Dirección MAC	Dirección IP	Puerta de enlace	MTU	Disconnected	Recursos	net0	eth0	vmbr2	Sí	86:40:55:55:...	172.16.1.144/24	172.16.1.254		No	Red	net1	eth1	vmbr5	Sí	F2:03:BB:03:...	192.168.10.144/24			No
Resumen		Agregar	Editar	Eliminar	Volume Action	Revertir																																																																			
Consola	Memoria	2.00 GiB																																																																							
Recursos	Swap	2.00 GiB																																																																							
Red	Núcleos	2																																																																							
DNS	Disco root	CronosStorage subvol-4442-disk-0,size=6G																																																																							
Resumen		Agregar	Editar	Eliminar	Volume Action	Revertir																																																																			
Consola	ID ↑	Nombre	Puente	Cortafu...	Etiquet...	Dirección MAC	Dirección IP	Puerta de enlace	MTU	Disconnected																																																															
Recursos	net0	eth0	vmbr2	Sí	86:40:55:55:...	172.16.1.144/24	172.16.1.254		No																																																																
Red	net1	eth1	vmbr5	Sí	F2:03:BB:03:...	192.168.10.144/24			No																																																																

- HAProxy-Balanceador1 (ID: 6660)

<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Resumen</th> <th>Agregar</th> <th>Editar</th> <th>Eliminar</th> <th>Volume Action</th> <th>Revertir</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Consola</td> <td>Memoria</td> <td colspan="5">2.03 GiB</td></tr> <tr> <td>Recursos</td> <td>Swap</td> <td colspan="5">2.03 GiB</td></tr> <tr> <td>Red</td> <td>Núcleos</td> <td colspan="5">2</td></tr> <tr> <td>DNS</td> <td>Disco root</td> <td colspan="5">CronosStorage subvol-6660-disk-0,size=6G</td></tr> </tbody> </table> <table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Resumen</th> <th>Agregar</th> <th>Editar</th> <th>Eliminar</th> <th>Volume Action</th> <th>Revertir</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Consola</td> <td>ID ↑</td> <td>Nombre</td> <td>Puente</td> <td>Cortafu...</td> <td>Etiquet...</td> <td>Dirección MAC</td> <td>Dirección IP</td> <td>Puerta de enlace</td> <td>MTU</td> <td>Disconnected</td> </tr> <tr> <td>Recursos</td> <td>net0</td> <td>eth0</td> <td>vmbr2</td> <td>Sí</td> <td>52:EE:84:BF:...</td> <td>172.16.1.141/24</td> <td>172.16.1.254</td> <td></td> <td>No</td> </tr> <tr> <td>Red</td> <td>net1</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>No</td> </tr> </tbody> </table>	Resumen		Agregar	Editar	Eliminar	Volume Action	Revertir	Consola	Memoria	2.03 GiB					Recursos	Swap	2.03 GiB					Red	Núcleos	2					DNS	Disco root	CronosStorage subvol-6660-disk-0,size=6G					Resumen		Agregar	Editar	Eliminar	Volume Action	Revertir	Consola	ID ↑	Nombre	Puente	Cortafu...	Etiquet...	Dirección MAC	Dirección IP	Puerta de enlace	MTU	Disconnected	Recursos	net0	eth0	vmbr2	Sí	52:EE:84:BF:...	172.16.1.141/24	172.16.1.254		No	Red	net1								No
Resumen		Agregar	Editar	Eliminar	Volume Action	Revertir																																																																			
Consola	Memoria	2.03 GiB																																																																							
Recursos	Swap	2.03 GiB																																																																							
Red	Núcleos	2																																																																							
DNS	Disco root	CronosStorage subvol-6660-disk-0,size=6G																																																																							
Resumen		Agregar	Editar	Eliminar	Volume Action	Revertir																																																																			
Consola	ID ↑	Nombre	Puente	Cortafu...	Etiquet...	Dirección MAC	Dirección IP	Puerta de enlace	MTU	Disconnected																																																															
Recursos	net0	eth0	vmbr2	Sí	52:EE:84:BF:...	172.16.1.141/24	172.16.1.254		No																																																																
Red	net1								No																																																																

- HAProxy-Balanceador2 (ID: 6662)

<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Resumen</th> <th>Agregar</th> <th>Editar</th> <th>Eliminar</th> <th>Volume Action</th> <th>Revertir</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Consola</td> <td>Memoria</td> <td colspan="5">2.00 GiB</td></tr> <tr> <td>Recursos</td> <td>Swap</td> <td colspan="5">2.00 GiB</td></tr> <tr> <td>Red</td> <td>Núcleos</td> <td colspan="5">2</td></tr> <tr> <td>DNS</td> <td>Disco root</td> <td colspan="5">CronosStorage subvol-6662-disk-0,size=6G</td></tr> </tbody> </table>	Resumen		Agregar	Editar	Eliminar	Volume Action	Revertir	Consola	Memoria	2.00 GiB					Recursos	Swap	2.00 GiB					Red	Núcleos	2					DNS	Disco root	CronosStorage subvol-6662-disk-0,size=6G				
Resumen		Agregar	Editar	Eliminar	Volume Action	Revertir																													
Consola	Memoria	2.00 GiB																																	
Recursos	Swap	2.00 GiB																																	
Red	Núcleos	2																																	
DNS	Disco root	CronosStorage subvol-6662-disk-0,size=6G																																	

Resumen		Agregar	Eliminar	Editar							
		ID ↑	Nombre	Puente	Cortafu...	Etiquet...	Dirección MAC	Dirección IP	Puerta de enlace	MTU	Disconnected
		net0	eth0	vmbr2	Sí		66 EF D6 82....	172.16.1.142/24	172.16.1.254		No

- RedisNodeB2 (ID: 7771)

Resumen		Agregar	Eliminar	Editar	Volume Action	Revertir						
		ID ↑	Nombre	Puente	Cortafu...	Etiquet...	Dirección MAC	Dirección IP	Puerta de enlace	MTU	Disconnected	
		mem0	Memoria		2.00 GiB							
		sw0	Swap		2.00 GiB							
		cpu0	Núcleos		2							
		root0	Disco root		CronosStorage.subvol-7771-disk-0.size=6G							

Resumen		Agregar	Eliminar	Editar							
		ID ↑	Nombre	Puente	Cortafu...	Etiquet...	Dirección MAC	Dirección IP	Puerta de enlace	MTU	Disconnected
		net0	eth0	vmbr2	Sí		4A:71:67:02....	172.16.1.131/24	172.16.1.254		No

- RedisNodeC2 (ID: 7772)

Resumen		Agregar	Eliminar	Editar	Volume Action	Revertir						
		ID ↑	Nombre	Puente	Cortafu...	Etiquet...	Dirección MAC	Dirección IP	Puerta de enlace	MTU	Disconnected	
		mem0	Memoria		2.00 GiB							
		sw0	Swap		2.00 GiB							
		cpu0	Núcleos		2							
		root0	Disco root		CronosStorage.subvol-7772-disk-0.size=6G							

Resumen		Agregar	Eliminar	Editar							
		ID ↑	Nombre	Puente	Cortafu...	Etiquet...	Dirección MAC	Dirección IP	Puerta de enlace	MTU	Disconnected
		net0	eth0	vmbr2	Sí		7A:E0:39:32....	172.16.1.132/24	172.16.1.254		No

- RedisNodeA1 (ID: 7773)

Resumen		Agregar	Eliminar	Editar	Volume Action	Revertir						
		ID ↑	Nombre	Puente	Cortafu...	Etiquet...	Dirección MAC	Dirección IP	Puerta de enlace	MTU	Disconnected	
		mem0	Memoria		2.00 GiB							
		sw0	Swap		2.00 GiB							
		cpu0	Núcleos		2							
		root0	Disco root		CronosStorage.subvol-7773-disk-0.size=6G							

Resumen		Agregar	Eliminar	Editar							
		ID ↑	Nombre	Puente	Cortafu...	Etiquet...	Dirección MAC	Dirección IP	Puerta de enlace	MTU	Disconnected
		net0	eth0	vmbr2	Sí		FE:7C:C5:26....	172.16.1.133/24	172.16.1.254		No

- RedisNodeA2 (ID: 7774)

Resumen		Agregar	Eliminar	Editar	Volume Action	Revertir						
		ID ↑	Nombre	Puente	Cortafu...	Etiquet...	Dirección MAC	Dirección IP	Puerta de enlace	MTU	Disconnected	
		mem0	Memoria		2.00 GiB							
		sw0	Swap		2.00 GiB							
		cpu0	Núcleos		2							
		root0	Disco root		CronosStorage.subvol-7774-disk-0.size=6G							

Resumen		Agregar	Eliminar	Editar							
		ID ↑	Nombre	Puente	Cortafu...	Etiquet...	Dirección MAC	Dirección IP	Puerta de enlace	MTU	Disconnected
		net0	eth0	vmbr2	Sí		CA:9F:C1:9....	172.16.1.134/24	172.16.1.254		No

- RedisNodeB1 (ID: 7775)

Resumen		Agregar	Eliminar	Editar	Volume Action	Revertir						
		ID ↑	Nombre	Puente	Cortafu...	Etiquet...	Dirección MAC	Dirección IP	Puerta de enlace	MTU	Disconnected	
		mem0	Memoria		2.00 GiB							
		sw0	Swap		2.00 GiB							
		cpu0	Núcleos		2							
		root0	Disco root		CronosStorage.subvol-7775-disk-0.size=6G							

Resumen		Agregar	Eliminar	Editar							
		ID ↑	Nombre	Puente	Cortafu...	Etiquet...	Dirección MAC	Dirección IP	Puerta de enlace	MTU	Disconnected
		net0	eth0	vmbr2	Sí		12:7D:F7:8E....	172.16.1.135/24	172.16.1.254		No

- RedisNodeC1 (ID: 7776)

Resumen		Agregar	Eliminar	Editar	Volume Action	Revertir						
		ID ↑	Nombre	Puente	Cortafu...	Etiquet...	Dirección MAC	Dirección IP	Puerta de enlace	MTU	Disconnected	
		mem0	Memoria		2.00 GiB							
		sw0	Swap		2.00 GiB							
		cpu0	Núcleos		2							
		root0	Disco root		CronosStorage.subvol-7776-disk-0.size=6G							

Resumen	Agregar	Eliminar	Editar
Consola			
Recursos	ID ↑	Nombre	Puente
	net0	eth0	vmbr2
			Sí
			Etiquet...
			Dirección MAC
			5A:61:0D:A6...
			Dirección IP
			172.16.1.136/24
			Puerta de enlace
			172.16.1.254
			MTU
			Disconnected
			No

Nodo de Proxmox Hades (no conmutan):

- Contenedores:

- MDB11 (ID: 9991)

Resumen	Agregar	Editar	Eliminar	Volume Action	Revertir
Consola					
Recursos	Memoria	4.00 GiB			
	Swap	2.05 GiB			
	Núcleos	2			
	Disco root	CronosStorage:subvol-9991-disk-0.size=8G			
Resumen	Agregar	Editar	Eliminar		
Consola					
Recursos	ID ↑	Nombre	Puente	Cortafu...	Etiquet...
	net0	eth0	vmbr2	Sí	4A:37:98:2F...
					172.16.1.191/24
					172.16.1.254
					No
	net1	eth1	vmbr5	Sí	56:4A:15:26:...
					192.168.10.11/24
					No

- MDB12 (ID: 9992)

Resumen	Agregar	Editar	Eliminar	Volume Action	Revertir
Consola					
Recursos	Memoria	4.00 GiB			
	Swap	2.05 GiB			
	Núcleos	2			
	Disco root	CronosStorage:subvol-9992-disk-0.size=8G			
Resumen	Agregar	Editar	Eliminar		
Consola					
Recursos	ID ↑	Nombre	Puente	Cortafu...	Etiquet...
	net0	eth0	vmbr2	Sí	66:B2:BF:51:...
					172.16.1.192/24
					172.16.1.254
					No
	net1	eth1	vmbr5	Sí	9E:97:4B:41:...
					192.168.10.12/24
					No

- MDB13 (ID: 9993)

Resumen	Agregar	Editar	Eliminar	Volume Action	Revertir
Consola					
Recursos	Memoria	4.00 GiB			
	Swap	2.05 GiB			
	Núcleos	2			
	Disco root	CronosStorage:subvol-9993-disk-0.size=8G			
Resumen	Agregar	Editar	Eliminar		
Consola					
Recursos	ID ↑	Nombre	Puente	Cortafu...	Etiquet...
	net0	eth0	vmbr2	Sí	C2:D7:B6:2B:...
					172.16.1.193/24
					172.16.1.254
					No
	net1	eth1	vmbr5	Sí	96:56:95:0B:...
					192.168.10.13/24
					No

- MDB14 (ID: 9994)

Resumen	Agregar	Editar	Eliminar	Volume Action	Revertir
Consola					
Recursos	Memoria	4.00 GiB			
	Swap	2.05 GiB			
	Núcleos	2			
	Disco root	CronosStorage:subvol-9994-disk-0.size=8G			
Resumen	Agregar	Editar	Eliminar		
Consola					
Recursos	ID ↑	Nombre	Puente	Cortafu...	Etiquet...
	net0	eth0	vmbr2	Sí	56:DC:61:B3:...
					172.16.1.194/24
					172.16.1.254
					No
	net1	eth1	vmbr5	Sí	8E:A6:75:74:...
					192.168.10.14/24
					No

- MDB15 (ID: 9995)

Resumen	Agregar	Editar	Eliminar	Volume Action	Revertir
Consola					
Recursos	Memoria	4.00 GiB			
	Swap	2.05 GiB			
	Núcleos	2			
	Disco root	CronosStorage:subvol-9995-disk-0.size=8G			

Resumen		Agregar	Eliminar	Editar						
	ID ↑	Nombre	Puente	Cortaf...	Etiquet...	Dirección MAC	Dirección IP	Puerta de enlace	MTU	Disconnected
Consola	net0	eth0	vmbr2	Sí		32:64:15:F4...	172.16.1.195/24	172.16.1.254		No
Recursos	net1	eth1	vmbr5	Sí		FE:46:77:1D...	192.168.10.15/24			No

Máquinas Virtuales:

- IpFireFW-HADES (ID: 1113)

Resumen		Agregar	Eliminar	Editar	Disk Action	Revertir					
	ID ↑	Memoria	2.00 GiB	Procesadores	2 (1 sockets, 2 cores)	BIOS	Por defecto (SeaBIOS)	Pantalla	Por defecto	Machine	Por defecto (i440fx)
Consola											
Hardware											
Cloud-Init											
Opciones											
Historial de Tareas											
Monitor											
Copia de seguridad											
Replicación											
Snapshots											
Cortafuego											
Permisos											

- PfSenseR-HADES (ID: 2226)

Resumen		Agregar	Eliminar	Editar	Disk Action	Revertir					
	ID ↑	Memoria	256.00 MiB	Procesadores	4 (1 sockets, 4 cores)	BIOS	Por defecto (SeaBIOS)	Pantalla	Por defecto	Machine	Por defecto (i440fx)
Consola											
Hardware											
Cloud-Init											
Opciones											
Historial de Tareas											
Monitor											
Copia de seguridad											
Replicación											
Snapshots											
Cortafuego											
Permisos											

Nodo de Proxmox Poseidón (no comutan):

- Contenedores:

- MDB6 (ID: 9986)

Resumen		Agregar	Editar	Eliminar	Volume Action	Revertir					
	ID ↑	Memoria	4.00 GiB	Swap	2.05 GiB	Núcleos	2	Disco root	CronosStorage subvol-9986-disk-0.size=8G		
Consola											
Recursos											
Red											
DNS											

Resumen		Agregar	Eliminar	Editar						
	ID ↑	Nombre	Puente	Cortaf...	Etiquet...	Dirección MAC	Dirección IP	Puerta de enlace	MTU	Disconnected
Consola	net0	eth0	vmbr2	Sí		E2:3B:E1:6E...	172.16.1.186/24	172.16.1.254		No
Recursos	net1	eth1	vmbr5	Sí		8A:11:97:37....	192.168.10.6/24			No

- MDB7 (ID: 9987)

Resumen		Agregar	Editar	Eliminar	Volume Action	Revertir					
	ID ↑	Memoria	4.00 GiB	Swap	2.05 GiB	Núcleos	2	Disco root	CronosStorage subvol-9987-disk-0.size=8G		
Consola											
Recursos											
Red											
DNS											

Resumen		Agregar	Eliminar	Editar						
	ID ↑	Nombre	Puente	Cortaf...	Etiquet...	Dirección MAC	Dirección IP	Puerta de enlace	MTU	Disconnected
Consola	net0	eth0	vmbr2	Sí		E2:C2:59:93....	172.16.1.187/24	172.16.1.254		No
Recursos	net1	eth1	vmbr5	Sí		FA:AE:9E:89....	192.168.10.7/24			No

- MDB8 (ID: 9988)

Resumen		Aregar Editar Eliminar Volume Action Revertir													
Consola		Memoria	4.00 GiB												
Recursos		Swap	2.05 GiB												
Red		Núcleos	2												
DNS		Disco root CronosStorage:subvol-9988-disk-0.size=8G													
Resumen		Aregar Editar Eliminar													
Consola		ID ↑	Nombre	Puente	Cortafu...	Etiquet...	Dirección MAC	Dirección IP	Puerta de enlace						
Recursos		net0	eth0	vmbr2	Sí		B6:F1:CF:EA...	172.16.1.188/24	172.16.1.254						
Red		net1	eth1	vmbr5	Sí		7E:5C:57:43...	192.168.10.8/24	No						

- MDB9 (ID: 9989)

Resumen		Aregar Editar Eliminar Volume Action Revertir													
Consola		Memoria	4.00 GiB												
Recursos		Swap	2.05 GiB												
Red		Núcleos	2												
DNS		Disco root CronosStorage:subvol-9989-disk-0.size=8G													
Resumen		Aregar Eliminar Editar													
Consola		ID ↑	Nombre	Puente	Cortafu...	Etiquet...	Dirección MAC	Dirección IP	Puerta de enlace						
Recursos		net0	eth0	vmbr2	Sí		BE:5F:DD:C...	172.16.1.189/24	172.16.1.254						
Red		net1	eth1	vmbr5	Sí		B6:D9:7B:A...	192.168.10.9/24	No						

- MDB10 (ID: 9990)

Resumen		Aregar Editar Eliminar Volume Action Revertir													
Consola		Memoria	4.00 GiB												
Recursos		Swap	2.05 GiB												
Red		Núcleos	2												
DNS		Disco root CronosStorage:subvol-9990-disk-1.size=8G													
Resumen		Aregar Eliminar Editar													
Consola		ID ↑	Nombre	Puente	Cortafu...	Etiquet...	Dirección MAC	Dirección IP	Puerta de enlace						
Recursos		net0	eth0	vmbr2	Sí		6A:35:92:C4...	172.16.1.190/24	172.16.1.254						
Red		net1	eth1	vmbr5	Sí		B2:23:EB:84...	192.168.10.10/24	No						

- Máquinas Virtuales:

- IpFireFW-POSEIDON (ID: 1112)

Resumen		Aregar Eliminar Editar Disk Action Revertir							
Consola		Memoria	2.00 GiB						
Hardware		Procesadores	2 (1 sockets, 2 cores)						
Cloud-Init		BIOS	Por defecto (SeaBIOS)						
Opciones		Pantalla	Por defecto						
Historial de Tareas		Machine	Por defecto (i440fx)						
Monitor		Controlador SCSI	VirtIO SCSI single						
Copia de seguridad		Dispositivo CD/DVD (ide2)	RepShare:iso/ipfire-2.27-core173-x86_64.iso,media=cdrom,size=378M						
Replicación		Disco Duro (scsi0)	local:1112:vm-1112-disk-0.qcow2,iothread=1,size=6G						
Síntesis		Dispositivo de red (net0)	virtio=92:B8:51:1C:50:E2,bridge=vmbr0,firewall=1						
Cortafuego		Dispositivo de red (net1)	virtio=9E:DA:B5:C3:8B:0D,bridge=vmbr1,firewall=1						
Permisos		Disco sin usar 0	CronosStorage:vm-1112-disk-0						

- PfSenseR-POSEIDON (ID: 2224)

Resumen		Aregar Eliminar Editar Disk Action Revertir							
Consola		Memoria	256.00 MiB						
Hardware		Procesadores	4 (1 sockets, 4 cores)						
Cloud-Init		BIOS	Por defecto (SeaBIOS)						
Opciones		Pantalla	Por defecto						
Historial de Tareas		Machine	Por defecto (i440fx)						
Monitor		Controlador SCSI	VirtIO SCSI						
Copia de seguridad		Dispositivo CD/DVD (ide2)	none.media=cdrom						
Replicación		Disco Duro (scsi0)	local:2224:vm-2224-disk-0.qcow2,size=2G						
Síntesis		Dispositivo de red (net0)	virtio=F6:31:D3:62:86:91,bridge=vmbr1,firewall=1						
Cortafuego		Dispositivo de red (net1)	virtio=C6:5F:C8:79:1D:2D,bridge=vmbr2,firewall=1						
Permisos		Dispositivo de red (net2)	virtio=A6:56:EF:0C:A2:F4,bridge=vmbr3,firewall=1						
		Dispositivo de red (net3)	virtio=D2:B6:02:07:CE:9F,bridge=vmbr4,firewall=1						



Nodo de Proxmox Zeus (no conmutan):

- Contenedores:

- MDB1 (ID: 9981)

Resumen		Agregar	Editar	Eliminar	Volume Action	Revertir
Consola		Memoria		4.00 GiB		
Recursos		Swap		2.05 GiB		
Red		Núcleos		2		
DNS		Disco root		CronosStorage:subvol-9981-disk-0,size=8G		

Resumen		Agregar	Eliminar	Editar	Volume Action	Revertir
Consola		Memoria		4.00 GiB		
Recursos		Swap		2.05 GiB		
Red		Núcleos		2		
DNS		Disco root		CronosStorage:subvol-9982-disk-0,size=8G		

- MDB2 (ID: 9982)

Resumen		Agregar	Eliminar	Editar	Volume Action	Revertir
Consola		Memoria		4.00 GiB		
Recursos		Swap		2.05 GiB		
Red		Núcleos		2		
DNS		Disco root		CronosStorage:subvol-9982-disk-0,size=8G		

Resumen		Agregar	Eliminar	Editar	Volume Action	Revertir
Consola		Memoria		4.00 GiB		
Recursos		Swap		2.05 GiB		
Red		Núcleos		2		
DNS		Disco root		CronosStorage:subvol-9983-disk-0,size=8G		

- MDB3 (ID: 9983)

Resumen		Agregar	Eliminar	Editar	Volume Action	Revertir
Consola		Memoria		4.00 GiB		
Recursos		Swap		2.05 GiB		
Red		Núcleos		2		
DNS		Disco root		CronosStorage:subvol-9983-disk-0,size=8G		

Resumen		Agregar	Eliminar	Editar	Volume Action	Revertir
Consola		Memoria		4.00 GiB		
Recursos		Swap		2.05 GiB		
Red		Núcleos		2		
DNS		Disco root		CronosStorage:subvol-9984-disk-0,size=8G		

- MDB4 (ID: 9984)

Resumen		Agregar	Eliminar	Editar	Volume Action	Revertir
Consola		Memoria		4.00 GiB		
Recursos		Swap		2.05 GiB		
Red		Núcleos		2		
DNS		Disco root		CronosStorage:subvol-9984-disk-0,size=8G		

Resumen		Agregar	Eliminar	Editar	Volume Action	Revertir
Consola		Memoria		4.00 GiB		
Recursos		Swap		2.05 GiB		
Red		Núcleos		2		
DNS		Disco root		CronosStorage:subvol-9985-disk-0,size=8G		

- MDB5 (ID: 9985)

Resumen		Agregar	Eliminar	Editar	Volume Action	Revertir
Consola		Memoria		4.00 GiB		
Recursos		Swap		2.05 GiB		
Red		Núcleos		2		
DNS		Disco root		CronosStorage:subvol-9985-disk-0,size=8G		

- Máquinas Virtuales:

o IpFireFW-ZEUS (ID: 1111)

	Agregar	Eliminar	Editar	Disk Action	Revertir
Resumen					
Consola					
Hardware	Agregar	Eliminar	Editar	Disk Action	Revertir
Memoria	2.00 GiB				
Procesadores	2 (1 sockets, 2 cores)				
BIOS	Por defecto (SeaBIOS)				
Pantalla	Por defecto				
Machine	Por defecto (i440fx)				
Controlador SCSI	VirtIO SCSI single				
Dispositivo CD/DVD (ide2)	RepShare:iso/ipfire-2.27-core173-x86_64.iso,media=cdrom,size=378M				
Disco Duro (scsi0)	local:1111/vm-1111-disk-0.qcow2,iothread=1,size=6G				
Dispositivo de red (net0)	virtio=6A:91:D0:0A:D7:13,bridge=vmbr0,firewall=1				
Dispositivo de red (net1)	virtio=A2:3A:B6:19:1F:43,bridge=vmbr1,firewall=1				

o PfSenseR-ZEUS (ID: 2222)

	Agregar	Eliminar	Editar	Disk Action	Revertir
Resumen					
Consola					
Hardware	Agregar	Eliminar	Editar	Disk Action	Revertir
Memoria	256.00 MiB				
Procesadores	4 (1 sockets, 4 cores)				
BIOS	Por defecto (SeaBIOS)				
Pantalla	Por defecto				
Machine	Por defecto (i440fx)				
Controlador SCSI	VirtIO SCSI				
Dispositivo CD/DVD (ide2)	none,media=cdrom				
Disco Duro (scsi0)	local:2222/vm-2222-disk-0.qcow2,size=2G				
Dispositivo de red (net0)	virtio=1E:8B:9E:6F:5A:C3,bridge=vmbr1,firewall=1				
Dispositivo de red (net1)	virtio=CA:FE:A0:AD:B6:1E,bridge=vmbr2,firewall=1				
Dispositivo de red (net2)	virtio=3A:D5:92:B6:76:1F,bridge=vmbr3,firewall=1				
Dispositivo de red (net3)	virtio=BE:F6:8F:45:99:65,bridge=vmbr4,firewall=1				

Nodo de Proxmox de segundo nivel Zeus desde Proxmox de primer nivel Morfeo:

Máquina virtual con el ID 2023203

	Agregar	Eliminar	Editar	Disk Action	Revertir
Resumen					
Consola					
Hardware	Agregar	Eliminar	Editar	Disk Action	Revertir
Memoria	24.00 GiB				
Procesadores	32 (2 sockets, 16 cores) [host]				
BIOS	Por defecto (SeaBIOS)				
Pantalla	Por defecto				
Machine	Por defecto (i440fx)				
Controlador SCSI	VirtIO SCSI				
Disco Duro (scsi0)	morfeoRep 2023203/vm-2023203-disk-0.qcow2,size=200G				
Disco Duro (scsi1)	morfeoRep 2023203/vm-2023203-disk-1.qcow2,size=200G				
Dispositivo de red (net0)	virtio=02:55:29:62:27:E8,bridge=vmbr203,firewall=1				
Dispositivo de red (net1)	virtio=AA:2B:60:B4:5B:08,bridge=vmbr10,firewall=1				
Disco sin usar 0	local:2023203/vm-2023203-disk-0.qcow2				
Disco sin usar 1	local:2023203/vm-2023203-disk-1.qcow2				

Nodo de Proxmox de segundo nivel Poseidón desde Proxmox de primer nivel Morfeo:

Máquina virtual con el ID 2023220

	Agregar	Eliminar	Editar	Disk Action	Revertir
Resumen					
Consola					
Hardware	Agregar	Eliminar	Editar	Disk Action	Revertir
Memoria	24.00 GiB				
Procesadores	32 (2 sockets, 16 cores) [host]				
BIOS	Por defecto (SeaBIOS)				
Pantalla	Por defecto				
Machine	Por defecto (i440fx)				
Controlador SCSI	VirtIO SCSI				
Disco Duro (scsi0)	local:2023200/base-2023200-disk-0.qcow2/2023220/vm-2023220-disk-0.qcow2,size=200G				
Disco Duro (scsi1)	morfeoRep 2023220/vm-2023220-disk-1.qcow2,size=200G				
Dispositivo de red (net0)	virtio=3E:87:E9:9B:30:4E,bridge=vmbr220,firewall=1				
Dispositivo de red (net1)	virtio=42:AD:AA:E3:60:B9,bridge=vmbr10,firewall=1				

Nodo de Proxmox de segundo nivel Hades desde Proxmox de primer nivel Morfeo:

Máquina virtual con el ID 2023221

	Agregar	Eliminar	Editar	Disk Action	Revertir
Resumen					
Consola					
Hardware	Memoria	24.00 GiB			
	Procesadores	32 (2 sockets, 16 cores) [host]			
	BIOS	Por defecto (SeaBIOS)			
	Pantalla	Por defecto			
Opciones	Machine	Por defecto (i440fx)			
Historial de Tareas	Controlador SCSI	VirtIO SCSI			
Copia de seguridad	Disco Duro (scsi0)	local:2023200/base-2023200-disk-0.qcow2/2023221/vm-2023221-disk-0.qcow2.size=200G			
Replicación	Disco Duro (scsi1)	morpoeRep:2023221/vm-2023221-disk-1.qcow2.size=200G			
Snapshots	Dispositivo de red (net0)	virtio=FA:1D:63:32:AE:61.bridge=vmbr221.firewall=1			
Cortafuego	Dispositivo de red (net1)	virtio=16:73:37:D1:D7:49.bridge=vmbr10.firewall=1			

IMPLEMENTACIÓN DEL PROYECTO

5. ALTA DISPONIBILIDAD EN PROXMOX VE Y USO GENÉRICO

Proxmox Virtual Environment es una solución open source para la virtualización empresarial. Tiene como objetivo optimizar el uso de los recursos, disminuir el costo del hardware y el tiempo que se emplea.

Está basado en Debian GNU/Linux y utiliza un kernel de Linux personalizado. Además, se puede instalar encima de un sistema operativo Debian o desde la ISO de Proxmox.

Seguidamente, incorpora una interfaz web que ayuda a facilitar la administración de contenedores, máquinas virtuales, redes virtuales, agrupación de clúster, replicación, alta disponibilidad y otras herramientas que incorpora en una sola plataforma.

Cabe añadir que utiliza dos tecnologías de virtualización:

- ***Kernel-based VM (KVM)***: puede ejecutar máquinas virtuales y cada MV puede tener su hardware virtual privado.
- ***Linux Containers (LXC)***: posibilita ejecutar varios tipos de sistemas Linux guarecidos en un único host de control, dado que es un entorno de virtualización a nivel de sistema operativo.

En los siguientes apartados se explicarán todos los pasos realizados en Proxmox VE para configurar la alta disponibilidad y un uso genérico.

5.1. Configurar el clúster

Antes de configurar la alta disponibilidad se debe crear un clúster de proxmox, se recomienda hacerlo de 3 nodos mínimo para que el quórum sea de confianza.

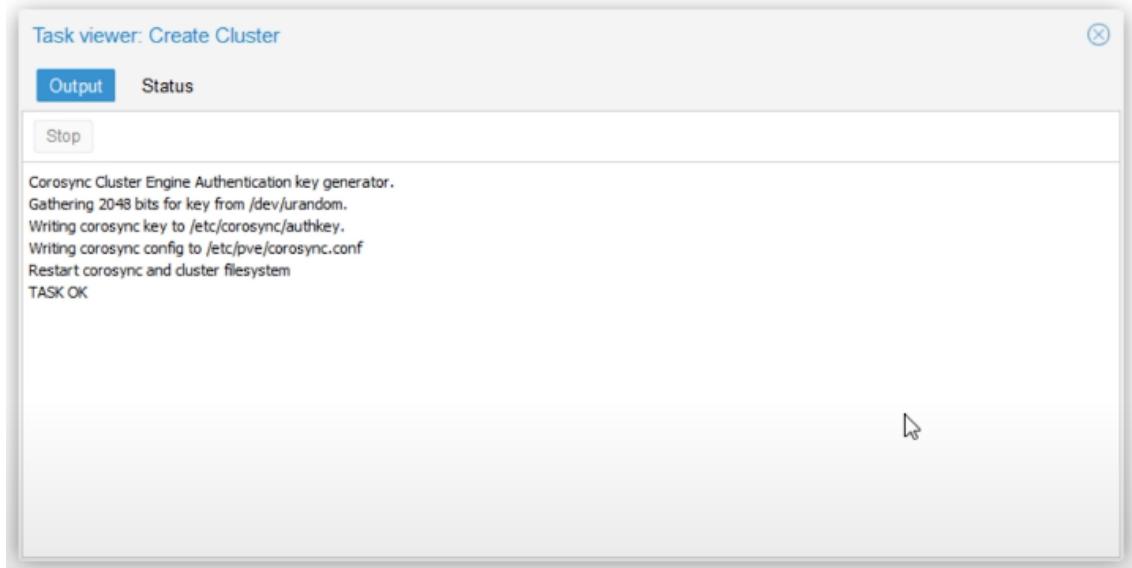


Para ello, se debe ir a Datacenter > Cluster > Crear Cluster, y se abrirá una pantalla similar a esta:



En 'Cluster Name' se debe poner el nombre del clúster, en este caso Cronos. Y en 'Cluster Network' deberán aparecer una o varias IPs en base a las tarjetas de red que haya configuradas; a este respecto, solamente se ha seleccionado la IP de la tarjeta ens19. Como esto se realizó en el primer y único nodo existente, la IP que se puso es la 10.10.10.103.

Una vez introducida la información de manera correcta y pulsado la opción de crear, deberá aparecer una ventana con un mensaje similar a este:



Para saber si la operación ha tenido éxito o, por el contrario, ha resultado ser un fracaso, la salida debe terminar en 'TASK OK'.

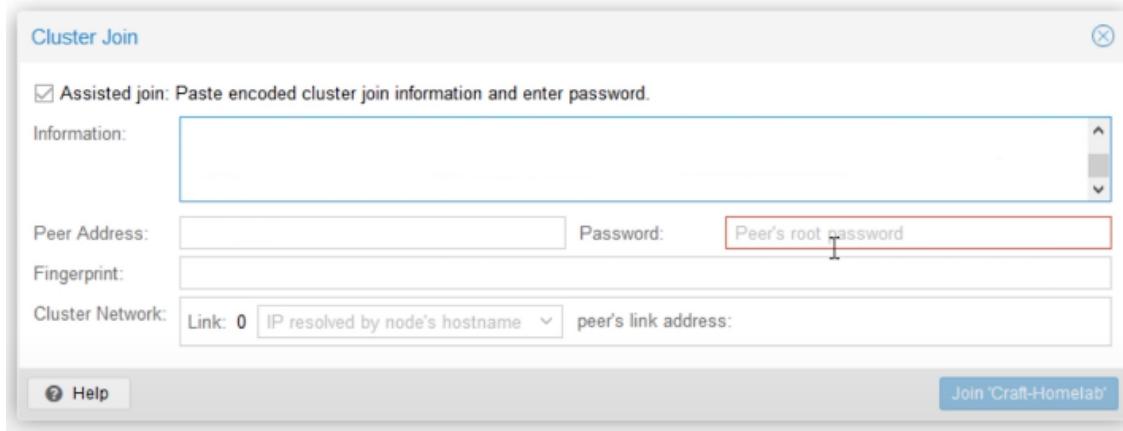
Ahora solo queda unir los dos nodos restantes al clúster, pero antes se debe seleccionar la opción de ‘Información de la unión’, la cual facilitará la relación de los demás nodos. Por consiguiente, se abrirá una ventana similar a esta, con la información que corresponde:



Se debe clicar en ‘Copiar Información’.

Posteriormente, las operaciones se realizarán en los hosts Poseidón y Hades. Cabe destacar que son los mismos pasos para ambos.

Como anteriormente se ha hecho, hay que situarse en el apartado ‘Cluster’ del ‘Datacenter’, sin embargo, esta vez hay que pulsar en ‘Unir Cluster’ y pegar la información que se había copiado. Una vez pegado, aparecerá una ventana semejante a ésta con la información que le corresponde:



La información que debe modificarse es el apartado de ‘Contraseña’, en el cual se ponen las credenciales del nodo donde se creó el clúster, es decir, en este caso sería la contraseña del usuario root del Proxmox Zeus.

Por último, hay que modificar la sección en ‘Cluster Network’ en el caso de ser incorrecta, por lo que, se incluiría la IP con la que el nodo presente se unirá al clúster. Para el nodo Poseidón se puso la IP que le corresponde: 10.10.10.120, y para Hades la

IP: 10.10.10.121. Se han introducido estas IPs, ya que se utilizan para la comunicación en la LAN de forma que así se ha independizado del tráfico de la DMZ del centro.

Una vez están todos los nodos unidos deben aparecer en cualquiera de los nodos en el apartado ‘Cluster’ del ‘Datacenter’, de la siguiente manera:

Nombre del nodo	ID ↑	Votos	Link 0
ZEUS	1	1	10.10.10.103
POSEIDON	2	1	10.10.10.120
HADES	3	1	10.10.10.121

Además de aparecer los 3 nodos en el panel izquierdo de la interfaz web:

5.2. Creación de ZFS (Zettabyte File System)

ZFS es un sistema de ficheros caracterizado por su gran potencia a la hora de trabajar con archivos y volúmenes muy grandes. Además, verifica periódicamente la integridad de los datos, solucionando los posibles errores que vayan sucediendo durante su funcionamiento.

Para poder configurar la alta disponibilidad cada proxmox debe tener un disco en local que se replique con otros, en cuyo caso los 3 proxmox tienen dos discos: scsi0 de 200GB, que es donde está instalado proxmox y, por tanto, el almacenamiento local, y otro llamado scsi1 de 200GB, también para crear el disco ZFS.

Los pasos que hay que realizar en el nodo 1, en este caso Zeus, son los siguientes:

- 1- Hay que dirigirse a Zeus > Discos > ZFS. Se clica en crear ZFS, se establece un nombre para el disco y se selecciona el dispositivo de almacenamiento que queremos utilizar.

- 2- Una vez creado aparecerá de la siguiente manera:

The screenshot shows the 'Estado: CronosStorage' interface. It includes a 'Recargar' button, 'Health' status (ONLINE), 'Scan' log (scrub repaired 0B in 00:03:36 with 0 errors on Sun May 14 00:27:37 2023), and 'Errors' section stating 'No known data errors'. The 'Devices' section lists a 'CronosStorage' pool containing a device '/dev/disk/by-id/scsi-0QEMU_QEMU_HA...' which is also ONLINE.

Mientras que, en los demás nodos, Poseidón y Hades, se debe hacer lo mismo que en Zeus, pero desmarcando la casilla ‘Añadir Almacenamiento’. Para ello, hay que ir a Zeus > Discos > ZFS y seleccionar ‘Crear disco’. Una vez realizados estos pasos, como se hizo anteriormente, se debe establecer un nombre, escoger el dispositivo de almacenamiento y, muy importante, desmarcar la opción mencionada de ‘Añadir Almacenamiento’.

5.3. Configurar almacenamiento

Posteriormente, una vez montados los discos como en los pasos anteriores, hay que dirigirse a Datacenter > Almacenamiento. Allí aparecerán todos los discos que tenemos:

ID ↑	Tipo	Contenido	Ruta/Destino	Compartido	Activado	Límite de Banda
CronosStorage	ZFS	Imagen del disco, Contenedor		No	Sí	
RepShare	NFS	Imagen ISO, Plantilla de contenedor	/mnt/pve/RepShare	Sí	Sí	
local	Directorio	Archivo de VZDump backup, Imagen del ...	/var/lib/vz	No	Sí	

Se selecciona el que se creó anteriormente y se pulsa sobre ‘Editar’. En el apartado nodos, hay que seleccionarlos todos:

The screenshot shows the 'Editar: ZFS' dialog for the 'CronosStorage' pool. In the 'General' tab, the 'Nodos:' dropdown is set to 'POSEIDON, ZEUS, X'. A modal window titled 'Nodos:' lists the nodes: 'HADES' (94.4 %), 'POSEIDON' (36.6 %), and 'ZEUS' (48.3 %). The 'Aceptar' (Accept) button is highlighted at the bottom.

5.4. Configurar replicación

Este paso resulta importante para aumentar la tolerancia a fallos, ya que la máquina se replica a cada almacenamiento ‘CronosStorage’ configurado anteriormente, por lo que se crea una redundancia que permite que las máquinas asuman la carga de trabajo en el caso de fallos.

Por lo tanto, sobre las máquinas virtuales y LXC existentes hay que hacer lo siguiente:

1- Se selecciona la máquina que se desea y se busca el apartado ‘Replicación’.

Una vez allí, hay que clicar en ‘Agregar’.

2- Se abre una ventana como la que se muestra a continuación, en la cual se pone el nodo donde se replicará y cada cuánto tiempo, en este caso se deja por defecto, de modo que cada 15 minutos máximo se replicará.

Crear: Tarea de replicación

CT/VM ID: 3331

Destino: POSEIDON

Programar: */15 - Cada 15 minutos

Tasa límite (MB/s): ilimitado

Comentario:

Activado:

Ayuda Crear

3- Si el paso se realiza en el nodo Hades, se deben seleccionar ambos nodos, tanto Poseidón como Hades, de modo que, cuando estén creados aparecerá de la siguiente manera:

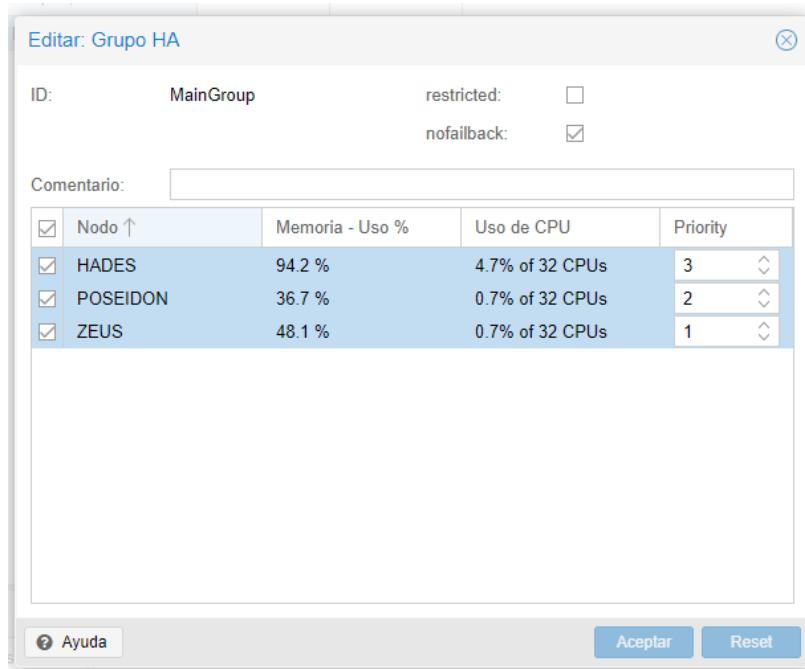
	Activado	Guest ↑	Tarea ↑	Destino	Estado	Último Sync	Dur...	Siguiente Sync	Progra...	Comentario
✓	3331	0	ZEUS	✓ Aceptar	2023-06-01 20:30:04	14.9s	2023-06-01 20:45:00	*/15		
✓	3331	1	POSEIDON	✓ Aceptar	2023-06-01 20:30:19	9.3s	2023-06-01 20:45:00	*/15		

5.5. Configurar alta disponibilidad

Por último, para que las máquinas comuten automáticamente entre nodos hay que configurar la alta disponibilidad.

Un punto para tener en cuenta es que, cuando un nodo de proxmox falla, las máquinas cuando conmutan tienen que hacerlo todas juntas, dado que si, por ejemplo, los hosts WordpressTCAE1, WordpressTCAE2 y WordpressTCAE3 conmutan al servidor Hades y las máquinas de los servidores de Redis conmutan a Poseidón, el servicio no sería funcional ni confiable. Es por ello que, todas las máquinas tienen que conmutar en grupo. De manera que se realizará lo siguiente:

- Dirigirse hacia Datacenter > HA > Grupos y pulsar en crear grupo. Se establece un ID (nombre), por lo que hay que seleccionar todos los nodos y establecer una prioridad para que cuando conmuten lo hagan al nodo disponible con prioridad más alta. Y, por último, es fundamental marcar la casilla ‘nofailback’, ya que si no estuviera marcada las máquinas conmutarían al nodo que ha fallado cuando volviera a estar disponible y, lo que se busca también, es tener rendimiento. Si las máquinas están constantemente conmutando, habrá un tiempo en el que no serán accesibles, que es el momento en el que conmutan, debido a que cuando lo hacen se reinician los nodos.



5.6. Actualizaciones de los nodos de Proxmox VE

A la hora de crear el clúster y configurar la alta disponibilidad es bueno tener un control de versiones de los proxmox. Pues, de lo contrario, puede haber incompatibilidades si

cada proxmox tiene una versión diferente, por ello se recomienda tenerlos todos a la máxima y misma versión.

Para ello, podemos actualizarlos, no obstante, primero hay que asegurarse de que no existan problemas de incompatibilidad. Una vez revisado, es importante dirigirse a uno de los nodos y, en el apartado ‘Actualizaciones’, clicar en ‘Actualizar Sistema’. Este se actualizará a la última versión.

Paquete ↑	Versión		Descripción
	actual	nuevo	
libwebpmux3	0.6.1-2.1	0.6.1-2.1+...	Lossy compression of digital photographic images.
linux-libc-dev	5.10.179-3	5.10.179-1	Linux support headers for userspace development
openssl	1.1.1n-0+d...	1.1.1n-0+d...	Secure Sockets Layer toolkit - cryptographic utility
python3-uno	1.7.0.4-4+d...	1.7.0.4-4+d...	Python-UNO bridge
uno-libs-private	1.7.0.4-4+d...	1.7.0.4-4+d...	LibreOffice UNO runtime environment -- private libraries used by public ones
ure	1.7.0.4-4+d...	1.7.0.4-4+d...	LibreOffice UNO runtime environment
Origin: Proxmox (9 items)			
ifupdown2	3.1.0-1+pmx3	3.1.0-1+pmx4	Network Interface Management tool similar to ifupdown
libpve-access-control	7.4-2	7.4-3	Proxmox VE access control library
libpve-common-perl	7.3-4	7.4-1	Proxmox VE base library
libpve-rs-perl	0.7.5	0.7.6	PVE parts which have been ported to Rust - Rust source code
proxmox-backup-client	2.4.1-1	2.4.2-1	Proxmox Backup Client tools
proxmox-backup-file-restore	2.4.1-1	2.4.2-1	Proxmox Backup single file restore tools for pxar and block device backups
proxmox-widget-toolkit	3.6.5	3.7.0	ExtJS Helper Classes for Proxmox
pve-firewall	4.3-1	4.3-2	Proxmox VE Firewall
pve-kernel-5.15	7.4-2	7.4-3	Latest Proxmox VE Kernel Image

En este caso, los 3 proxmox están en la versión 7.4-3 y con la versión de kernel 5.15.107-1-pve.

Versión Zeus:

```
⚠️ No es seguro | https://pro.ausiasmarch.es:51051/?console=shell&xtermjs=1&vmid=0&vmname=&node=ZEUS&cmd=
root@ZEUS:~# pveversion
pve-manager/7.4-3/9002ab8a (running kernel: 5.15.107-1-pve)
root@ZEUS:~#
```

Versión Poseidón:

```
⚠️ No es seguro | https://pro.ausiasmarch.es:51051/?console=shell&xtermjs=1&vmid=0&vmname=&node=POSEIDON&cmd=
root@POSEIDON:~# pveversion
pve-manager/7.4-3/9002ab8a (running kernel: 5.15.107-1-pve)
root@POSEIDON:~#
```

Versión Hades:

```
⚠️ No es seguro | https://pro.ausiasmarch.es:51051/?console=shell&xtermjs=1&vmid=0&vmname=&node=HADES&cmd=
root@HADES:~# pveversion
pve-manager/7.4-3/9002ab8a (running kernel: 5.15.107-1-pve)
root@HADES:~#
```

5.7. Arranque automático y orden de arranque

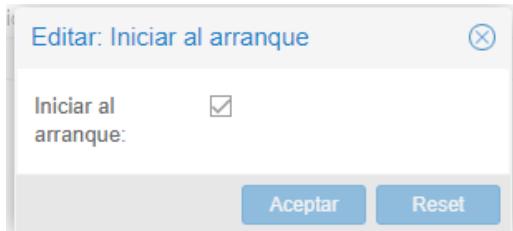
Cuando uno de los proxmox se inicia, enciende las máquinas que están configuradas para iniciar al arranque. Aun así, si esta opción no está configurada no lo hará. Por lo que es importante, si se quiere que el servicio esté disponible, configurarlo para que, en caso de un reinicio, lo haga de forma automática. De todas maneras, también hay que controlar de qué forma lo hacen, porque hay servicios que dependen de otros.

Los pasos a seguir son los mismos en todas las máquinas bien sean contenedores o máquinas virtuales. Para ello, hay que ir al apartado ‘Opciones’.

Y configurar la sección ‘Iniciar al arranque’ y la sección ‘Orden de Inicio/Apagado’:

Iniciar al arranque	Si
Orden de Inicio/Apagado	order=2

Para configurar ‘Iniciar al arranque’ hay que marcar la casilla:

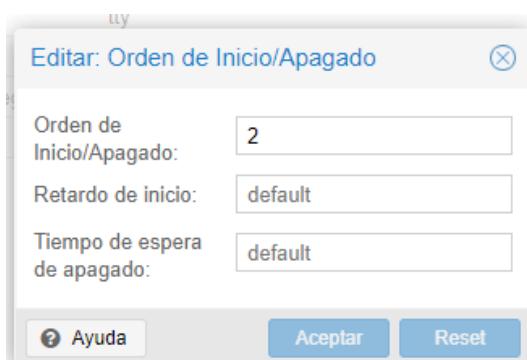


Y, para configurar ‘Orden de Inicio/Apagado’, hay que hacer lo siguiente:

1- Establecer el orden, en el ejemplo es 2.

2- Retardo de inicio: si queremos que haya un delay de inicio en segundos.

3- Tiempo de espera de apagado: si queremos que espere unos segundos en el caso de hacer un apagado masivo.



Para este caso, el orden de arranque establecido para todas las máquinas es el siguiente:

- IpFireFW-ZEUS (ID: 1111) = Orden de arranque 1
- PfSenseR-ZEUS (ID: 2222) = Orden de arranque 1
- IpFireFW-POSEIDON (ID: 1112) = Orden de arranque 1

- PfSenseR-POSEIDON (ID: 2224) = Orden de arranque 1
- IpFireFW-HADES (ID: 1113) = Orden de arranque 1
- PfSenseR-HADES (ID: 2226) = Orden de arranque 1
- BalanceadorDB1 (ID: 4441) = Orden de arranque 2
- BalanceadorDB2 (ID: 4442) = Orden de arranque 2
- HAProxy-Balanceador1 (ID: 6660) = Orden de arranque 2
- HAProxy-Balanceador2 (ID: 6662) = Orden de arranque 2
- Gluster1 (ID: 5551) = Orden de arranque 2
- Gluster2 (ID: 5552) = Orden de arranque 2
- Gluster3 (ID: 5553) = Orden de arranque 2
- MDB1 (ID: 9981) = Orden de arranque 2
- MDB2 (ID: 9982) = Orden de arranque 2
- MDB3 (ID: 9983) = Orden de arranque 2
- MDB4 (ID: 9984) = Orden de arranque 2
- MDB5 (ID: 9985) = Orden de arranque 2
- MDB6 (ID: 9986) = Orden de arranque 2
- MDB7 (ID: 9987) = Orden de arranque 2
- MDB8 (ID: 9988) = Orden de arranque 2
- MDB9 (ID: 9989) = Orden de arranque 2
- MDB10 (ID: 9990) = Orden de arranque 2
- MDB11 (ID: 9991) = Orden de arranque 2
- MDB12 (ID: 9992) = Orden de arranque 2
- MDB13 (ID: 9993) = Orden de arranque 2
- MDB14 (ID: 9994) = Orden de arranque 2
- MDB15 (ID: 9995) = Orden de arranque 2
- Zabbix-DB1 (ID: 3334) = Orden de arranque 2
- Zabbix-1 (ID: 3331) = Orden de arranque 3
- RedisNodeB2 (ID: 7771) = Orden de arranque 3
- RedisNodeC2 (ID: 7772) = Orden de arranque 3
- RedisNodeA1 (ID: 7773) = Orden de arranque 3
- RedisNodeA2 (ID: 7774) = Orden de arranque 3
- RedisNodeB1 (ID: 7775) = Orden de arranque 3
- RedisNodeC1 (ID: 7776) = Orden de arranque 3
- WordpressTCAE1 (ID: 8881) = Orden de arranque 7
- WordpressTCAE2 (ID: 8882) = Orden de arranque 7
- WordpressTCAE3 (ID: 8883) = Orden de arranque 7

Como se observa, está estructurado. En primer lugar, se encienden los dispositivos de red para, seguidamente, hacer lo mismo con las máquinas que almacenan datos, como las bases de datos, el almacenamiento distribuido y los balanceadores de carga. A

continuación, el servidor de monitorización y los servidores redis. Y, por último, los servidores que ofrecen la página web de wordpress, puesto que se conectan a las bases de datos y montan el disco del almacenamiento distribuido en el arranque. De esta manera, si se iniciaran antes que los servidores de GlusterFS, el disco no se montaría y, por lo tanto, la web no funcionaría. De todas formas, se ha implementado un servicio que se explicará más adelante para solucionar el problema.

5.8. Copias de seguridad

Las copias de seguridad o backup son respaldos de la información, son importantes para que, en caso de un fallo irrecuperable en una máquina, se pueda solucionar rápidamente para que el servicio vuelva a estar disponible.

Se configuran backups en todas las máquinas, pero se realizan de forma más continuada sobre las máquinas que contienen datos y sobre las máquinas que no conmutan.

Para configurarlo hay que ir a Datacenter > Backup. Una vez allí, aparecerán todas las que haya programadas, si es el caso.



The screenshot shows a table of scheduled backup jobs. The columns are: Enabled, Node, Schedule, Next Run, Storage, Comment, Retention, and Selection. There are six entries:

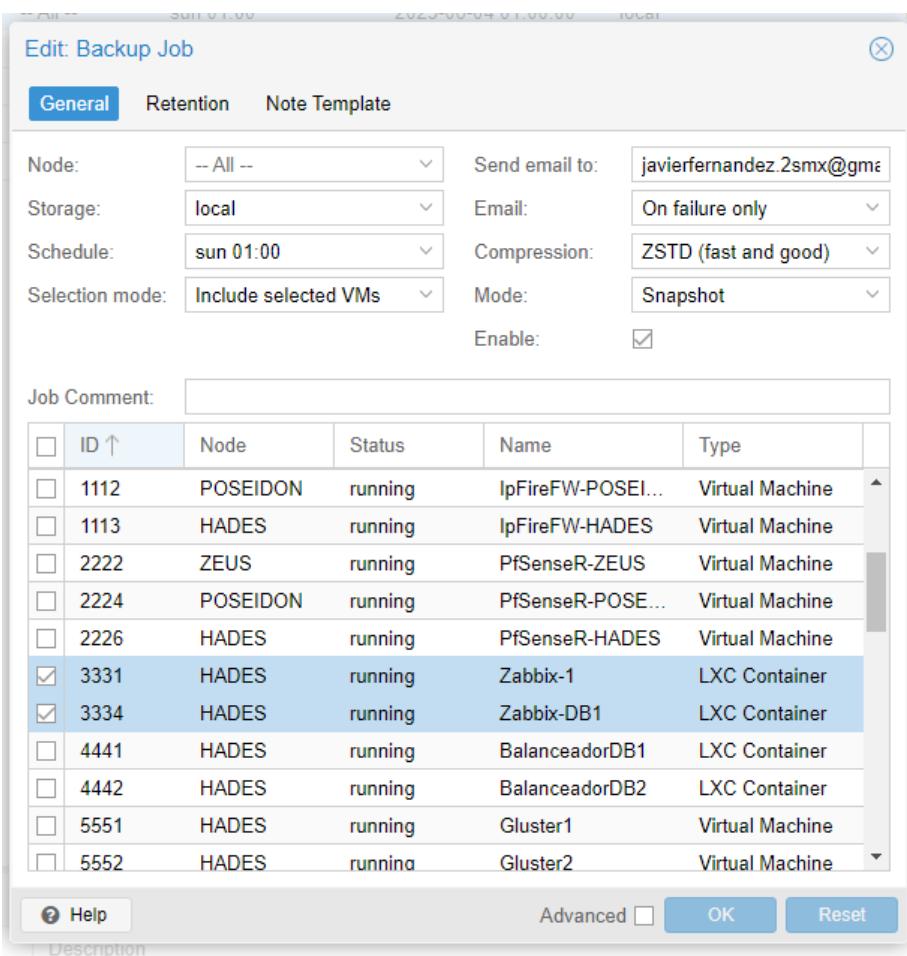
Enabled	Node	Schedule	Next Run	Storage	Comment	Retention	Selection
✓	-- All --	sun 01:00	2023-06-04 01:00:00	local		keep-last=3	3334.3331
✓	-- All --	sun 01:00	2023-06-04 01:00:00	local		keep-last=1	1111.1112.1113.2222.2224.2226
✓	-- All --	monthly	2023-07-01 00:00:00	local		keep-last=2	4441.4442.5551.5552.5553.6660.6662.7771.7772.7773....
✓	-- All --	mon_fri 00:00	2023-06-05 00:00:00	local		keep-last=5	5551.5552.5553.9995.9981.9982.9983.9984.9985.9986....
✓	-- All --	yearly	2024-01-01 00:00:00	local		keep-last=2	9994.9993.9992.9995.1111.1112.1113.2222.2224.2226.3...

Las opciones de configuración que tienen son las siguientes:

- En la ventana 'General' se pueden configurar opciones como:
 - o Nodo: en que nodo están las máquinas de las que se realizará el backup.
 - o Almacenamiento: donde se guardará la copia.
 - o Programar: la frecuencia de tiempo con la que el backup se realizará.
 - o Modo de selección: de las máquinas que se creará o se excluirá la copia.
 - o Enviar correo a: un destinatario de correo para que avise si se ha hecho la copia o si ha fallado.
 - o Email: con las opciones para que notifique en caso de error o siempre que se realiza.
 - o Compresión: el modo de compresión que queremos que utilice.

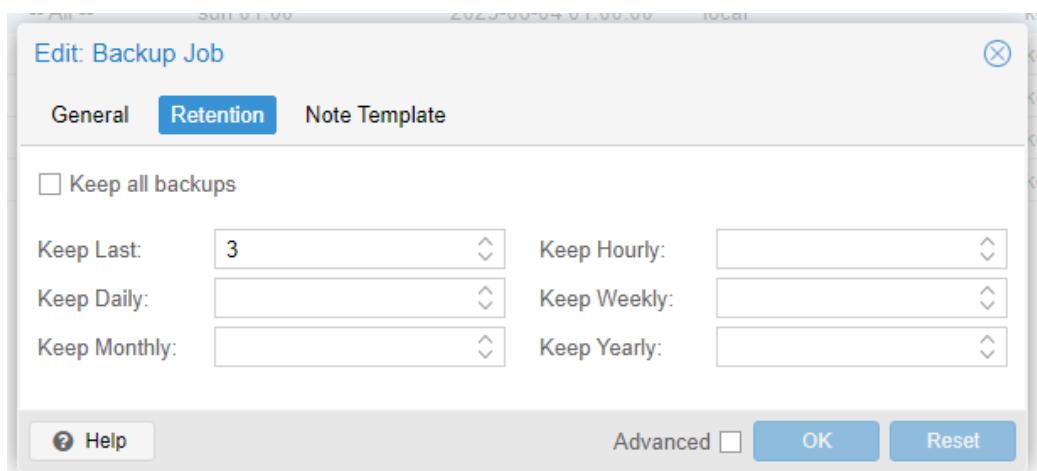
- Modo: la forma en la que se realiza la copia puede ser en caliente (Snapshot), puede suspender la máquina mientras la realiza (Suspender) o puede parar la máquina para realizarla (Parar).

En la captura de ejemplo, se realizan copias de seguridad de las máquinas 3331 y 3334 de cualquier nodo en el que estén, las guarda en local, utilizando un modo de compresión rápido y fiable, haciéndolo en caliente, es decir, mientras la máquina está en funcionamiento. La realiza cada domingo a la 1:00 y envía un correo a 'javi@gmail.com' en caso de fallos.

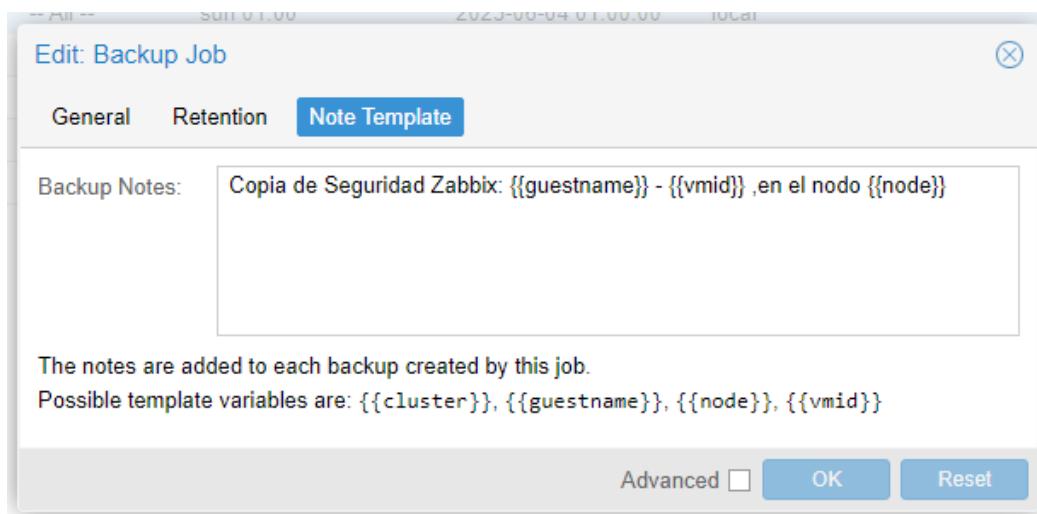


- En 'Retention', se puede configurar para que mantenga todas las copias de seguridad que realiza o que mantenga un número determinado.

En este ejemplo solo se mantienen las tres últimas.



- La sección ‘Note Template’ es para configurar una nota para el administrador para ayudar a reconocer la copia. Hay unos valores predefinidos a modo de plantilla que son los siguientes:
 - {{cluster}}: Nombre del clúster (Cronos en este caso)
 - {{guestname}}: Nombre de la máquina sobre la que realiza la copia.
 - {{node}}: Nodo en el que se encuentra la máquina (Zeus, Poseidón o Hades)
 - {{vmid}}: ID de la máquina sobre la cual el backup es realizado.



Para restaurar la copia se debe ir al almacenamiento local de cada nodo a ‘Backup’, seleccionar la copia que se desea y clicar en ‘Restaurar’.

Se modifica principalmente el ‘Almacenamiento’ en el que se restaurará y el ID que tendrá. Una vez cambiado ya se pulsa en ‘Restaurar’.

The screenshot shows a 'Restore: VM' dialog box overlaid on a list of backups in a software interface. The dialog box contains the following fields:

- Source:** vzdump-qemu-5551-2023_06_02-00_00_05.vma.zst
- Storage:** CronosStorage
- VM:** 3450
- Bandwidth Limit:** Defaults to target storage restore limit (MiB/s)
- Unique:**
- Override Settings:**
 - Name:** Gluster1
 - Memory:** 4096
 - Cores:** 2
 - Sockets:** 1
- Restore** button

The background list of backups includes entries such as:

Name	Notes	Date	Format	Size
vzdump-qemu-100-2023_03_05-11_57_33.vma.zst		2023-03-05 11:57:33	vma.zst	783.03 MB
vzdump-qemu-1113-2023_05_28-01_00_03.vma.zst	Copia de Seguridad Dispositivo de Red: I...	2023-05-28 01:00:03	vma.zst	668.96 MB
vzdump-qemu-2226-2023_05_28-01_00_48.vma.zst	Copia de Seguridad Dispositivo de Red: ...	2023-05-28 01:00:48	vma.zst	778.23 MB
vzdump-lxc-3331-2023_05_28-01_01_39.tar.zst	Copia de Seguridad Zabbix: Zabbix-1-3...	2023-05-28 01:01:39	tar.zst	319.55 MB
vzdump-lxc-3331-2023_05_21-01_02_12.tar.zst	Copia de Seguridad Zabbix: Zabbix-1-3...	2023-05-21 01:02:12	tar.zst	319.26 MB
vzdump-lxc-3331-2023_05_21-01_02_12.tar.zst	Copia de Seguridad Zabbix: Zabbix-1-3...	2023-05-14 01:01:07	tar.zst	318.62 MB
vzdump-lxc-3331-2023_05_21-01_02_12.tar.zst	Copia de Seguridad Zabbix: Zabbix-DB1 ...	2023-05-28 01:03:26	tar.zst	2.80 GB
vzdump-lxc-3331-2023_05_21-01_02_12.tar.zst	Copia de Seguridad Zabbix: Zabbix-DB1 ...	2023-05-21 01:03:24	tar.zst	1.90 GB
vzdump-lxc-3331-2023_05_21-01_02_12.tar.zst	Copia de Seguridad Zabbix: Zabbix-DB1 ...	2023-05-14 01:04:46	tar.zst	859.12 MB
vzdump-lxc-3331-2023_05_21-01_02_12.tar.zst	Copia de Seguridad Mensual: Balancead...	2023-06-01 00:00:00	tar.zst	501.25 MB
vzdump-lxc-3331-2023_05_21-01_02_12.tar.zst	Copia de Seguridad Completa: Balancea...	2023-05-13 21:04:44	tar.zst	353.96 MB
vzdump-lxc-3331-2023_05_21-01_02_12.tar.zst	Copia de Seguridad Mensual: Balancead...	2023-06-01 00:03:59	tar.zst	492.18 MB
vzdump-lxc-3331-2023_05_21-01_02_12.tar.zst	Copia de Seguridad Completa: Balancea...	2023-05-13 21:05:47	tar.zst	345.36 MB
vzdump-lxc-3331-2023_05_21-01_02_12.tar.zst	Copia de Seguridad Datos Imp: Gluster1...	2023-06-02 00:00:05	vma.zst	2.65 GB
vzdump-lxc-3331-2023_05_21-01_02_12.tar.zst	Copia de Seguridad Datos Imp: Gluster1...	2023-06-01 00:31:29	vma.zst	2.65 GB
vzdump-lxc-3331-2023_05_21-01_02_12.tar.zst	Copia de Seguridad Mensual: Gluster1...	2023-06-01 00:06:14	vma.zst	2.66 GB
vzdump-lxc-3331-2023_05_21-01_02_12.tar.zst	Copia de Seguridad Datos Imp: Gluster1...	2023-05-31 00:00:02	vma.zst	2.65 GB
vzdump-lxc-3331-2023_05_21-01_02_12.tar.zst	Copia de Seguridad Datos Imp: Gluster2...	2023-06-02 00:03:54	vma.zst	2.61 GB
vzdump-lxc-3331-2023_05_21-01_02_12.tar.zst	Copia de Seguridad Datos Imp: Gluster2...	2023-06-01 00:33:49	vma.zst	2.61 GB
vzdump-lxc-3331-2023_05_21-01_02_12.tar.zst	Copia de Seguridad Mensual: Gluster2...	2023-06-01 00:08:13	vma.zst	2.60 GB
vzdump-lxc-3331-2023_05_21-01_02_12.tar.zst	Copia de Seguridad Datos Imp: Gluster2...	2023-05-31 00:03:00	vma.zst	2.62 GB
vzdump-lxc-3331-2023_05_21-01_02_12.tar.zst	Copia de Seguridad Datos Imp: Gluster3...	2023-06-02 00:06:24	vma.zst	2.74 GB
vzdump-lxc-3331-2023_05_21-01_02_12.tar.zst	Copia de Seguridad Datos Imp: Gluster3...	2023-06-01 00:35:53	vma.zst	2.72 GB

6. DISPOSITIVOS DE RED

En los siguientes apartados se abordarán los pasos para la implementación del IpFire y PfSense. Es importante destacar que solo se mencionan los pasos en uno de los dispositivos de cada tipo ya que es igual en todos.

6.1. Firewall – IpFire

IpFire es una distribución de firewall open source basada en Linux preparada para proporcionar seguridad y protección en las redes. Su objetivo principal consiste en proteger las redes de ataques externos y así garantizar privacidad y seguridad a los dispositivos que se conecten. A su vez, presenta funcionalidades como filtrado de paquetes, detección y prevención de intrusiones, servidor proxy, servidor VPN, servidor DHCP, control de contenido, entre otras muchas más.

Cuenta con una interfaz web, lo que facilita la administración. Además, trabaja por defecto con el protocolo seguro HTTPS a través del puerto 4444.

Por último, una característica interesante es que cuenta con Pakfire, el cual fue desarrollado para proporcionar una forma fácil y segura de instalar complementos y actualizaciones, de modo que permite aumentar las funcionalidades que ofrece.

6.1.1 Configuración de interfaces

Las interfaces de IpFire se pueden configurar de la siguiente manera durante la instalación:

- “Green + Red”
- “Green + Red + Orange”
- “Green + Red + Blue”
- “Green + Red + Orange + Blue”

Cada color hace referencia a una interfaz:

- Rojo (WAN): Red externa, la conexión a un proveedor de servicios de Internet (ISP), para que los equipos salgan a internet.
- Verde (LAN): Red local, una red privada interna.
- Naranja (DMZ): Zona desmilitarizada, una red desprotegida accesible desde Internet
- Azul (WLAN): Red inalámbrica, red separada para clientes inalámbricos

En este caso los dispositivos han sido configurados en Verde + Rojo, para cada dispositivo de cada nodo de proxmox sería de la siguiente manera:

IpFire Zeus:

Network	IP address	Status
INTERNET		
Hostname:	192.168.203.2	Connected - (21d 14h 53m 19s)
Gateway:	ipfire.meppe.asir.zeus 192.168.203.254	
LAN		
	172.16.255.250/24	Proxy off

- Para la WAN tiene asignada la interfaz eth0 haciendo referencia a la vmbr0
- Para la LAN tiene asignada la interfaz eth1 haciendo referencia a la vmbr1

IpFire Poseidón:

Network	IP address	Status
INTERNET		
Hostname:	192.168.220.2	Connected - (21d 14h 40m 11s)
Gateway:	ipfire.meppe.asir.poseidon 192.168.220.254	
LAN		
	172.16.255.250/24	Proxy off

- Para la WAN tiene asignada la interfaz eth0 haciendo referencia a la vmbr0
- Para la LAN tiene asignada la interfaz eth1 haciendo referencia a la vmbr1



IpFire Hades:

Network	IP address	Status
INTERNET	192.168.221.2 ipfire.meppe.asir.hades	Connected - (14d 3m 43s)
Hostname: Gateway:	192.168.221.254	
Network	IP address	Status
LAN	172.16.255.250/24	Proxy off

- Para la WAN tiene asignada la interfaz eth1 haciendo referencia a la vmbr0
- Para la LAN tiene asignada la interfaz eth0 haciendo referencia a la vmbr1

6.1.2. Reglas firewall

A continuación, hay que crear una regla de NAT y abrir puertos en el firewall.

Primeramente, hay que redirigir un puerto del firewall a la dirección IP de la WAN del PfSense hacia el puerto 80 para hacer accesible la interfaz web y así configurarlo desde la WAN.

Tras eso, se redirigen todos los demás puertos proporcionados por el centro al PfSense para poder hacer accesible los servicios desde internet.

Finalmente, hay que hacer la web del IpFire accesible desde la WAN para poder configurarlo desde internet.

Reglas IpFire Zeus:

Firewall Rules

#	Protocol:	Source	Log	Destination	Action	
1	TCP	RED	<input checked="" type="checkbox"/>	Firewall (RED): 51053 ->172.16.255.240: 80	<input checked="" type="checkbox"/>	
2	TCP	RED	<input checked="" type="checkbox"/>	Firewall (RED): 51054:51075 ->172.16.255.240: 51054:51075	<input checked="" type="checkbox"/>	
			GREEN Internet (Allowed) Policy: Allowed			

Incoming Firewall Access

#	Protocol:	Source	Log	Destination	Action
1	TCP	RED	<input checked="" type="checkbox"/>	RED: 444	<input checked="" type="checkbox"/>

- Todos los puertos que el router de Morfeo redirige a este firewall son: 51053-51075

Reglas IpFire Poseidón:

Firewall Rules

#	Protocol:	Source	Log	Destination	Action
1	TCP	RED	<input checked="" type="checkbox"/>	Firewall (RED): 51478 ->172.16.255.240: 80	<input checked="" type="checkbox"/>    
2	TCP	RED	<input checked="" type="checkbox"/>	Firewall (RED): 51479:51500 ->172.16.255.240: 51479:51500	<input checked="" type="checkbox"/>    
GREEN			Internet (Allowed)		
Policy: Allowed					

Incoming Firewall Access

#	Protocol:	Source	Log	Destination	Action
1	TCP	RED	<input checked="" type="checkbox"/>	RED: 444	<input checked="" type="checkbox"/>   
Policy: Blocked					

- Todos los puertos que el router de Morfeo redirige a este firewall son: 5147-851500

Reglas IpFire Hades:

Firewall Rules

#	Protocol:	Source	Log	Destination	Action
1	TCP	RED	<input checked="" type="checkbox"/>	Firewall (RED): 51503 ->172.16.255.240: 80	<input checked="" type="checkbox"/>    
2	TCP	RED	<input checked="" type="checkbox"/>	Firewall (RED): 51504:51525 ->172.16.255.240: 51504:51525	<input checked="" type="checkbox"/>    
GREEN			Internet (Allowed)		
Policy: Allowed					

Incoming Firewall Access

#	Protocol:	Source	Log	Destination	Action
1	TCP	RED	<input checked="" type="checkbox"/>	RED: 444	<input checked="" type="checkbox"/>   
Policy: Blocked					

- Todos los puertos que el router de Morfeo redirige a este firewall son: 51503-51525

Añadir una regla para abrir un puerto es relativamente sencillo, ya que hay que indicar el origen, es decir, desde donde viene la petición, en este caso la WAN (Red) y hacia dónde va, qué es el destino. Como en este ejemplo se está abriendo la interfaz web desde la WAN, la red destino es la red 192.168.203.2, que es la dirección WAN del IpFire de Zeus. Y, por último, el protocolo, el cual es TCP con cualquier puerto origen y el puerto destino 444.

Firewall Rules 

Source

Source address (MAC/IP address or network):
 Firewall

Standard networks:

 Location

NAT

Use Network Address Translation (NAT)

Destination

Destination address (IP address or network):
 Firewall

Standard networks:

 Location

Protocol

Source port:
 Destination port:



 ACCEPT DROP REJECT

Additional settings

Remark:
 Rule position:
 Activate rule
 Log rule
 Use time constraints
 Limit concurrent connections per IP address
 Rate-limit new connections

No obstante, esto se complica cuando se hace NAT. El origen sigue siendo la WAN, pero ahora se realiza una traducción de direcciones de red, donde el reenvío de puertos se realiza en la interfaz 'Red'. El tráfico de destino se redirige a la IP 172.16.255.240 que es la WAN del PfSense del nodo Zeus, con los puertos de destino del 51054 al 51075. El ejemplo sería el siguiente:

Source

Source address (MAC/IP address or network):
 Standard networks:
 Location

Firewall

NAT

Use Network Address Translation (NAT)
 Destination NAT (Port forwarding)
 Source NAT

Firewall Interface

Destination

Destination address (IP address or network):
 Standard networks:
 Location

Firewall

Protocol

Source port:
 Destination port:
 External port (NAT):

Additional settings

Remark:
 Rule position:
 Activate rule
 Log rule
 Use time constraints
 Limit concurrent connections per IP address
 Rate-limit new connections

6.1.3. Bloqueo de países

IpFire cuenta con una opción cautivadora a la hora de defenderse de ataques de denegación de servicios distribuidos, pues permite bloquear todas las direcciones IPs de determinados países.

Al inicio del proyecto, se detectó una actividad maliciosa de IPs de varios países por lo que una buena alternativa fue bloquearlos. Esto no solo sirve para protegerse ante ataques sino también para ayudar a cumplir con las leyes y regulaciones que están establecidas, dado que, en ciertos países, con los que no se tiene relaciones comerciales, puede haber restricciones legales o normas internas que prohíban el acceso o la transferencia de datos. Al bloquear estos países, se cumple con estas leyes y políticas.

Para bloquear el acceso de estados habría que dirigirse a Firewall > 'Location Block', y seleccionar los que se quiere restringir:

Flag	Code	Country	Flag	Code	Country
<input type="checkbox"/>	A1	Anonymous Proxy	<input type="checkbox"/>	A2	Satellite Provider
<input type="checkbox"/>	A3	Worldwide Anycast Instance	<input type="checkbox"/>	AD	Andorra
<input type="checkbox"/>	AE	United Arab Emirates	<input type="checkbox"/>	AF	Afghanistan
<input checked="" type="checkbox"/>	AG	Antigua and Barbuda	<input type="checkbox"/>	AI	Anguilla
<input type="checkbox"/>	AL	Albania	<input type="checkbox"/>	AM	Armenia
<input type="checkbox"/>	AN	Netherlands Antilles	<input checked="" type="checkbox"/>	AO	Angola
<input type="checkbox"/>	AP	Asia/Pacific	<input type="checkbox"/>	AQ	Antarctica
<input type="checkbox"/>	AR	Argentina	<input type="checkbox"/>	AS	American Samoa
<input type="checkbox"/>	AT	Austria	<input type="checkbox"/>	AU	Australia
<input type="checkbox"/>	AW	Aruba	<input type="checkbox"/>	AX	Åland Islands
<input type="checkbox"/>	AZ	Azerbaijan	<input type="checkbox"/>	BA	Bosnia and Herzegovina
<input type="checkbox"/>	BB	Barbados	<input type="checkbox"/>	BD	Bangladesh
<input type="checkbox"/>	BE	Belgium	<input type="checkbox"/>	BF	Burkina Faso
<input type="checkbox"/>	BG	Bulgaria	<input type="checkbox"/>	BH	Bahrain
<input type="checkbox"/>	BI	Burundi	<input type="checkbox"/>	BJ	Benin
<input type="checkbox"/>	BL	Saint Barthélemy	<input checked="" type="checkbox"/>	BM	Bermuda
<input type="checkbox"/>	BN	Brunei Darussalam	<input type="checkbox"/>	BO	Bolivia, Plurinational State of
<input checked="" type="checkbox"/>	RO	Bonaire, Sint Eustatius and Saba	<input type="checkbox"/>	BR	Brazil

Asimismo, se puede configurar para que el tráfico se permita o bloquee en base a lo seleccionado:

6.1.4. Blocklist de nodos

Por otra parte, IpFire cuenta con una lista de direcciones IP maliciosas, las cuales hacen referencia a consulta de páginas web y bases de datos. Toda la lista que presenta sería la siguiente:



IP Address Blocklists

Settings

Enable IP Blocklists	<input checked="" type="checkbox"/>
Log dropped packets	<input checked="" type="checkbox"/>

Blocklist settings

Blocklist	Name	Category	Enable
ALIENVAULT	AlienVault IP Reputation database	Reputation	<input checked="" type="checkbox"/>
BLOCKLIST_DE	Blocklist.de all attacks list	Attacker	<input checked="" type="checkbox"/>
BOGON	Bogus address list (Martian)	Invalid Address	<input checked="" type="checkbox"/>
BOGON_FULL	Full Bogus Address List	Invalid Address	<input checked="" type="checkbox"/>
CIARMY	The CINS Army List	Reputation	<input checked="" type="checkbox"/>
DSHIELD	Dshield.org Recommended Block List	Attacker	<input checked="" type="checkbox"/>
EMERGING_COMPROMISED	Emerging Threats Compromised IPs	Attacker	<input checked="" type="checkbox"/>
EMERGING_FWRULE	Emerging Threats Blocklist	Composite	<input checked="" type="checkbox"/>
FEODO.Aggressive	Feodo Trojan IP Blocklist (Aggressive)	Malware C&C	<input checked="" type="checkbox"/>
FEODO_IP	Feodo Trojan IP Blocklist	Malware C&C	<input checked="" type="checkbox"/>
FEODO.RECOMMENDED	Feodo Trojan IP Blocklist (Recommended)	Malware C&C	<input checked="" type="checkbox"/>
SHODAN	ISC Shodan scanner blocklist	Scanner	<input checked="" type="checkbox"/>
SPAMHAUS_DROP	Spamhaus Don't Route or Peer List	Reputation	<input checked="" type="checkbox"/>
SPAMHAUS_EDROP	Spamhaus Extended Don't Route or Peer List	Reputation	<input checked="" type="checkbox"/>
TOR_ALL	Known Tor Nodes	Application	<input checked="" type="checkbox"/>
TOR_EXIT	Known Tor Exit Nodes	Application	<input checked="" type="checkbox"/>

Las categorías que ofrece son de diversos tipos:

- Reputation (Reputación): Esta categoría se centra en la reputación de las direcciones IP. Gracias a ello se obtiene la ayuda para identificar si una dirección IP en particular ha estado involucrada en actividades maliciosas o sospechosas.
- Attacker (Atacante): Contiene direcciones IP relacionadas con actividades de ataque conocidas. Las IPs han sido identificadas como originadoras o involucradas en ataques cibernéticos.
- Invalid Address (Dirección no válida): Se enfocan en direcciones IP consideradas inválidas o que no deberían existir en Internet.
- Malware C&C (Comando y Control de Malware): Estas categorías se centran en direcciones IP utilizadas por malware para controlar y comunicarse con los sistemas infectados.
- Scanner (Escáner): La categoría de Shodan se refiere a una lista de bloqueo que contiene direcciones IP asociadas con esta herramienta, la cual es utilizada para buscar y mapear dispositivos conectados a Internet.
- Application (Aplicación): Estas categorías se centran en la red Tor. TOR_ALL contiene direcciones IP de todos los nodos conocidos de la red Tor, mientras que TOR_EXIT contiene direcciones IP de los puntos de salida de la red Tor. Esto es útil para bloquear o limitar el acceso a la red desde LAN y WAN, puesto que el uso de la red Tor puede presentar desafíos de seguridad debido a su anonimato y cifrado.



6.1.5. IPS

IpFire cuenta con un sistema de prevención de intrusiones basado en las reglas de diferentes sistemas de detección. De forma que, ante una amenaza registrada, el dispositivo será capaz de bloquearla. Esta funcionalidad puede ser aplicada a la WAN y a la LAN, la mejor opción es activarlo en las dos interfaces para una mayor protección, sobre todo para que la actividad maliciosa nunca llegue a pasar a la LAN y le llegue al PfSense.

Para configurarlo, hay que dirigirse a Firewall > ‘Intrusion Prevention’. Una vez allí, se debe añadir un proveedor de reglas, como mínimo tiene que haber uno para poderse activar.

En este caso existen dos proveedores que son ‘PT Attack Detection Team Rules’ y ‘Emergingthreats.net Community Rules’. Ambos son dos conjuntos de reglas utilizadas en sistemas de detección de ataques para mejorar la seguridad y proteger contra posibles amenazas.

Posteriormente, ya se podrá activar.

Intrusion Prevention System

Intrusion Prevention System

Daemon	PID	RUNNING	Memory
	3825		52008 KB

Settings

Enable Intrusion Prevention System

Monitored Interfaces

Enabled on RED Enabled on GREEN

Save

Ruleset Settings

Provider	Date	Automatic updates	Action
PT Attack Detection Team Rules	2023-06-02 10:50:06	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Emergingthreats.net Community Rules	2023-06-01 23:18:19	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

Customize ruleset **Add provider**

6.1.6. Servicios

Como ya se ha comentado, las funcionalidades de este tipo de dispositivos se pueden ampliar. En este caso los servicios que están en ejecución serían los siguientes:

Status information			
Services			
Service	Status	PID	Memory
CRON Server	RUNNING	2441	1916 kB
DHCP Server	STOPPED		
DNS Proxy Server	RUNNING	1588	20944 kB
Intrusion Prevention System	RUNNING	3825	52008 kB
Kernel Logging Server	RUNNING	1549	6896 kB
Logging Server	RUNNING	1556	96 kB
NTP Server	RUNNING	2324	4020 kB
OpenVPN	STOPPED		
Secure Shell Server	STOPPED		
VPN	STOPPED		
Web Proxy	STOPPED		
Web Server	RUNNING	2391	7908 kB

Por defecto, algunos ya vienen predeterminados y se pueden modificar. Otros, en cambio, se pueden configurar y activar, tal y como ocurre en el IPS (Intrusion Prevention System).

6.1.7. Control de logs

IpFire ayuda a los administradores a controlar los registros del sistema de forma sencilla gracias a su GUI. Algunas opciones interesantes que controlar son los logs del firewall para ver los sucesos y la actividad que está sucediendo. También, mostrado de forma más gráfica, se pueden observar las IPs que han hecho peticiones a algún servicio, los puertos y desde qué países lo hicieron. Además, registra los logs del IPS y de la lista de direcciones IPs bloqueadas.

‘Firewall Logs’:

Firewall log ⓘ

Settings

Month: June Day: 2

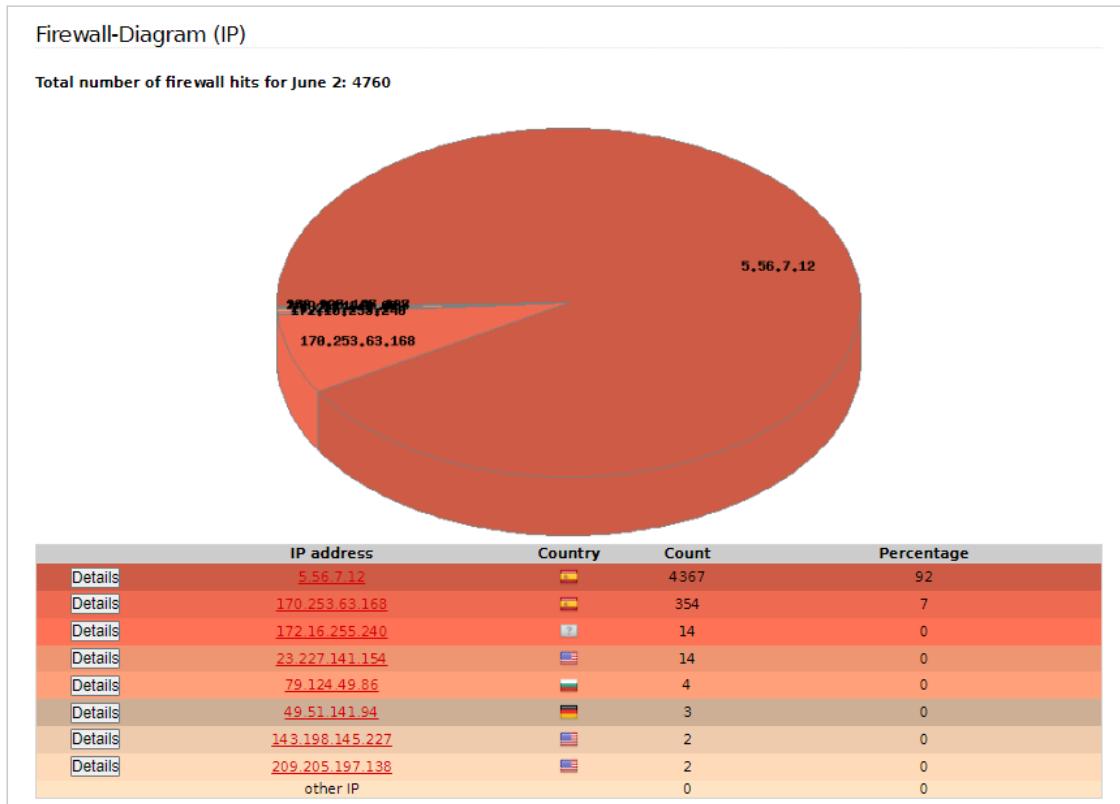
<> Update Export

Log

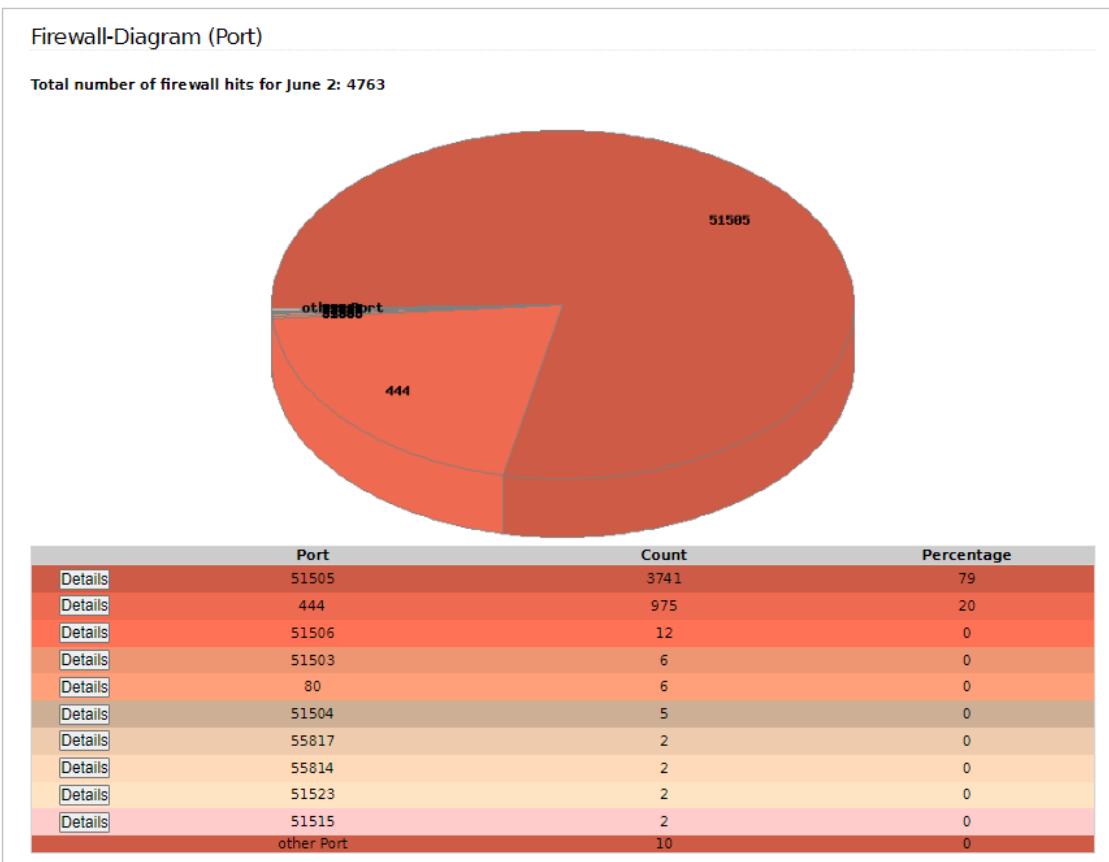
Total number of firewall hits for June 02, 2023: 4757

Time	Chain	Iface	Proto	Source Destination	Src Port Dst Port	Country	MAC Address
01:09:41	DNAT	red0	TCP	79.124.49.86 192.168.221.2	59958 51523	BG	06:90:f3:d9:a3:09
01:09:41	FORWARDFW	red0	TCP	79.124.49.86 172.16.255.240	59958 51523	BG	06:90:f3:d9:a3:09
03:12:02	DNAT	red0	TCP	79.124.49.86 192.168.221.2	59958 51505	BG	06:90:f3:d9:a3:09
03:12:02	FORWARDFW	red0	TCP	79.124.49.86 172.16.255.240	59958 51505	BG	06:90:f3:d9:a3:09
03:12:33	DROP_CTNINVALID	green0	TCP	79.124.49.86 172.16.255.240	59958 51505	?	4e:69:4d:3c:e9:d6
09:47:13	DROP_INPUT	red0	UDP	49.51.141.94 192.168.221.2	32099 51504	DE	06:90:f3:d9:a3:09
09:47:13	DROP_INPUT	red0	UDP	49.51.141.94 192.168.221.2	32099 51504	DE	06:90:f3:d9:a3:09
09:47:44	DROP_INPUT	red0	UDP	49.51.141.94 192.168.221.2	32099 51504	DE	06:90:f3:d9:a3:09
10:24:39	DNAT	red0	TCP	170.253.63.168 192.168.221.2	54527 51503	ES	06:90:f3:d9:a3:09
10:24:39	FORWARDFW	red0	TCP	170.253.63.168 172.16.255.240	54527 80(HTTP)	ES	06:90:f3:d9:a3:09
10:24:43	DNAT	red0	TCP	170.253.63.168 192.168.221.2	54528 51503	ES	06:90:f3:d9:a3:09
10:24:43	FORWARDFW	red0	TCP	170.253.63.168 172.16.255.240	54528 80(HTTP)	ES	06:90:f3:d9:a3:09
10:24:43	DNAT	red0	TCP	170.253.63.168 192.168.221.2	54530 51503	ES	06:90:f3:d9:a3:09
10:24:43	FORWARDFW	red0	TCP	170.253.63.168 172.16.255.240	54530 80(HTTP)	ES	06:90:f3:d9:a3:09

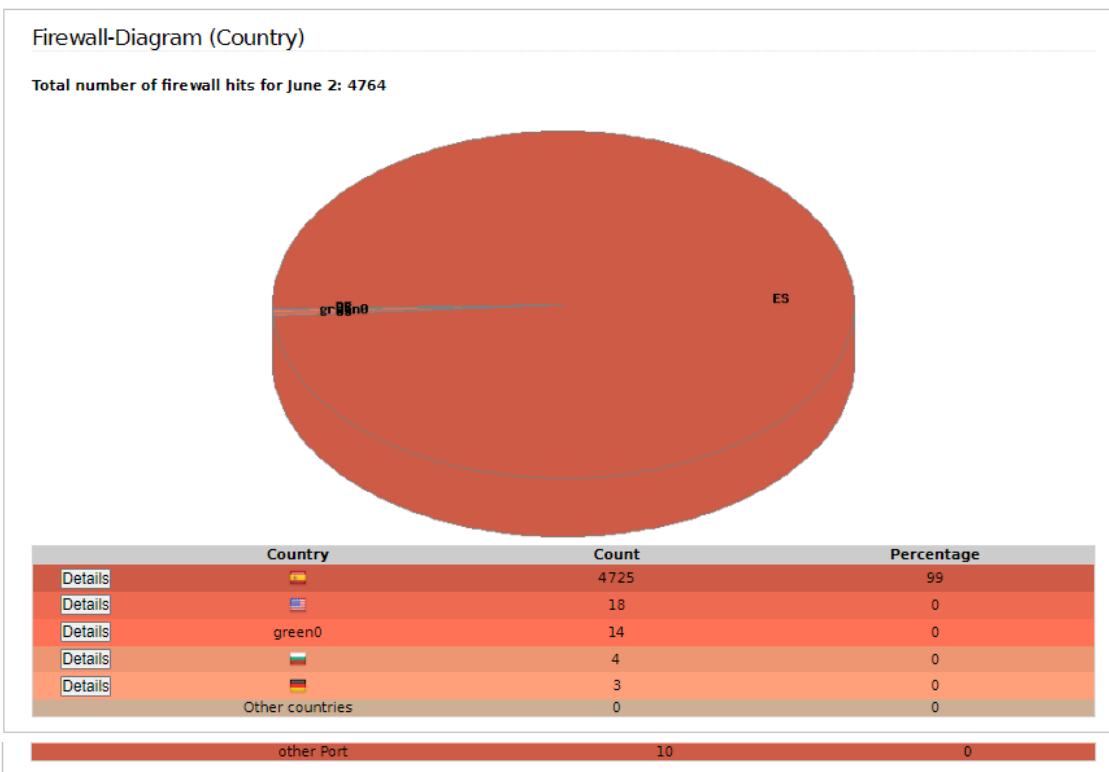
'Fw-Loggraphs (IP)'



'Fw-Loggraphs (Port)':



'Fw-Loggraphs (Country)':



'IPS Logs':

Log			
Total of number of activated rules for June 02: 2			
Older			Newer
Date: 06/02 12:57:21 Priority: 3 IP info: 172.16.255.240 :51506 -> 170.253.63.168 :55817 References: none found	Name: SURICATA Applayer Detect protocol only one direction Type: Generic Protocol Command Decode SID: 2260002		
Date: 06/02 12:57:22 Priority: 3 IP info: 172.16.255.240 :51506 -> 170.253.63.168 :55818 References: none found	Name: SURICATA Applayer Detect protocol only one direction Type: Generic Protocol Command Decode SID: 2260002		
Older			Newer

'IP Address Blocklist Logs':

Firewall log					
Total number of blocklist hits for June 3: 14					
	Blocklist	Category	Packets dropped (IN)	Packets dropped (OUT)	
			Count	Percentage	Count
Details	ALIENVAULT	Reputation	0	0%	0
Details	BLOCKLIST_DE	Attacker	0	0%	0
Details	BOGON	Invalid Address	0	0%	0
Details	BOGON_FULL	Invalid Address	0	0%	0
Details	CIARMY	Reputation	0	0%	0
Details	DSHIELD	Attacker	0	0%	0
Details	EMERGING_COMPROMISED	Attacker	0	0%	0
Details	EMERGING_FWRULE	Composite	0	0%	0
Details	FEODO.Aggressive	Malware C&C	0	0%	0
Details	FEODO_IP	Malware C&C	0	0%	0
Details	FEODO_Recommended	Malware C&C	0	0%	0
Details	SHODAN	Scanner	0	0%	0
Details	SPAMHAUS_DROP	Reputation	0	0%	0
Details	SPAMHAUS_EDROP	Reputation	0	0%	0
Details	TOR_ALL	Application	0	0%	14
Details	TOR_EXIT	Application	0	0%	0

6.2. Router - PfSense

PfSense es una distribución de código abierto basada en FreeBSD que proporciona funcionalidades avanzadas de enrutamiento y seguridad, con la posibilidad de crear servidores VPN, DHCP y Proxy. También incluye software de IDS/IPS, una característica atrayente es que se puede configurar en alta disponibilidad.

Gracias a su interfaz web hace que su administración y configuración sea sencilla y rápida.



6.2.1. Configuración de interfaces

Primeramente, se deben configurar las tarjetas de red, asignándolas a la interfaz correspondiente.

En este ejemplo del PfSense del nodo Zeus, se observa como cada interfaz corresponde a una MAC, la cual hace referencia a la NIC añadida a la máquina virtual en proxmox.

Interface	Network port
WAN	vtne0 (1e:8b:9e:6f:5a:c3)
DMZ	vtne1 (ca:fe:a0:ad:b6:1e)
LAN	vtne2 (3a:d5:92:be:76:1f)
LAN2	vtne3 (be:f6:8f:45:99:65)

Save

Una vez añadidas las interfaces, hay que asignarles una IP. Las direcciones de red asignadas a cada interfaz serán la puerta de enlace de los clientes en dicha interfaz. Por ejemplo, si queremos configurar un equipo en la LAN1 tendremos que asignarle una IP, una máscara, una puerta de enlace y los servidores DNS, de manera que quedaría algo parecido a:

- IP: 172.16.2.16
- Máscara: 255.255.255.0
- Gateway: 172.16.2.254
- DNS: 8.8.8.8, 8.8.4.4

La configuración de la IP de la WAN, DMZ, LAN1 y LAN2 es igual en todos los dispositivos.

Interfaz WAN:

Static IPv4 Configuration

IPv4 Address	172.16.255.240
IPv4 Upstream gateway	IPFIREWANGW - 172.16.255.250

If this interface is an Internet connection, select an existing Gateway from the list or add a new one using the "Add" button.
On local area network interfaces the upstream gateway should be "none".
Selecting an upstream gateway causes the firewall to treat this interface as a **WAN type interface**.
Gateways can be managed by [clicking here](#).

+ Add a new gateway

Interfaz DMZ:

Static IPv4 Configuration

IPv4 Address	172.16.1.254	/ 24
IPv4 Upstream gateway	None	+ Add a new gateway
If this interface is an Internet connection, select an existing Gateway from the list or add a new one using the "Add" button. On local area network interfaces the upstream gateway should be "none". Selecting an upstream gateway causes the firewall to treat this interface as a WAN type interface. Gateways can be managed by clicking here .		

Interfaz LAN1:

Static IPv4 Configuration

IPv4 Address	172.16.2.254	/ 24
IPv4 Upstream gateway	None	+ Add a new gateway
If this interface is an Internet connection, select an existing Gateway from the list or add a new one using the "Add" button. On local area network interfaces the upstream gateway should be "none". Selecting an upstream gateway causes the firewall to treat this interface as a WAN type interface. Gateways can be managed by clicking here .		

Interfaz LAN2:

Static IPv4 Configuration

IPv4 Address	172.16.3.254	/ 24
IPv4 Upstream gateway	None	+ Add a new gateway
If this interface is an Internet connection, select an existing Gateway from the list or add a new one using the "Add" button. On local area network interfaces the upstream gateway should be "none". Selecting an upstream gateway causes the firewall to treat this interface as a WAN type interface. Gateways can be managed by clicking here .		

6.2.2. NAT

A continuación, si queremos hacer los servicios accesibles desde internet tendremos que crear reglas NAT para que las direcciones se puedan traducir. Las reglas creadas en PfSense son más sencillas, debido a que en este aspecto PfSense es algo más intuitivo.

Para añadir una regla habría que dirigirse a Firewall > NAT. Una vez allí ya se crearían y se modificarían.

En el siguiente ejemplo se presenta una regla del nodo de proxmox Zeus para hacer accesible la web TCAE Academy. Como se observa, acepta todo lo que venga desde la WAN por el puerto 51055 y lo redirige a la IP de la DMZ 172.16.1.110 por el puerto 443 (HTTPS). Esta IP hace referencia al balanceador de carga que equilibra las solicitudes a los servidores web para acceder a la página de wordpress.

Firewall / NAT / Port Forward / Edit

Edit Redirect Entry

Disabled	<input type="checkbox"/> Disable this rule
No RDR (NOT)	<input type="checkbox"/> Disable redirection for traffic matching this rule This option is rarely needed. Don't use this without thorough knowledge of the implications.
Interface	WAN
Choose which interface this rule applies to. In most cases "WAN" is specified.	
Address Family	IPv4
Select the Internet Protocol version this rule applies to.	
Protocol	TCP
Choose which protocol this rule should match. In most cases "TCP" is specified.	
Source	Display Advanced
Destination	<input type="checkbox"/> Invert match. WAN address <input type="button" value="..."/> / <input type="button" value="..."/> Type <input type="button" value="..."/> Address/mask <input type="button" value="..."/>
Destination port range	Other <input type="button" value="..."/> 51065 <input type="button" value="..."/> Other <input type="button" value="..."/> 51065 <input type="button" value="..."/> From port Custom To port Custom
Specify the port or port range for the destination of the packet for this mapping. The 'to' field may be left empty if only mapping a single port.	
Redirect target IP	Single host <input type="button" value="..."/> 172.16.1.110 <input type="button" value="..."/> Type <input type="button" value="..."/> Address <input type="button" value="..."/>
Enter the internal IP address of the server on which to map the ports. e.g.: 192.168.1.12 for IPv4 In case of IPv6 addresses, it must be from the same "scope", i.e. it is not possible to redirect from link-local addresses scope (fe80::*) to local scope (::1)	
Redirect target port	HTTPS <input type="button" value="..."/> Custom <input type="button" value="..."/> Port <input type="button" value="..."/>
Specify the port on the machine with the IP address entered above. In case of a port range, specify the beginning port of the range (the end port will be calculated automatically). This is usually identical to the "From port" above.	
Description	Acceso Web Wordpress TCAE Academy
A description may be entered here for administrative reference (not parsed).	
No XMLRPC Sync	<input type="checkbox"/> Do not automatically sync to other CARP members This prevents the rule on Master from automatically syncing to other CARP members. This does NOT prevent the rule from being overwritten on Slave.
NAT reflection	Use system default <input type="button" value="..."/>
Filter rule association	Rule NAT Acceso Web Wordpress TCAE Academy <input type="button" value="..."/> View the filter rule

Rule Information

Created	4/17/23 17:47:58 by admin@5.56.7.11 (Local Database)
Updated	5/7/23 17:05:36 by admin@5.56.7.0 (Local Database)

[Save](#)

Principalmente, solo hay dos reglas existentes, una para hacer la web de wordpress accesible y otra para que la página web del servidor de monitorización Zabbix esté disponible desde internet para poder configurarlo.

Reglas NAT del nodo Zeus:

Actions	Description	NAT Ports	Dest. Ports	Dest. Address	Source Ports	Source Address	Protocol	Interface	WAN
	Acceso Web Zabbix	80 (HTTP)	51054	172.16.1.161	*	*	TCP		<input checked="" type="checkbox"/>
	Acceso Web Wordpress TCAE Academy	443 (HTTPS)	51065	172.16.1.110	*	*	TCP		<input checked="" type="checkbox"/>

Reglas NAT del nodo Poseidón:

Actions	Description	NAT Ports	Dest. Ports	Dest. Address	Source Ports	Source Address	Protocol	Interface	WAN
	Acceso Web Zabbix	80 (HTTP)	51479	172.16.1.161	*	*	TCP		<input checked="" type="checkbox"/>
	Acceso Web Wordpress TCAE Academy	443 (HTTPS)	51485	172.16.1.110	*	*	TCP		<input checked="" type="checkbox"/>

Reglas NAT del nodo Hades:

Actions	Description	NAT Ports	Dest. Ports	Dest. Address	Source Ports	Source Address	Protocol	Interface	WAN
	Acceso Web Zabbix	80 (HTTP)	51504	172.16.1.161	*	*	TCP		<input checked="" type="checkbox"/>
	Acceso Web Wordpress TCAE Academy	443 (HTTPS)	51505	172.16.1.110	*	*	TCP		<input checked="" type="checkbox"/>

7. ALMACENAMIENTO DE ALTA DISPONIBILIDAD

Este término se refiere a la capacidad de un sistema de almacenamiento de datos para estar siempre disponible y accesible, de tal manera que no presente interrupciones o una degradación significativa del rendimiento y del servicio. Esto se logra mediante la implementación de diversos métodos y técnicas como las copias de seguridad, la replicación y la conmutación por error. Este tipo de estrategias permite tener copias de los datos en múltiples ubicaciones para que estén siempre disponibles y así minimizar el impacto de las interrupciones en el acceso a los datos.

7.1. Qué tipo de clústeres existen de almacenamiento de alta disponibilidad

Existen diferentes tipos de agrupaciones de servidores almacenamiento, alguno de los tipos son:

- **Clúster de almacenamiento SAN (Storage Area Network):** Este tipo de clúster utiliza una red de almacenamiento dedicada para conectar servidores y dispositivos de almacenamiento. Proporciona alto rendimiento y disponibilidad a través de técnicas como la multipath E/S y la redundancia de componentes.
- **Clúster de almacenamiento NAS (Network Attached Storage):** Los servidores acceden al almacenamiento a través de una red de área local (LAN) utilizando protocolos de red estándar como NFS (Network File System) o SMB (Server Message Block). Facilita una solución escalable y fácil de administrar.
- **Clúster de almacenamiento distribuido de archivos:** Los datos se distribuyen y se replican en múltiples servidores de archivos. Utiliza algoritmos de distribución para equilibrar la carga y garantizar la redundancia de los datos. Algunas herramientas populares incluyen GlusterFS y Ceph.
- **Clúster de almacenamiento de objetos:** Este tipo de clúster se utiliza para almacenar y gestionar grandes cantidades de datos no estructurados. Ofrece alta disponibilidad y escalabilidad horizontal.

7.2. Diferentes herramientas de clúster de almacenamiento distribuido de alta disponibilidad

Además, existen diversas alternativas que nos permiten crear este tipo de clústeres:

- **Ceph:** Es una solución de almacenamiento distribuido que proporciona alta disponibilidad, escalabilidad y tolerancia a fallos. Utiliza clústeres de almacenamiento distribuido de archivos y objetos.
- **GlusterFS:** Se basa en una plataforma de almacenamiento distribuido que combina múltiples servidores en un único sistema de archivos global. Concede escalabilidad y tolerancia a fallos.
- **Lustre:** Consiste en un sistema de archivos paralelo de alto rendimiento y distribuido. Se utiliza ampliamente en entornos de computación de alto rendimiento (HPC) y facilita alta disponibilidad y rendimiento.



- **Hadoop Distributed File System (HDFS):** Se trata de un sistema de ficheros distribuido diseñado para almacenar grandes volúmenes de datos en clústeres de servidores. Aporta alta disponibilidad y tolerancia a fallos.

7.3. ¿Por qué elegir GlusterFS?

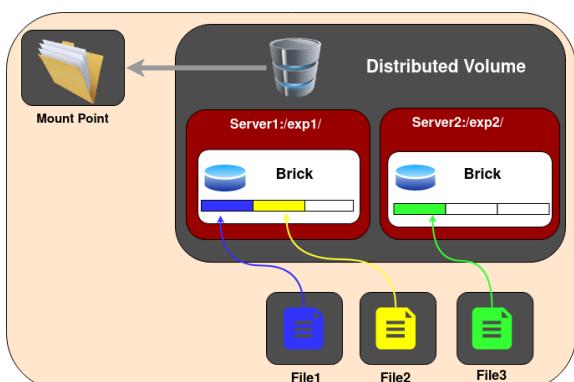
De las herramientas presentadas de clústeres de almacenamiento existe una en especial que se acopla perfectamente a las necesidades del proyecto. Tras varias pruebas de uso entre las opciones planteadas y las horas de investigación, sin duda GlusterFS es la que más se adecua, debido a su facilidad de uso, con un gran rendimiento y fiabilidad y, además, muy tolerante a fallos.

Por ello, en los próximos apartados se explicará brevemente su funcionamiento y cómo ponerla en marcha.

7.3.1. Arquitectura y cálculo del quórum

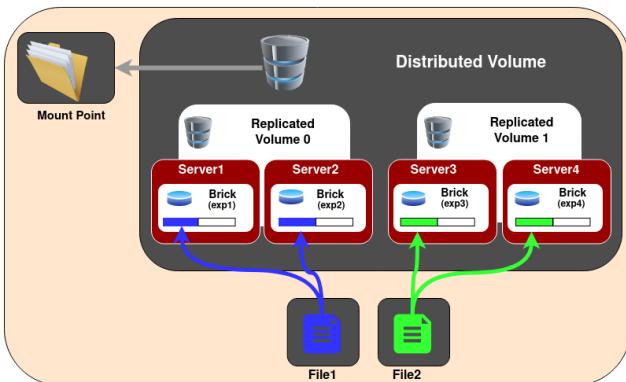
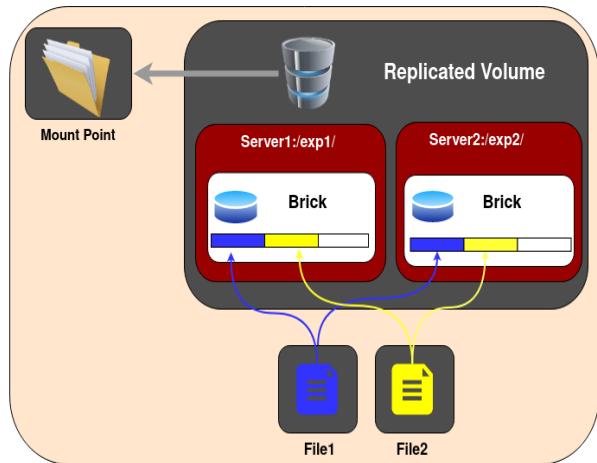
La arquitectura de GlusterFS se basa en la creación de volúmenes, que son un conjunto de servidores que pertenecen a grupos de almacenamiento confiables. Cada servidor ejecuta un demonio de administración (glusterd) para gestionar un proceso específico (glusterfsd) que exporta el almacenamiento en el disco equivalente. El cliente monta el volumen y expone todos los recursos de los componentes como una única ubicación de recurso de almacenamiento para las aplicaciones que acceden a él. Tanto los procesos del cliente como los del servidor están equipados con múltiples traductores para facilitar el acceso y la gestión de los datos. La entrada/salida (E/S) de la aplicación se dirige a diferentes componentes utilizando estos traductores.

GlusterFS presenta diferentes tipos de dispositivos en base a las necesidades:



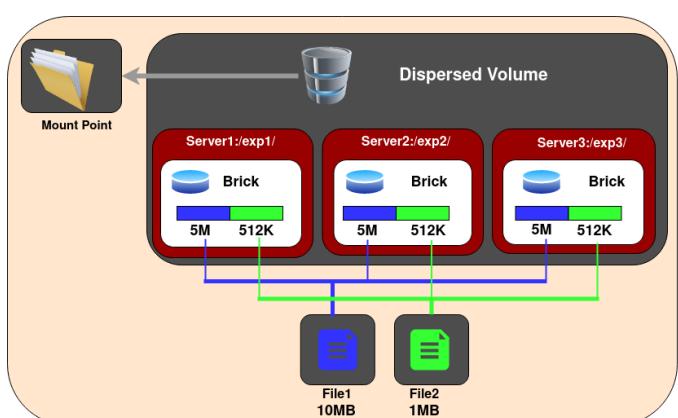
- Los volúmenes distribuidos: son el tipo de volumen predeterminado cuando no se especifica ningún tipo. Aquí, los archivos se dividen entre varias partes del volumen, lo que significa que un archivo se almacena sólo en un componente en lugar de en ambos al mismo tiempo.

- Los volúmenes replicados: este tipo elimina el riesgo de pérdida de datos presentes en los volúmenes distribuidos. En este caso, se mantienen copias exactas de los datos en todos los componentes. Por lo menos se necesita un mínimo de 2 réplicas. Una ventaja importante de este tipo de volumen es que incluso si falla un componente, los datos aún pueden ser accesibles desde las réplicas. Este tipo de volumen se utiliza para proporcionar confiabilidad y redundancia de datos.



- Los volúmenes distribuidos replicados: estos tipos distribuyen los archivos entre conjuntos de componentes replicados. En concreto, se utiliza cuando se requiere una alta disponibilidad de datos debido a la redundancia y la escalabilidad del almacenamiento.

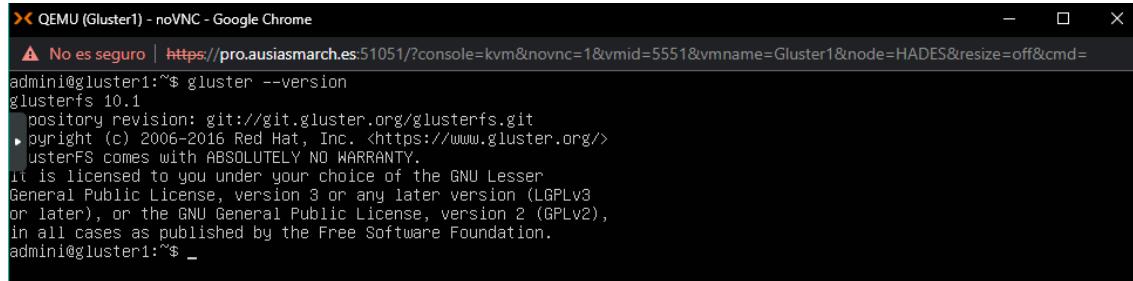
- Los volúmenes dispersos: su funcionamiento se basa en la codificación de borrado. En este caso, los datos codificados de los archivos se distribuyen entre diferentes componentes del volumen, con cierta redundancia agregada. Este tipo de volumen permite un nivel configurable de confiabilidad con un mínimo desperdicio de espacio. Se puede perder un cierto número de componentes sin interrumpir el funcionamiento del volumen.



Para este proyecto se usan 3 servidores, por lo que al usar los volúmenes replicados se podría permitir una caída de dos servidores, ya que este tipo se utiliza para obtener redundancia y escalabilidad de almacenamiento.

7.3.2. Control de versiones

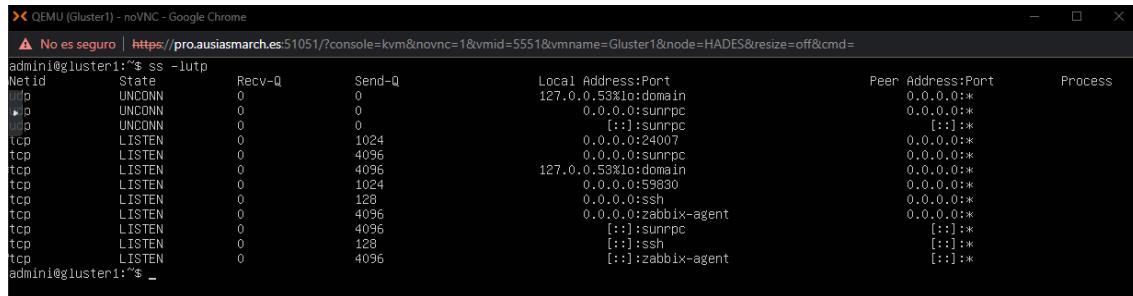
La versión utilizada ha sido la 10.1:



```
QEMU (Gluster1) - noVNC - Google Chrome
No es seguro | https://pro.ausiasmarch.es:51051/?console=kvm&novnc=1&vmid=5551&vname=Gluster1&node=HADES&resize=off&cmd=
admini@gluster1:~$ gluster --version
gluster 10.1
  repository revision: git://git.gluster.org/glusterfs.git
  pyright (c) 2006-2016 Red Hat, Inc. <https://www.gluster.org/>
  GlusterFS comes with ABSOLUTELY NO WARRANTY.
  It is licensed to you under your choice of the GNU Lesser
  General Public License, version 3 or any later version (LGPLv3
  or later), or the GNU General Public License, version 2 (GPLv2),
  in all cases as published by the Free Software Foundation.
admini@gluster1:~$ _
```

7.3.3. Firewall y puertos de GlusterFS

GlusterFS utiliza el puerto 24007 para la comunicación entre los demonios y los servidores. Permite la gestión y control del clúster.



```
QEMU (Gluster1) - noVNC - Google Chrome
No es seguro | https://pro.ausiasmarch.es:51051/?console=kvm&novnc=1&vmid=5551&vname=Gluster1&node=HADES&resize=off&cmd=
admini@gluster1:~$ ss -lntp
Netid State Recv-Q Send-Q Local Address:Port Peer Address:Port Process
[...]
tcp UNCONN 0 0 127.0.0.53:10000[*]:* 0.0.0.0:*
tcp UNCONN 0 0 0.0.0.0:sunrpc[*]:* 0.0.0.0:*
tcp UNCONN 0 0 [*]:sunproc[*]:* 0.0.0.0:*
tcp LISTEN 0 1024 0.0.0.0:24007[*]:* 0.0.0.0:*
tcp LISTEN 0 4096 0.0.0.0:sunrpc[*]:* 0.0.0.0:*
tcp LISTEN 0 4096 127.0.0.53:10000[*]:* 0.0.0.0:*
tcp LISTEN 0 1024 0.0.0.0:59580[*]:* 0.0.0.0:*
tcp LISTEN 0 128 0.0.0.0:ssh[*]:* 0.0.0.0:*
tcp LISTEN 0 4096 0.0.0.0:zabbix-agent[*]:* 0.0.0.0:*
tcp LISTEN 0 4096 [*]:sunrpc[*]:* 0.0.0.0:*
tcp LISTEN 0 128 [*]:ssh[*]:* 0.0.0.0:*
tcp LISTEN 0 4096 [*]:zabbix-agent[*]:* 0.0.0.0:*
```

7.3.4. Implementación de GlusterFS

Para implantar la herramienta se deben seguir los siguientes pasos:

A. Modificando /etc/hosts

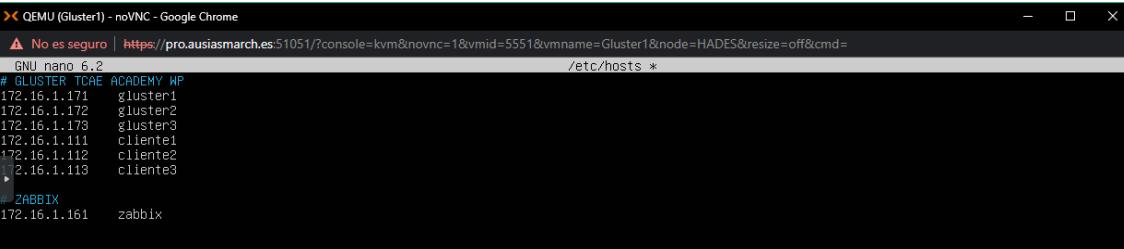
Existen herramientas que sirven para resolver nombres, estas pueden traducir IPs a su correspondiente nombre de dominio. El protocolo DNS (Domain Name Server) es el encargado de esta función, algunos servidores fáciles de configurar para esta operatividad son Dnsmasq o Avahi. No obstante, algunas de estas opciones suelen tener desventajas, puesto que están constantemente preguntando a los equipos de la red

para poder hacer las traducciones de IP, por lo que el ancho de banda y el rendimiento de la red se ve comprometido.

Si el objetivo que se desea lograr no requiere constantemente esta función de todos los equipos se puede optar por modificar el fichero de los sistemas Unix y Linux, denominado hosts ubicado en (/etc (/etc/hosts).

Este fichero es de texto plano y su objetivo consiste en hacer la función de una ‘libreta de direcciones’ local en el sistema. Cuando se hace una petición de red desde una aplicación local, el sistema operativo consulta el fichero ‘/etc/hosts’ para buscar una entrada correspondiente al nombre de host solicitado antes de realizar la consulta a los servidores DNS externos. Si se encuentra una coincidencia en este fichero, se utiliza la dirección asociada para establecer la conexión sin la necesidad de una resolución de nombres a través del protocolo mencionado.

En este caso, se ha utilizado para que pueda resolver los nombres de los servidores GlusterFS, de modo que habría que añadir las siguientes líneas para que las operaciones de traducción de nombres se lleven a cabo:



```
GNU nano 6.2
# GLUSTER TOE ACADEMY WP
172.16.1.171    gluster1
172.16.1.172    gluster2
172.16.1.173    gluster3
172.16.1.111    cliente1
172.16.1.112    cliente2
2.16.1.113     cliente3
.
.
.
ZABBIX
172.16.1.161    zabbix
```

B. Iniciando con GlusterFS

Primeramente, es necesario instalar la herramienta en todos los servidores, para ello ejecutaremos los siguientes comandos:

- `sudo add-apt-repository ppa:gluster/glusterfs-7` → para el PPA para los paquetes de GlusterFS
- `sudo apt update` → para actualizar los índices locales de paquetes
- `sudo apt install glusterfs-server` → para instalar el paquete.

A continuación, se presentan algunos comandos para controlar el servicio:

- Si se quiere iniciar el servicio glusterd se ejecuta: `sudo systemctl start glusterd.service`

- Si se quiere iniciar el servicio en el arranque del servidor se ejecuta: `sudo systemctl enable glusterd.service`
- Si se quiere verificar el estado del servicio se ejecuta: `sudo systemctl status glusterd.service`

C. Creación de un grupo de almacenamiento de confianza

Antes de crear los volúmenes de almacenamiento es importante configurar un grupo de confianza, es decir, en qué servidores pueden depender para establecer conexiones. Para ello, en el nodo 1 de GlusterFS hay que ejecutar los siguientes comandos:

- `sudo gluster peer probe gluster2`
- `sudo gluster peer probe gluster3`

Una vez realizado, el comando saldrá una salida similar a: `peer probe: success`

Con este comando se le indica al servidor `gluster1` que confíe en `gluster2` y `gluster3` y que los registre como parte de su grupo de almacenamiento.

Para verificar en cualquier momento la comunicación entre los nodos se puede ejecutar el siguiente comando: `sudo gluster peer status`

```
QEMU (Gluster1) - noVNC - Google Chrome
⚠ No es seguro | https://pro.ausiasmarch.es:51051/?console=kvm&novnc=1&vmid=5551&vmname=Gluster1&node=HADES&resize=off&cmd=
root@gluster1:~# gluster peer status
Number of Peers: 2

Hostname: gluster2
Uuid: 5a896619-feb3-4cf8-a6d8-ab2c497eac7e
State: Peer in Cluster (Connected)

  • sname: gluster3
    id: 3bf1f73cb-e095-4b06-97f2-a74cd1f62352
    state: Peer in Cluster (Connected)
root@gluster1:~#
```

D. Creación de un volumen de almacenamiento

De los diferentes tipos de volúmenes mencionados anteriormente, se utilizará el redundante. A tal efecto, se creará un volumen con la función de replicación, con lo que se conseguirán varias copias de los datos y se evitará que el clúster tenga un único punto de fallo.

Ello se hará con el siguiente comando solamente desde un servidor:

- `sudo gluster volume create <nombre del volumen> replica <cantidad de servidores> <servidor1>:<ruta al directorio> <servidor2>:<ruta al directorio> <servidor3>:<ruta al directorio> force`

Cabe añadir que la ‘ruta al directorio’ debe ser previamente creada en los servidores que le corresponde con el comando ‘*mkdir*’. Además, tener las mismas rutas en los tres servidores facilita la administración.

El comando utilizado para este caso ha sido:

```
sudo gluster volume create tcaewpvol replica 3
gluster1:/glusterVolumes/tcaeAcademy/wpData/ gluster2:
/glusterVolumes/tcaeAcademy/wpData/gluster3:RUTA
/glusterVolumes/tcaeAcademy/wpData/
```

Una vez creado, es hora de activarlo. Para iniciar el volumen y habilitarlo resulta importante ejecutar desde un servidor lo siguiente:

- *sudo gluster volume start tcaewpvol*

Para comprobar que todas las operaciones han sido correctas y el volumen está creado y activo se ejecuta: *sudo gluster volume status*

```
root@gluster1:/home/admin# gluster volume status
Status of volume: tcaewpvol
Gluster process          TCP Port  RDMA Port  Online  Pid
-----
Brick gluster1:/glusterVolumes/tcaeAcademy/
  Data          59830      0        Y    799
Brick gluster2:/glusterVolumes/tcaeAcademy/
  wpData        60794      0        Y    794
Brick gluster3:/glusterVolumes/tcaeAcademy/
  wpData        52975      0        Y    798
Self-heal Daemon on localhost   N/A       N/A      Y    815
Self-heal Daemon on gluster2   N/A       N/A      Y    805
Self-heal Daemon on gluster3  N/A       N/A      Y    810

Task Status of Volume tcaewpvol
-----
There are no active volume tasks

root@gluster1:/home/admin#
```

E. Restricción de función de redundancia

Una vez el disco está en funcionamiento, en ese momento, cualquier cliente se podría conectar y montar el disco en su sistema, de manera que tendría acceso a todos los datos del volumen. Esto produce un fallo de seguridad, puesto que los datos no son íntegros y cualquiera podría manipularlos. Por tanto, se debería restringir el acceso.

Para corregir esta brecha de seguridad hay que configurar la opción ‘*auth allow*’, que define las direcciones IP de los clientes que tienen acceso al volumen.

Si se ha modificado el fichero '/etc/hosts' mencionado anteriormente y, también, se ha puesto para que pueda resolver los nombres de los clientes, en el comando para restringir a los clientes se podría poner el alias en vez de la IP.

La orden para otorgar acceso al volumen a clientes específicos y bloquear el acceso a aquellos que no se desea, es la siguiente:

- `sudo gluster volume set tcaewpvol auth.allow cliente1,cliente2,cliente3,zabbix`

F. Instalación y configuración de componentes de clientes

Para montar el volumen creado en los clientes, primeramente, hay que instalar el paquete `glusterfs-client` con:

- `sudo apt update && sudo apt install glusterfs-client`

Tras esto, se ha de crear un punto de montaje, se recomienda hacerlo en /mnt, pero puede hacerse en cualquier lugar.

```
sudo mkdir -p /mnt/glustervolumes/tcaeAcademy/wp/
```

Una vez realizado dicho paso, ya se puede montar el volumen en los clientes con:

- `sudo mount -t glusterfs gluster1:tcaewpvol /mnt/glustervolumes/tcaeAcademy/wp/`

Aunque el dispositivo montado se crea indicando un nombre de host seguido por dos puntos y el nombre del volumen, la herramienta extrae los directorios de almacenamiento reales en cada host. De modo que, este comando se refiere a que no busca montar el directorio, sino el volumen `tcaewpvol`.

Por ello, solo se debe indicar un miembro del clúster debido a que el servicio GlusterFS los manipula como una sola máquina. Por lo que si el servidor 1 (`gluster1`) falla el disco seguirá estando disponible en los clientes.

Para comprobar si está montado o no se ejecuta el comando: `df`

```

QEMU (WordpressTCAE1) - noVNC - Google Chrome
⚠️ No es seguro | https://pro.ausiasmarch.es:51051/?console=kvm&novnc=1&vmid=8881&vmname=WordpressTCAE1&node=HADES&resize=off&cmd=
admini@WordpressTCAE1:~$ df
Filesystem      1K-blocks   Used Available Use% Mounted on
tmpfs            401816    1020    400796  1% /run
/dev/mapper/ubuntu--vg-ubuntu--lv 6352332 5173124  835352  87% /
tmpfs            2009060     0  2009060  0% /dev/shm
tmpfs             5120     0    5120  0% /run/lock
/dev/sda2        1768056 258124  1401800 16% /boot
gluster1:/tcaeupvol 18731460 6083548 11862296 34% /mnt/glustervolumes/tcaeAcademy/wp
tmpfs            401812     4  401808  1% /run/user/1000
admini@WordpressTCAE1:~$ -

```

G. Pruebas básicas de funciones de redundancia

Para comprobar que todo funciona de manera adecuada, se va a crear un sencillo script/comando para comprobar que los datos se duplican instantáneamente. Con este fin, hay que ubicarse en la ruta del volumen montado y ejecutar:

```
# touch funcionaBien_{0..20}.prueba
```

Esto creará 20 ficheros llamados `funcionaBien_0.prueba`, `funcionaBien_1.prueba`, así continuamente hasta 20.

Ficheros creados:

```

QEMU (WordpressTCAE1) - noVNC - Google Chrome
⚠️ No es seguro | https://pro.ausiasmarch.es:51051/?console=kvm&novnc=1&vmid=8881&vmname=WordpressTCAE1&node=HADES&resize=off&cmd=
admini@WordpressTCAE1:/mnt/glustervolumes/tcaeAcademy/wp/pruebasRedundancia$ sudo touch funcionaBien:{0..20}.prueba
admini@WordpressTCAE1:/mnt/glustervolumes/tcaeAcademy/wp/pruebasRedundancia$ ls
funcionaBien:0.prueba  funcionaBien:13.prueba  funcionaBien:17.prueba  funcionaBien:20.prueba  funcionaBien:5.prueba  funcionaBien:9.prueba
funcionaBien:10.prueba  funcionaBien:14.prueba  funcionaBien:16.prueba  funcionaBien:2.prueba  funcionaBien:6.prueba
funcionaBien:11.prueba  funcionaBien:15.prueba  funcionaBien:19.prueba  funcionaBien:3.prueba  funcionaBien:7.prueba
funcionaBien:12.prueba  funcionaBien:16.prueba  funcionaBien:1.prueba  funcionaBien:4.prueba  funcionaBien:8.prueba
admini@WordpressTCAE1:/mnt/glustervolumes/tcaeAcademy/wp/pruebasRedundancia$ -

QEMU (WordpressTCAE2) - noVNC - Google Chrome
⚠️ No es seguro | https://pro.ausiasmarch.es:51051/?console=kvm&novnc=1&vmid=8882&vmname=WordpressTCAE2&node=HADES&resize=off&cmd=
admini@WordpressTCAE2:$ ls /mnt/glustervolumes/tcaeAcademy/wp/pruebasRedundancia/
funcionaBien:0.prueba  funcionaBien:13.prueba  funcionaBien:17.prueba  funcionaBien:20.prueba  funcionaBien:5.prueba  funcionaBien:9.prueba
funcionaBien:10.prueba  funcionaBien:14.prueba  funcionaBien:18.prueba  funcionaBien:2.prueba  funcionaBien:6.prueba
funcionaBien:11.prueba  funcionaBien:15.prueba  funcionaBien:19.prueba  funcionaBien:3.prueba  funcionaBien:7.prueba
funcionaBien:12.prueba  funcionaBien:16.prueba  funcionaBien:1.prueba  funcionaBien:4.prueba  funcionaBien:8.prueba
admini@WordpressTCAE2:$ -

QEMU (WordpressTCAE3) - noVNC - Google Chrome
⚠️ No es seguro | https://pro.ausiasmarch.es:51051/?console=kvm&novnc=1&vmid=8883&vmname=WordpressTCAE3&node=HADES&resize=off&cmd=
admini@WordpressTCAE3:$ ls /mnt/glustervolumes/tcaeAcademy/wp/pruebasRedundancia/
funcionaBien:0.prueba  funcionaBien:13.prueba  funcionaBien:17.prueba  funcionaBien:20.prueba  funcionaBien:5.prueba  funcionaBien:9.prueba
funcionaBien:10.prueba  funcionaBien:14.prueba  funcionaBien:18.prueba  funcionaBien:2.prueba  funcionaBien:6.prueba
funcionaBien:11.prueba  funcionaBien:15.prueba  funcionaBien:19.prueba  funcionaBien:3.prueba  funcionaBien:7.prueba
funcionaBien:12.prueba  funcionaBien:16.prueba  funcionaBien:1.prueba  funcionaBien:4.prueba  funcionaBien:8.prueba
admini@WordpressTCAE3:$ -

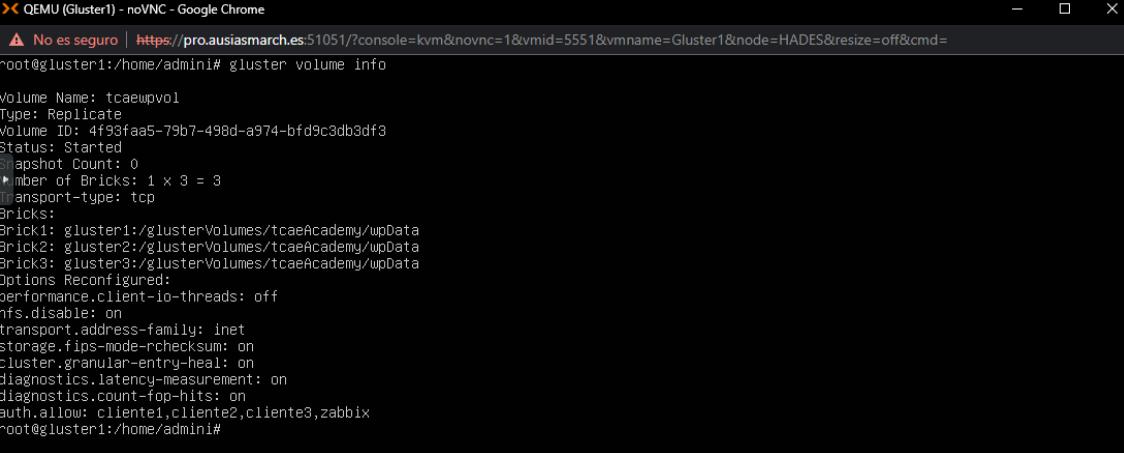
```

H. Recopilación de información sobre los grupos de almacenamiento

Cuando se empiezan a modificar las opciones de configuración del almacenamiento, puede resultar difícil saber qué opciones están disponibles, qué volúmenes están activos y qué nodos están asociados con cada volumen.

Por otro lado, a parte de los comandos ya presentados previamente ('*sudo gluster volume status*' y '*sudo gluster peer status*') existen otros comandos para obtener información e interactuar con el grupo de almacenamiento.

Uno de ellos es '*sudo gluster volume info*' para obtener información sobre cada volumen:



```
root@gluster1:/home/admin# gluster volume info
Volume Name: tcaewpvol
Type: Replicate
Volume ID: 4f93faa5-79b7-498d-a974-bfd9c3db3df3
Status: Started
Snapshot Count: 0
Number of Bricks: 1 x 3 = 3
Transport-type: tcp
Bricks:
Brick1: gluster1:/glusterVolumes/tcaeAcademy/wpData
Brick2: gluster2:/glusterVolumes/tcaeAcademy/wpData
Brick3: gluster3:/glusterVolumes/tcaeAcademy/wpData
Options Reconfigured:
performance.client-io-threads: off
nfs.disable: on
transport.address-family: inet
storage.fips-mode-rchecksum: on
cluster.granular-entry-heal: on
diagnostics.latency-measurement: on
diagnostics.count-fop-hits: on
auth.allow: cliente1,cliente2,cliente3,zabbix
root@gluster1:/home/admin#
```

Este da detalles sobre el volumen, como su nombre, tipo, estado, número de bloques (componentes de almacenamiento), medios utilizados y otras opciones de configuración.

Otro comando de gran utilidad si se necesita información detallada sobre el rendimiento de cada nodo consiste en ejecutar '*sudo gluster volume profile tcaewpvol start*' para crear un perfil del volumen y '*sudo gluster volume profile tcaewpvol info*' para obtener la información recopilada de rendimiento del volumen por nodo, como latencia, cantidad de llamadas y lectura o escritura de datos.

Aquí se puede ver la salida del servidor gluster1:

```

ZEUS - Proxmox Console - Google Chrome
No es seguro https://proaustriasmarches.51051/console?lxc&extermjs=1&vmid=6662&vmname=HAProxy-Balanceador2&node=HADES&cmd=
root@gluster1:/home/admin# gluster volume profile tcaewpvol info
Brick: gluster1:/glusterVolumes/tcaewpvol/wpData

CUMULATIVE Stats:
  Block Size:      8kb+          16kb+          512b+
  No. of Reads:    0              6              3
  No. of Writes:   2              0              0

  Block Size:     1024b+
  No. of Reads:   3              3              0
  No. of Writes:  0              2              2

  Block Size:     8192b+
  No. of Reads:   8              14             17
  No. of Writes:  0              0              0

  Block Size:    65536b+
  No. of Reads:  40             39             39
  No. of Writes: 0              0              0

% - latency   Avg - latency   Min - latency   Max - latency   No. of calls   Fop
  0.00       0.00 ns        0.00 ns        0.00 ns        78           FORGET
  0.00       0.00 ns        0.00 ns        0.00 ns        514          RELEASE
  0.00       0.00 ns        0.00 ns        0.00 ns       103176        RELEASEDIR
  0.00  276980.75 ns  227205.00 ns  365222.00 ns   4           TRUNCATE
  0.00  70693.00 ns  58379.00 ns  110773.00 ns   16          LK
  0.00  18236.00 ns  14711.00 ns  309097.00 ns   6           WRITE
  0.00  104691.58 ns  29361.00 ns  309097.00 ns   12          PINODELK
  0.00  141380.17 ns  106472.00 ns  252114.00 ns   12          FXATTRP
  0.00  240069.62 ns  146852.00 ns  368895.00 ns   8           XATTRP
  0.00  104011.55 ns  70450.00 ns  138180.00 ns   20          STAT
  0.00  1424559.98 ns  262625.00 ns  2586493.00 ns   2           MKDIR
  0.00  151964.81 ns  118930.00 ns  230296.00 ns   21          SETATTR
  0.00  128010.11 ns  8579.00 ns  230296.00 ns   26          FSTAT
  0.00  151651.18 ns  23079.00 ns  459210.00 ns   50          INOTRACK
  0.02  224501.44 ns  148297.00 ns  515780.00 ns   78           UNLINK
  0.03  69479.97 ns  23024.00 ns  388464.00 ns   356          ENTRYLK
  0.05  78337.21 ns  23711.00 ns  317014.00 ns   514          FLUSH
  0.07  133355.23 ns  66643.00 ns  897043.00 ns   415          OPEN
  0.12  913470.69 ns  326727.00 ns  12441476.00 ns  99           CREATE
  0.26  147510.32 ns  51024.00 ns  3351616.00 ns  133          READ
  0.35  31150.00 ns  50344.00 ns  3356314.00 ns  185          READING
  6.75  7096.11 ns  63.00 ns  1147994.00 ns  103176        READDIR
  18.10  86016.74 ns  27868.00 ns  16907871.00 ns  60333        OPENFD
  20.23  68016.94 ns  12192.00 ns  2247945.00 ns  202252        READDIR
  52.47  143229.25 ns  9998.00 ns  2283262.00 ns  205503        GETXATTR
                                0.00 ns  99526555.00 ns  281684        LOOKUP

```

8. CACHÉS DE OBJETOS

Las cachés de objetos son una herramienta utilizada en programación y sistemas informáticos con el fin de mejorar el rendimiento, almacenando temporalmente los resultados de operaciones costosas o repetitivas en memoria.

Por ejemplo, en el contexto de la programación orientada a objetos, se refiere a una estructura de datos los cuales se almacenan para un acceso rápido y su posterior reutilización. Cuando un programa necesita un objeto, en lugar de crearlo o buscarlo en una fuente externa, verifica primero si está presente en la caché. Si el objeto se encuentra en la memoria se entrega directamente, evitando así costosas operaciones.

El almacenamiento en cachés de objetos es especialmente útil en situaciones en las que la creación o búsqueda de objetos requiere mucho tiempo o recursos, como en operaciones de acceso a bases de datos, llamadas a servicios web o cálculos intensivos. Al almacenar en caché los objetos y reutilizarlos, se puede reducir significativamente el tiempo de ejecución y mejorar el rendimiento general del sistema.

8.1. Tipos de clústeres de cachés de objetos

Existen diversos clústeres de cachés de objetos:

- **Clúster de caché distribuida:** Se distribuye entre múltiples nodos. Cada servidor contiene una porción de la caché y se encarga de almacenar y servir los objetos correspondientes. Esto se ve beneficiado en una mayor capacidad de almacenamiento y un rendimiento escalable, ya que los elementos se distribuyen y procesan en paralelo.
- **Clúster de caché coherente:** En este tipo se utiliza un mecanismo de coherencia para asegurar que todos los nodos del clúster mantengan una vista coherente de los datos almacenados. De forma que, si se modifica un objeto en un nodo, el cambio se propaga y se refleja en todos los demás nodos del clúster. Esto proporciona la consistencia de los datos y evita problemas de incoherencia o corrupción.
- **Clúster de caché replicado:** Con estos clústeres se consigue que las cachés se repliquen en varios nodos para aumentar la disponibilidad y la tolerancia a fallos. Se almacena una copia de cada objeto en un nodo diferente, de modo que el sistema sigue funcionando, aunque un nodo falle.
- **Clúster de caché de particionamiento:** Los objetos se dividen y almacenan en diferentes particiones o fragmentos que se distribuyen entre los nodos del clúster, lo que proporciona una mayor capacidad de almacenamiento y un rendimiento escalable.

8.2. Diferentes herramientas de caché de objetos

Adicionalmente, existen herramientas que nos permiten crear este tipo de clústeres.

Principalmente, hay dos que dominan el mercado:

- **Memcached:** Este software permite almacenar en caché los resultados de consultas a la base de datos o el contenido generado dinámicamente en una aplicación web. Se clasifica en los clústeres de caché distribuida, ya que puede distribuir la caché en múltiples servidores.
- **Redis:** Es una base de datos en memoria utilizada como caché de objetos. Proporciona capacidades de almacenamiento en caché para datos estructurados. Se clasifica en los clústeres de caché distribuida, clústeres de

caché coherente y clústeres de caché replicado, en base a la configuración y funcionalidad.

8.3. ¿Por qué elegir Redis?

Redis es un software mucho más sofisticado y potente, ya que Memcached se usa para datos pequeños y estáticos, como fragmentos de código HTML. Mientras tanto, Redis obtiene una mayor eficiencia en general y puede trabajar con datos más grandes. Este destaca en todos los aspectos de la administración debido a que utiliza un mecanismo de desalojo de datos lo que permite liberar espacio para nuevos.

Admite el desalojo activo y pasivo, por lo que los datos se desalojan solo cuando se necesita más espacio o de manera proactiva.

Además de todo esto, se adapta con gran facilidad para wordpress a través de un plugin denominado ‘Redis Object Cache’, lo cual es efectivo para el escenario de este trabajo.

8.3.1. Redis clúster y cálculo del quórum

Los clústeres de Redis permiten que se puedan ejecutar instancias donde los datos se distribuyen automáticamente entre varios nodos. Asimismo, proporciona una capa de disponibilidad para todas las particiones, puesto que puede continuar funcionando si algunos nodos fallan o no pueden comunicarse. Sin embargo, en el caso de un fallo grave, en la que la mayoría de los nodos principales no estén disponibles, el clúster dejará de estar funcional. Es por ello que, proporciona las siguientes características:

- Capacidad para dividir automáticamente el conjunto de datos en varios nodos.
- Sostenibilidad si un subconjunto de nodos falla o pierde la conexión con el resto del clúster.

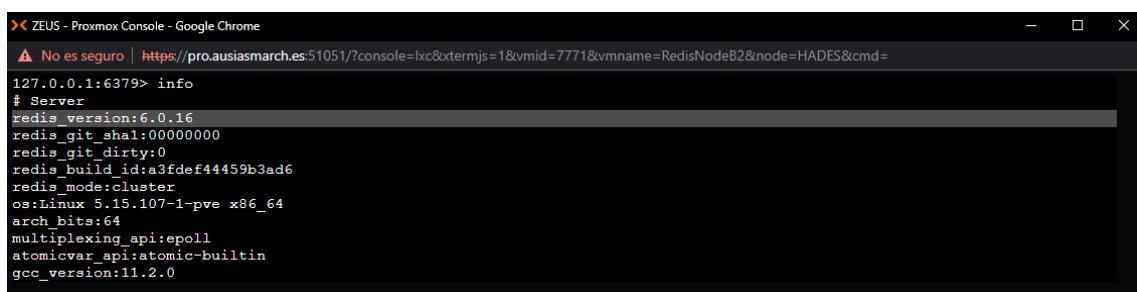
Dicho esto, para garantizar la disponibilidad en caso de falla de un subconjunto de nodos principales, se utiliza un modelo de réplica principal, con unos directores principales y varios por hash. En el clúster de ejemplo con los nodos A, B y C, si el nodo B falla, el clúster fallará porque no hay ningún nodo disponible que admita el rango de hash 5501-11000. No obstante, después de crear un clúster, se agrega un nodo de réplica a cada nodo maestro. Por lo tanto, el clúster consta de los nodos maestros A, B, C y los nodos de réplica A1, B1, C1. Este tipo de configuración permite que el sistema continúe en

funcionamiento si falla el nodo B. Si el nodo B falla, el esclavo B1 del nodo B se promoverá al nuevo maestro y el clúster continuará trabajando con normalidad.

Así pues, para este proyecto se utilizan 6 servidores, 3 maestros y 3 esclavos, cada maestro tiene un esclavo. De forma que, si un maestro falla, el esclavo toma el rol de principal. En consecuencia, el clúster podrá resistir un máximo de 3 nodos fallidos simultáneamente.

8.3.2. Control de versiones

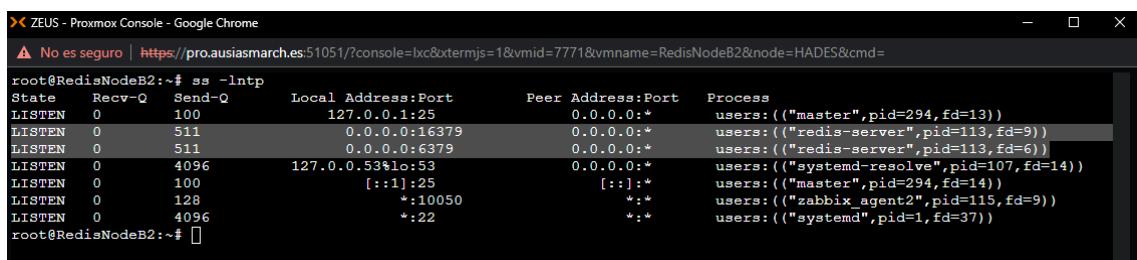
La versión utilizada ha sido la 6.0.16:



```
127.0.0.1:6379> info
# Server
redis_version:6.0.16
redis_git_sha:00000000
redis_git_dirty:0
redis_build_id:a3fdef44459b3ad6
redis_mode:Cluster
os:linux 5.15.107-1-pve x86_64
arch_bits:64
multiplexing_api:epoll
atomicvar_api:atomic-builtin
gcc_version:11.2.0
```

8.3.3. Firewall y puertos de redis

Por defecto, Redis Server utiliza el puerto 6379 para las conexiones del cliente y el 16379 para la comunicación entre nodos del clúster. Con el comando ‘ss -lntp’ se puede observar qué está escuchando.



State	Recv-Q	Send-Q	Local Address:Port	Peer Address:Port	Process
LISTEN	0	100	127.0.0.1:25	0.0.0.0:*	users:(("master",pid=294,fd=13))
LISTEN	0	511	0.0.0.0:16379	0.0.0.0:*	users:(("redis-server",pid=113,fd=9))
LISTEN	0	511	0.0.0.0:6379	0.0.0.0:*	users:(("redis-server",pid=113,fd=6))
LISTEN	0	4096	127.0.0.53%lo:53	0.0.0.0:*	users:(("systemd-resolve",pid=107,fd=14))
LISTEN	0	100	[::]:25	[::]:*	users:(("master",pid=294,fd=14))
LISTEN	0	128	*:10050	*:*	users:(("zabbix_agent2",pid=115,fd=9))
LISTEN	0	4096	*:22	*:*	users:(("systemd",pid=1,fd=37))

8.3.4. Fragmentación de datos de clúster de redis

Redis Cluster utiliza un método de partición diferente al hash secuencial, por lo que cada clave se considera parte de un rango de hashing. Hay un total de 16384 hashes disponibles en el clúster. De manera que, para determinar la posición hash de una clave en particular, se aplica la función CRC16 (algoritmo para verificar errores) a esa clave y se obtiene el resultado del módulo. Cada nodo del clúster es responsable de un conjunto específico de hashes. Gracias a ello, se puede tener un clúster con 3 nodos:

- El nodo A maneja el rango de hash de 0 a 5500.
- El nodo B maneja los ciclos hash 5501 a 11000.
- El nodo C maneja los ciclos hash 11001 a 16383.

Este enfoque simplifica la adición y eliminación de nodos en un clúster. Por ejemplo, si se quiere añadir un nuevo nodo D, sólo hay que mover algunos puntos hash de los nodos A, B y C al nodo D. De manera parecida, si se desea borrar el nodo A del clúster, simplemente hay que mover los valores hash que se encuentran en A a los nodos B y C.

El proceso de mover un punto hash de un nodo a otro no necesita interrumpir la operación actual. Por lo tanto, agregar o eliminar nodos, así como cambiar la cantidad de ranuras hash administradas por un solo nodo en el clúster no provocará tiempo de inactividad.

8.3.5. Implantación de redis

Para implantar la herramienta se han de seguir los siguientes pasos:

A. Iniciando con redis

Primeramente, se ha de instalar la herramienta, para ello se ejecuta lo siguiente:

- `sudo apt update && sudo apt install redis-server`

Algunos comandos de utilidad para controlar el servicio son:

- Si se quiere iniciar el servicio se ejecuta:

```
sudo systemctl start redis-server
```

- Si se quiere ejecutar el servicio en el arranque del servidor se ejecuta:

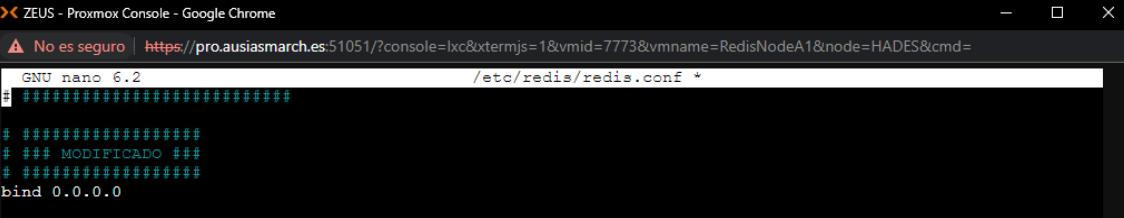
```
sudo systemctl enable redis-server
```

- Si se quiere verificar el estado del servicio se ejecuta:

```
sudo systemctl status redis-server
```

B. Permitir conexiones entrantes

De forma predeterminada, los servidores de redis solo permiten conexiones entrantes locales, es decir de la dirección 127.0.0.1. Es importante modificar esta directiva en el archivo '/etc/redis/redis.conf', ya que las conexiones se realizan de máquinas externas. Para llevar esto a cabo hay que modificar la directiva y establecerla en 0.0.0.0, la cual hace referencia a cualquier IP.



```
GNU nano 6.2          /etc/redis/redis.conf *
# #####
# ### MODIFICADO ###
# #####
bind 0.0.0.0
```

C. Parámetros de configuración del clúster de redis

Los parámetros que hay que modificar en todos los nodos en el fichero '/etc/redis/redis.conf' principalmente son:

- *cluster-enabled yes* = Habilita el modo de clúster en Redis.
- *cluster-config-file nodes-ABC-tfg.conf* = Especifica el nombre del archivo de configuración que se utilizará para almacenar la información sobre los nodos del clúster.
- *cluster-node-timeout 5000* = Define el tiempo de espera (en milisegundos) para considerar que un nodo del clúster está desconectado.
- *appendonly yes* = Habilita la persistencia de los datos.

Además, también se han modificado las siguientes líneas:

- *cluster-replica-validity-factor 10* = Establece el factor de validez de réplicas para los nodos del clúster. Este factor determina si una réplica se considera válida y se puede promover a maestro en caso de falla del maestro actual.
- *cluster-require-full-coverage yes* = Establece si se requiere una cobertura completa de todos los slots en el clúster antes de que los comandos sean ejecutados.
- *cluster-allow-reads-when-down no* = Determina si se permiten lecturas en el clúster cuando hay nodos inaccesibles o no están disponibles.

```

GNU nano 6.2                               /etc/redis/redis.conf +
# MODIFICADO
cluster-enabled yes
# MODIFICADO
cluster-config-file nodes-ABC-tfg.conf
# MODIFICADO
cluster-node-timeout 5000
# MODIFICADO
cluster-replica-validity-factor 10
# MODIFICADO
cluster-require-full-coverage yes
# MODIFICADO
cluster-allow-reads-when-down no
appendonly yes

^G Help      ^C Write Out   ^W Where Is    ^R Cut        ^I Execute   ^C Location   M-U Undo   M-A Set Mark
^X Exit      ^R Read File   ^Y Replace     ^U Paste      ^J Justify   ^V Go To Line M-E Redo   M-G Copy

```

Tras cambiar las líneas es importante reiniciar el servicio para que los cambios hechos tengan efecto.

D. Creación del clúster de redis

Una vez ya existen varias instancias de redis ejecutándose con las líneas editadas es posible crear el clúster. Ello se pone en práctica con el siguiente comando:

```
redis-cli --cluster create 172.16.1.131:6379 172.16.1.132:6379
172.16.1.133:6379 172.16.1.134:6379 172.16.1.135:6379
172.16.1.136:6379 --cluster-replicas 1
```

Tras ejecutarlo se obtendrá una salida similar a: *[OK] All 16384 slots covered*

La opción ‘–cluster-replicas’ 1 significa que por cada maestro habrá una copia o esclavo.

E. Protección de redis con contraseña

Redis por defecto no utiliza contraseña, por lo que cualquiera que instale los componentes del cliente (*redis-cli*) podría conectarse e interactuar con el clúster. Para ello, hay que modificar el fichero de configuración principal, buscar la línea:

```
# requirepass foobared
```

Seguidamente, debe quitarse el comentario y cambiar ‘foobared’ por la contraseña que se desee.

```

# Modificado
requirepass TFG@J4vi

```



F. Interactuar con el clúster de redis

Para comprobar que el clúster está funcionando correctamente se pueden ejecutar los comandos presentados a continuación usando la utilidad redis-cli:

`cluster nodes` → utilizado para obtener información sobre el estado y saber qué nodos forman parte del clúster.

```
ZEUS - Proxmox Console - Google Chrome
No es seguro | https://pro.ausiasmarch.es:51051/?console=lx&xtermjs=1&vmid=7771&vmname=RedisNodeB2&node=HADES&cmd=
GNU nano 6.2 /etc/redis/redis.conf *
***** REDIS CLUSTER *****

127.0.0.1:6379> cluster nodes
6a9002de9ef1e9f788e3d2932c3556ad591c1d7 172.16.1.136:6379@16379 master - 0 1686409184000 23 connected 5461-10922
b1b3b5e3d50b414ca085f9ae428e9fe4743bf5f022 172.16.1.133:6379@16379 slave 1690e829aeb9ffea439695ca80a146fb5c07eb9e 0 1686409184462 20 connected
5ffcc503dc97b7f3e8da395fee5eeec6aaca38b7 172.16.1.132:6379@16379 slave 6a9002de9ef1e9f788e63d2932c3556ad591c1d7 0 1686409183459 23 connected
ale26dc9c69473cc51a11b579bd3fd905478389 172.16.1.135:6379@16379 master - 0 1686409185464 18 connected 0-5460
1690e829aeb9ffea439695ca80a146fb5c07eb9e 172.16.1.134:6379@16379 master - 0 1686409184561 20 connected 10923-16383
04caf67ca783db25fbe5702af96509aae98acd0 172.16.1.131:6379@16379 myself,slave ale26dc9c69473cc51a11b578bd3fd905478389 0 1686409184000 18 connected
127.0.0.1:6379> 
```

`cluster info` → se utiliza para obtener información del clúster.

```
ZEUS - Proxmox Console - Google Chrome
No es seguro | https://pro.ausiasmarch.es:51051/?console=lx&xtermjs=1&vmid=7771&vmname=RedisNodeB2&node=HADES&cmd=
127.0.0.1:6379> cluster info
cluster_state:ok
cluster_slots_assigned:16384
cluster_slots_ok:16384
cluster_slots_pfail:0
cluster_slots_fail:0
cluster_known_nodes:6
cluster_size:3
cluster_current_epoch:23
cluster_my_epoch:18
cluster_stats_messages_ping_sent:155782
cluster_stats_messages_pong_sent:155249
cluster_stats_messages_sent:311031
cluster_stats_messages_ping_received:155249
cluster_stats_messages_pong_received:155774
cluster_stats_messages_received:311023
127.0.0.1:6379> 
```

Además de los comandos anteriores, el comando ‘set’ se utiliza para establecer un valor para una clave en el clúster, tras esto podemos recuperar los valores con el comando ‘get’. Acto seguido, se presenta un ejemplo:

```
ZEUS - Proxmox Console - Google Chrome
No es seguro | https://pro.ausiasmarch.es:51051/?console=lx&xtermjs=1&vmid=7776&vmname=RedisNodeC1&node=HADES&cmd=
127.0.0.1:6379> set foo bar
-> Redirected to slot [12182] located at 172.16.1.134:6379
OK
172.16.1.134:6379> AUTH TFG0J4vi
OK
172.16.1.134:6379> set hello world
-> Redirected to slot [866] located at 172.16.1.135:6379
OK
172.16.1.135:6379> AUTH TFG0J4vi
OK
172.16.1.135:6379> get foo
-> Redirected to slot [12182] located at 172.16.1.134:6379
"bar"
172.16.1.134:6379> AUTH TFG0J4vi
OK
172.16.1.134:6379> get hello
-> Redirected to slot [866] located at 172.16.1.135:6379
"world"
172.16.1.135:6379> 
```

9. BASES DE DATOS

Una base de datos se encarga de organizar y gestionar la información de manera estructurada en los sistemas computacionales. Su objetivo principal es almacenar datos de manera eficiente, permitiendo así realizar operaciones como la creación, actualización, consulta y eliminación de información de forma rápida y exacta.

En una base de datos, los datos se organizan en tablas, las cuales constan de filas y columnas. Cada fila representa un registro individual y cada columna contiene un tipo de datos asociado a ese registro. Además, las bases de datos pueden establecer relaciones entre diferentes tablas, lo que permite vincular los datos y realizar consultas complejas.

9.1. Qué tipos de clústeres de bases de datos hay

Existen varios tipos de clústeres de bases de datos:

- **Clúster de base de datos duplicado:** En estos tipos de clústeres, dos o más servidores de base de datos contienen copias idénticas de la misma. Si uno de los servidores falla, el otro se hace cargo y proporciona acceso continuo a los datos.
- **Clúster de base de datos con conmutación por error:** Se utiliza un servidor principal y uno o más servidores secundarios. Si el nodo principal experimenta una falla automáticamente el servidor secundario asume su función, es decir, se convierte en el maestro. La conmutación por error garantiza una alta disponibilidad de la base de datos.
- **Clúster de bases de datos en paralelo:** Varios servidores de bases de datos trabajan conjuntamente para procesar consultas de forma paralela y mejorar el rendimiento. Cada servidor se encarga de una parte de los datos y las consultas se distribuyen entre ellos para un procesamiento rápido.
- **Clúster de base de datos particionado:** En este tipo de clúster, los datos se distribuyen en varios nodos, de modo que, cada nodo procesa consultas de forma independiente, lo que permite la escalabilidad y un mejor rendimiento en aplicaciones con un alto uso de datos.



9.2. Diferentes herramientas de clúster de base de datos

Algunas de las herramientas investigadas y puestas a prueba han sido:

- **MySQL Cluster:** Se refiere a una solución de agrupación de bases de datos de código abierto para MySQL. Proporciona alta disponibilidad y escalabilidad horizontal mediante la distribución de datos a través de múltiples nodos.
- **PostgreSQL HA:** Se trata de una solución que proporciona agrupación de las BD para garantizar una alta disponibilidad a través del uso de mecanismos de replicación, conmutación por error y balanceo de carga. Esto garantiza que los sistemas puedan seguir trabajando sin interrupciones graves en el acceso a la base de datos.
- **MariaDB Galera Cluster:** Consiste en una solución de código abierto basada en el motor de MariaDB que agrupa las bases de datos. Puede utilizar replicación síncrona y asíncrona. Además, ofrece consistencia de datos para proporcionar alta disponibilidad y tolerancia a fallas.
- **MongoDB Replication:** Ofrece funcionalidad de replicación que le permite crear copias de la base de datos en varios nodos, asegurando la disponibilidad de datos y facilitando la escalabilidad horizontal.

9.3. ¿Por qué elegir MariaDB Galera?

Entre las herramientas presentadas, se ha optado por elegir MariaDB Galera. Esto es debido a que la arquitectura que presentan MongoDB Replication y PostgreSQL HA se basa, principalmente, en un servidor haciendo de maestro, a la vez que replica la información, bien de forma síncrona o asíncrona, al esclavo. Cuando el maestro cae, el esclavo conmuta automáticamente y hace de principal.

Por otra parte, MySQL Cluster necesita de un nodo de administración (MGM), un nodo de datos (NDB) y un nodo SQL (mysqld). MGM es el nodo que se encarga de manejar, controlar y coordinar al resto de nodos del clúster, NDB es la máquina encargada de almacenar los datos de forma distribuida y mysqld es el nodo que permite el acceso a los datos.

Por lo tanto, si se quiere alta disponibilidad y tolerancia a fallos deberían crearse 2 nodos mínimo de cada tipo, por lo que se necesitaría un mínimo total de 6 servidores. Si se

desea aumentar la tolerancia a fallos se necesitarán 3 de cada tipo y, por esta razón, serían 12 servidores en total.

Sin embargo, con MariaDB Galera todos los servidores hacen de maestro-esclavo, replicando todos los datos de forma automática a los demás dispositivos del clúster. De manera que, con un mínimo de 3 servidores, ya existiría una alta disponibilidad y tolerancia a fallos.

9.3.1. Cálculo del quórum

Al inicio del proyecto se utilizaron 3 servidores MariaDB Galera. Estos conmutaban entre proxmox ante la caída o fallo de desconexión de uno, pero, al realizar esta operación y al iniciarse en el nuevo proxmox disponible, las máquinas se reiniciaban las tres a la vez. Por este motivo, el quórum dejaba de ser confiable y el servicio de MariaDB fallaba hasta que el clúster no se quitara y se volviera a hacer.

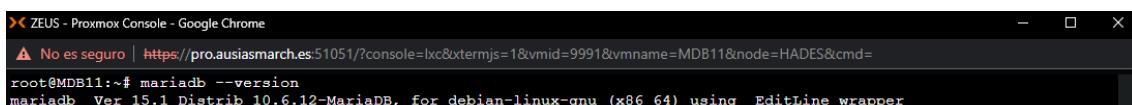
Para solucionar este problema, se optó por crear 5 servidores en cada proxmox (Zeus, Poseidón y Hades) sin que conmutaran, es decir, sin configurar la alta disponibilidad y replicación.

Para ello, como ya se ha comentado, para establecer una comunicación y poder crear el clúster se puenteó desde una tarjeta virtual (vmbr5) hacia una física (ens19).

Por consiguiente, con un clúster de 15 servidores, es altamente improbable que el quórum se vea comprometido. Se requeriría un fallo simultáneo de 7 nodos para que la disponibilidad se viera afectada. Como mínimo, se necesitaría que 8 máquinas estuvieran en funcionamiento para mantener el servicio operativo de manera veraz, esto provocaría que la infraestructura fuera muy robusta, teniendo una resistencia excepcional a los fallos.

9.3.2. Control de versiones

La versión utilizada ha sido la 10.6.12:



```
ZEUS - Proxmox Console - Google Chrome
⚠ No es seguro | https://pro.ausiasmarch.es:51051/?console=lxc&xtermjs=1&vmid=9991&vmname=MDB11&node=HADES&cmd=
root@MDB11:~# mariadb --version
mariadb Ver 15.1 Distrib 10.6.12-MariaDB, for debian-linux-gnu (x86_64) using EditLine wrapper
```

9.3.4. Firewall y puertos de MariaDB

El puerto utilizado de forma predeterminada es el 3306 y se emplea para la comunicación entre los clientes y el clúster de base de datos.

```
ZEUS - Proxmox Console - Google Chrome
No es seguro | https://pro.ausiasmarch.es:5101/?console=lx&xtermjs=1&vmid=9991&vmmname=MD811&node=HADES&cmd=
root@MD811:~# ss -lntup
Netid State Recv-Q Send-Q Local Address:Port Peer Address:Port Process
udp UNCONN 0 0 127.0.0.53%lo:53 0.0.0.0:* users:(({"systemd-resolve",pid=96,fd=13}))
tcp LISTEN 0 4096 0.0.0.0:10050 0.0.0.0:*
users:(({"zabbix_agentd",pid=126,fd=4}, {"zabbix_agentd",pid=123,fd=4}, {"zabbix_agentd",pid=122,fd=4}, {"zabbix_agentd",pid=119,fd=4})) users:(({"zabbix_agentd",pid=119,fd=41}))
tcp LISTEN 0 80 0.0.0.0:3306 0.0.0.0:*
users:(({"mysql",pid=279,fd=55}))
tcp LISTEN 0 4096 127.0.0.53%lo:53 0.0.0.0:*
users:(({"systemd-resolve",pid=96,fd=14}))
tcp LISTEN 0 4096 0.0.0.0:4567 0.0.0.0:*
users:(({"mysql",pid=279,fd=8})) users:(({"zabbix_agentd",pid=126,fd=5}, {"zabbix_agentd",pid=119,fd=5})) users:(({"zabbix_agentd",pid=119,fd=51}))
tcp LISTEN 0 100 127.0.0.1:25 0.0.0.0:*
users:(({"master",pid=372,fd=13}))
tcp LISTEN 0 4096 [:1]:10050 [:1]:* users:(({"zabbix_agentd",pid=126,fd=5}, {"zabbix_agentd",pid=123,fd=5}, {"zabbix_agentd",pid=122,fd=5}, {"zabbix_agentd",pid=119,fd=5})) users:(({"zabbix_agentd",pid=119,fd=51}))
tcp LISTEN 0 4096 *:22 *:*
users:(({"mysql",pid=1,fd=39})) users:(({"mysql",pid=1,fd=39}))
tcp LISTEN 0 100 [:1]:25 [:1]:* users:(({"master",pid=372,fd=14}))
```

9.3.5. Acerca de la replicación de Galera

En el clúster de MariaDB Galera, el servidor replica las transacciones en tiempo real y envía el conjunto de datos asociado con la operación a todos los nodos. Cuando los usuarios se conectan al sistema de administración de base de datos (DBMS), la interrelación del usuario será similar a MariaDB nativo. API Write Set Replication (wsrep) es la encargada de definir la interfaz entre Galera Replication y MariaDB.

9.3.6. Replicación síncrona frente a asíncrona

La replicación síncrona y asíncrona son dos enfoques diferentes. La replicación síncrona garantiza que, si se produce un cambio en un nodo del clúster, el cambio se sincroniza en todos los demás servidores al mismo tiempo de forma inmediata. Por otro lado, en la replicación asíncrona los cambios no se propagan al instante a las máquinas esclavas debido a que existe latencia en la propagación, por lo que puede ser que haya pérdidas si falla el nodo principal.

La replicación síncrona presenta varias ventajas sobre la replicación asíncrona:

- Durante la replicación síncrona, los clústeres siempre están disponibles, lo que garantiza que no se pierdan datos en caso de falla del nodo. Además, todos los nodos del clúster se actualizan constantemente.
- El uso de la replicación síncrona en todos los nodos permite que las transacciones se realicen en tiempo real, lo que mejora el rendimiento.

- Se certifica la coherencia en todo el clúster con la replicación síncrona, lo que significa que, si un nodo del grupo realiza una consulta SELECT después de que otros nodos lo hayan hecho, la nueva consulta refleja esta transacción.

La configuración predeterminada para un clúster de MariaDB Galera es la replicación sincrónica, por lo que cualquier cambio realizado en un nodo del clúster se replicará de forma instantánea en todos los demás nodos. Esto asegura que toda la información permanezca actualizada y proporciona alta disponibilidad y consistencia de datos.

9.3.7. Implantación de MariaDB Galera

Los pasos a seguir para poner en funcionamiento el clúster de MariaDB Galera son:

A. Modificando /etc/hosts

Como ya se ha comentado en el apartado del almacenamiento de alta disponibilidad, en el punto de la implantación de GlusterFS, para este proyecto se modifica el fichero '/etc/hosts' para que pueda resolver los nombres de los demás servidores de bases de datos.

Para ello, se tendría que añadir el siguiente contenido:

```

ZEUS - Proxmox Console - Google Chrome
No es seguro | https://pro.ausiasmarch.es:51051/?console=txc&xtermjs=1&vmid=9991&vmname=MDB11&node=HADES&cmd=
GNU nano 6.2
/etc/hosts *
# ## MARTIADB GALERA CLUSTER NODES ##
# #####
# ZEUS
192.168.10.1 MDB1
192.168.10.2 MDB2
192.168.10.3 MDB3
192.168.10.4 MDB4
192.168.10.5 MDB5

# POSEIDON
192.168.10.6 MDB6
192.168.10.7 MDB7
192.168.10.8 MDB8
192.168.10.9 MDB9
192.168.10.10 MDB10

# HADES
192.168.10.11 MDB11
192.168.10.12 MDB12
192.168.10.13 MDB13
192.168.10.14 MDB14
192.168.10.15 MDB15
#####

```

B. Iniciando con MariaDB Galera

Para poder ejecutar la herramienta se ha de instalar con el siguiente comando en todos los nodos: `sudo apt update && sudo apt install mariadb-server -y`

Algunos comandos de utilidad para controlar el servicio 'mariadb.service' son:

- Si se quiere iniciar el servicio se ejecuta:

```
sudo systemctl start mariadb.service
```

- Si se quiere iniciar el servicio en el arranque del servidor se ejecuta:

```
sudo systemctl enable mariadb.service
```

- Si se quiere verificar el estado del servicio se ejecuta:

```
sudo systemctl status mariadb.service
```

C. Permitir conexiones entrantes

Al igual que en los servidores de redis, de forma predeterminada, los nodos de BD solo permiten conexiones entrantes locales, es decir de la dirección 127.0.0.1. Es importante modificar esta directiva en el archivo '/etc/mysql/mariadb.conf.d/50-server.cnf', ya que las conexiones se realizan de máquinas externas. Para llevar esto a cabo hay que modificar la directiva y establecerla en 0.0.0.0, la cual hace referencia a cualquier IP.



```
ZEUS - Proxmox Console - Google Chrome
⚠ No es seguro | https://pro.ausiasmarch.es:51051/?console=lxc&xtermjs=1&vmid=9991&vmname=MDB11&node=HADES&cmd=
GNU nano 6.2
/etc/mysql/mariadb.conf.d/50-server.cnf
bind-address      = 0.0.0.0
```

D. Proteger MariaDB

Para establecer una contraseña al usuario root hay que ejecutar:

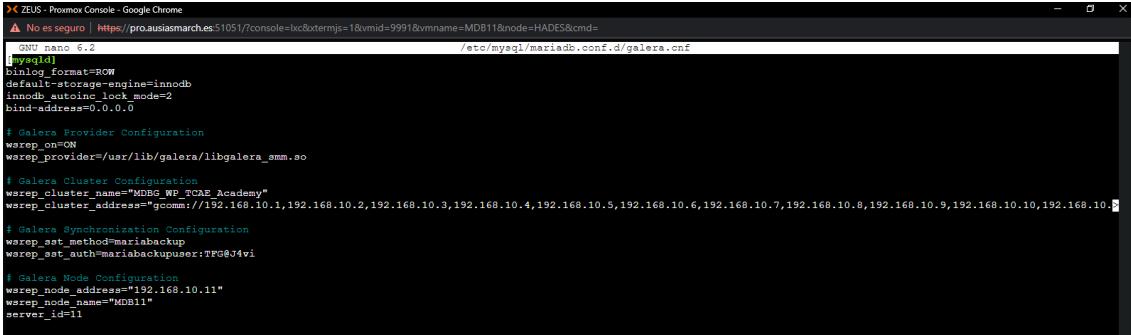
`mysql_secure_installation`

Tras ello, aparecerán una serie de cuestiones que deben responderse de la siguiente manera:

```
Enter current password for root (enter for none): 'Pulsar enter'
Switch to unix_socket authentication [Y/n] 'n'
Change the root password? [Y/n] 'Y'
New password: 'contraseña'
Re-enter new password: 'contraseña'
Remove anonymous users? [Y/n] 'Y'
Disallow root login remotely? [Y/n] 'Y'
Remove test database and access to it? [Y/n] 'Y'
Reload privilege tables now? [Y/n] 'Y'
```

E. Configuración de los servidores

A continuación, para configurar la replicación de Galera se tiene que crear el fichero 'galera.cnf' en la ruta '/etc/mysql/mariadb.conf.d/' con el siguiente contenido:



```

ZEUS - Proxmox Console - Google Chrome
No es seguro https://pro.ausiamarch.es:51051/?console=lx&xtermjs=1&vmid=9991&vmname=MDB11&node=HADES&cmd=
GNU nano 6.2
/etc/mysql/mariadb.conf.d/galera.cnf

[mysqld]
binlog_format=ROW
default-storage-engine=innodb
innodb_autoinc_lock_mode=2
bind-address=0.0.0.0

# Galera Provider Configuration
wsrep_on=ON
wsrep_provider=/usr/lib/galera/libgalera_smm.so

# Galera Cluster Configuration
wsrep_cluster_name="MDBG_WP_TCAE_Academy"
wsrep_cluster_address="gcomm://192.168.10.1,192.168.10.2,192.168.10.3,192.168.10.4,192.168.10.5,192.168.10.6,192.168.10.7,192.168.10.8,192.168.10.9,192.168.10.10,192.168.10.11"

# Galera Synchronization Configuration
wsrep_sst_method=mariabackup
wsrep_sst_auth=mariabackupuser:TFG@J4vi

# Galera Node Configuration
wsrep_node_address="192.168.10.11"
wsrep_node_name="MDB11"
server_id=11

```

Las líneas '`wsrep_node_address=<IP>`' y '`wsrep_node_name=<Nombre>`' deben adaptarse a cada servidor.

A continuación, se explica de manera simplificada cada una de las líneas:

- `binlog_format=ROW`: Establece el formato de registro binario como "ROW", lo que significa que los cambios en las filas de las tablas se guardan en el registro binario.
- `default-storage-engine=innodb`: Define el motor de almacenamiento predeterminado.
- `innodb_autoinc_lock_mode=2`: Configura el modo de bloqueo automático de incremento para InnoDB como "2", lo que evita los parones innecesarios en las operaciones de incremento automático de columnas.
- `bind-address=0.0.0.0`: Asigna la dirección IP del servidor a "0.0.0.0", lo que significa que MySQL escucha en todas las interfaces de red.
- `wsrep_on=ON`: Habilita la replicación síncrona de Galera.
- `wsrep_provider=/usr/lib/galera/libgalera_smm.so`: Especifica el proveedor para la replicación.
- `wsrep_cluster_name="MDBG_WP_TCAE_Academy"`: Define el nombre del clúster.
- `wsrep_cluster_address="gcomm://...>"`: Establece los miembros que forman parte del clúster.
- `wsrep_sst_method=mariabackup`: Configura el método de transferencia de estado del clúster (SST) como "mariabackup".
- `wsrep_sst_auth=mariabackupuser:password`: Define las credenciales de autenticación para el proceso de transferencia de estado.
- `wsrep_node_address="192.168.10.9"`: Establece la dirección IP del nodo actual.
- `wsrep_node_name="MDB9"`: Asigna un nombre al nodo actual.
- `server_id=9`: Asigna un ID único al servidor de base de datos.

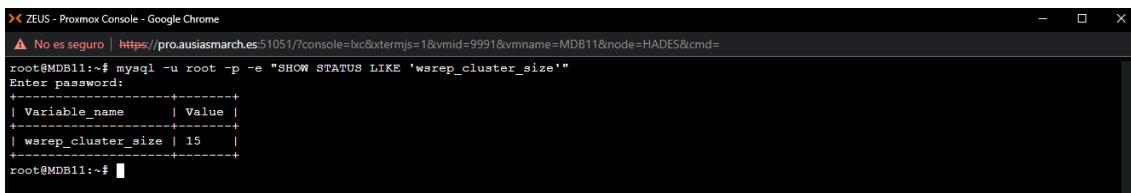
F. Inicializar el Galera Clúster

Una vez están todos los ficheros creados se ha de parar el servicio en todos los servidores. Seguidamente, en solo uno de ellos se debe de ejecutar lo siguiente y en los demás reiniciar el servicio:

```
galera_new_cluster
```

Si no da ningún error en la salida de la terminal quiere decir que la salida es exitosa, para comprobarlo se puede introducir lo siguiente:

```
mysql -u root -p -e "SHOW STATUS LIKE 'wsrep_cluster_size'"
```



```
ZEUS - Proxmox Console - Google Chrome
No es seguro | https://pro.ausiasmarch.es:51051/?console=lxc&xtermjs=1&vmid=9991&vmname=MDB11&node=HADES&cmd=
root@MDB11:~# mysql -u root -p -e "SHOW STATUS LIKE 'wsrep_cluster_size'"
Enter password:
+-----+-----+
| Variable_name      | Value |
+-----+-----+
| wsrep_cluster_size | 15   |
+-----+-----+
root@MDB11:~#
```

G. Pruebas básicas de replicación de Galera Clúster

Para comprobar la replicación antes de ponerlo en producción se puede ejecutar el siguiente script SQL:

```
-- #####
-- Crear la base de datos
CREATE DATABASE replicacion_prueba;
-- Seleccionar la base de datos
USE replicacion_prueba;
-- Crear la tabla1
CREATE TABLE tabla1 (
    id INT PRIMARY KEY,
    columna1 VARCHAR(255),
    columna2 INT
);
-- Crear la tabla2
CREATE TABLE tabla2 (
    id INT PRIMARY KEY,
    columna1 VARCHAR(255),
    columna2 INT
);
-- #####
```

Esto crea una base de datos llamada `replicacion_prueba` y dos tablas llamadas `tabla1` y `tabla2`.

Automáticamente estaría todo replicado entre los servidores:

```
MariaDB [(none)]> SHOW DATABASES;
+-----+
| Database |
+-----+
| information_schema |
| mysql |
| performance_schema |
| replicacion_prueba |
| sys |
| wordpress |
+-----+
6 rows in set (0.001 sec)

MariaDB [replicacion_prueba]> SHOW TABLES;
+-----+
| Tables_in_replicacion_prueba |
+-----+
| tabla1 |
| tabla2 |
+-----+
2 rows in set (0.000 sec)

MariaDB [replicacion_prueba]> SHOW COLUMNS FROM tabla1;
+-----+-----+-----+-----+-----+
| Field | Type | Null | Key | Default | Extra |
+-----+-----+-----+-----+-----+
| id | int(11) | NO | PRI | NULL | |
| column1 | varchar(255) | YES | | NULL | |
| columna2 | int(11) | YES | | NULL | |
+-----+-----+-----+-----+-----+
3 rows in set (0.001 sec)

MariaDB [replicacion_prueba]> SHOW COLUMNS FROM tabla2;
+-----+-----+-----+-----+-----+
| Field | Type | Null | Key | Default | Extra |
+-----+-----+-----+-----+-----+
| id | int(11) | NO | PRI | NULL | |
| column1 | varchar(255) | YES | | NULL | |
| columna2 | int(11) | YES | | NULL | |
+-----+-----+-----+-----+-----+
3 rows in set (0.001 sec)

MariaDB [replicacion_prueba]>
```

10. BALANCEADORES DE CARGA

10.1. Tipos de balanceadores de carga

Existen diversos tipos de balanceadores de carga:

- Los balanceadores de carga ***basados en hardware*** son dispositivos físicos que se ubican entre clientes y servidores para distribuir las solicitudes de manera uniforme.
- Los balanceadores de carga ***basados en software*** consisten en aplicaciones o servicios implementados en sistemas operativos o plataformas de virtualización.
- Los balanceadores de carga de ***capa de aplicación*** operan en el nivel de aplicación del modelo de comunicación y toman decisiones de enrutamiento basadas en información contextual.
- Los balanceadores de carga de ***capa de transporte*** intervienen en la capa de transporte y distribuyen las solicitudes en función de las direcciones IP y los puertos de origen y destino.



10.2. Diferentes herramientas de balanceadores

Asimismo, se dispone de diferentes herramientas para realizar esas funciones. Los principales balanceadores de código abierto probados han sido HAProxy, Nginx, Zevenet y Traefik.

HAProxy es una herramienta de equilibrio de carga y proxy inverso. Se utiliza para distribuir eficientemente la carga entre varios servidores o aplicaciones. Su enfoque se encuentra en los protocolos TCP/HTTP y resalta en su alto rendimiento, escalabilidad y configuración flexible.

Zevenet consiste en una solución de equilibrio de carga, proxy inverso y firewall que combina características comerciales y de código abierto. Trabaja a nivel de la aplicación y sobresale en su inteligencia de enrutamiento y su capacidad para tomar decisiones basadas en información contextual.

Por otro lado, **Nginx** se trata de un servidor web, proxy inverso y equilibrador de carga de alto rendimiento, además de almacenamiento en caché y aceleración de contenido estático. Aunque se creó como un servidor web, también se utiliza como un balanceador de carga a nivel de aplicación. Es conocido por su capacidad para manejar grandes volúmenes de tráfico y su configuración flexible.

Por último, **Traefik** es una herramienta diseñada específicamente para entornos de contenedores y microservicios. Actúa como equilibrador de carga y proxy inverso en la capa de aplicación. Está estrechamente integrado con orquestaciones de contenedores como Docker, Kubernetes y Swarm. Su enfoque de automatización basado en etiquetas simplifica la implementación y la gestión.

10.3. ¿Por qué elegir HAProxy?

Para el caso planteado en el proyecto se podría haber optado por cualquiera de las herramientas anteriores, no obstante, HAProxy es la que mejor encaja debido a su facilidad de uso, su gran rendimiento y su gran adaptabilidad a los entornos. Además, se puede implantar de manera que se pueden ver sus estadísticas.

10.3.1. Control de versiones

Se ha utilizado la versión 2.4.18:

```
ZEUS - Proxmox Console - Google Chrome
⚠ No es seguro | https://pro.ausiasmarch.es:51051/?console=lx&xtermjs=1&vmid=6660&vmname=HAProxy-Balanceador1&node=HADES&cmd=
root@HAProxy-Balanceador1:~# haproxy -v
HAProxy version 2.4.18-Ubuntu1.2 2023/02/13 - https://haproxy.org/
Status: long-term supported branch - will stop receiving fixes around Q2 2026.
Known bugs: http://www.haproxy.org/bugs/bugs-2.4.18.html
Running on: Linux 5.15.107-1-pve #1 SMP EEE 5.15.107-1 (2023-04-20T10:05Z) x86_64
root@HAProxy-Balanceador1:~#
```

10.3.2. Firewall y puertos de HAProxy

HAProxy usa el puerto en base a lo establecido en el fichero de configuración principal.

Para este proyecto, se utiliza para equilibrar las peticiones del puerto 3306 de los servidores de MariaDB Galera y, luego, para equilibrar las peticiones que van hacia los servidores de Apache2.

Por lo tanto, los servidores BalanceadorDB1 y BalanceadorDB2 escuchan por el puerto 3306:

```
ZEUS - Proxmox Console - Google Chrome
⚠ No es seguro | https://pro.ausiasmarch.es:51051/?console=lx&xtermjs=1&vmid=4441&vmname=BalanceadorDB1&node=HADES&cmd=
root@BalanceadorDB1:~# ss -lntp
State Recv-Q Send-Q Local Address:Port Peer Address:Port Process
LISTEN 0 100 127.0.0.1:25 0.0.0.0:* users:(("master",pid=327,fd=13))
LISTEN 0 4096 0.0.0.0:10050 0.0.0.0:* users:(("zabbix_agentd",pid=126,fd=4),("zabbix_agentd",pid=125,fd=4),("zabbix_ag
ntd",pid=124,fd=4),("zabbix_agentd",pid=123,fd=4),("zabbix_agentd",pid=122,fd=4),("zabbix_agentd",pid=121,fd=4))
LISTEN 0 4096 192.168.10.143:306 0.0.0.0:* users:(("haproxy",pid=193,fd=6))
LISTEN 0 4096 127.0.0.53:53 0.0.0.0:* users:(("systemd-resolve",pid=109,fd=14))
LISTEN 0 100 [:1]:25 [:1]:* users:(("master",pid=327,fd=14))
LISTEN 0 4096 [:1]:0050 [:1]:* users:(("zabbix_agentd",pid=126,fd=5),("zabbix_agentd",pid=125,fd=5),("zabbix_ag
ntd",pid=124,fd=5),("zabbix_agentd",pid=123,fd=5),("zabbix_agentd",pid=122,fd=5),("zabbix_agentd",pid=121,fd=5))
LISTEN 0 4096 *:22 *:* users:(("systemd",pid=1,fd=38))
root@BalanceadorDB1:~#
```

Mientras tanto, los servidores HAProxy-Balanceador1 y HAProxy-Balanceador2 escuchan por el puerto 80 y 443:

```
ZEUS - Proxmox Console - Google Chrome
⚠ No es seguro | https://pro.ausiasmarch.es:51051/?console=lx&xtermjs=1&vmid=6660&vmname=HAProxy-Balanceador1&node=HADES&cmd=
root@HAProxy-Balanceador1:~# ss -lntp | grep haproxy
LISTEN 0 4096 0.0.0.0:80 0.0.0.0:* users:(("haproxy",pid=180,fd=6))
LISTEN 0 4096 0.0.0.0:443 0.0.0.0:* users:(("haproxy",pid=180,fd=7))
root@HAProxy-Balanceador1:~#
```

10.3.3. Implementación de HAProxy como balanceador de servidores web

Para poner a funcionar el servicio de HAProxy como balanceador de servidores web se han seguido los siguientes pasos:

A. Iniciando con HAProxy

Primeramente, se ha de instalar con:

- `sudo apt update && sudo apt install haproxy`

Algunos comandos de interés para controlar el servicio son:

- Si se quiere iniciar el servicio se ejecuta:

```
sudo systemctl start haproxy
```

- Si se quiere iniciar el servicio en el arranque del servidor se ejecuta:

```
sudo systemctl enable haproxy
```

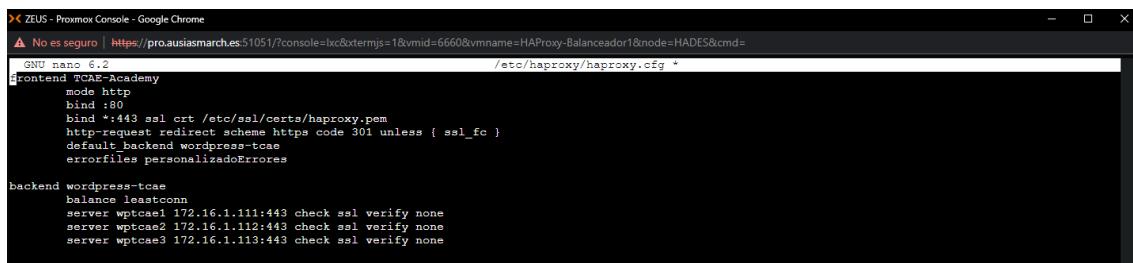
- Si se quiere verificar el estado del servicio se ejecuta:

```
sudo systemctl status haproxy
```

B. Creando el balanceador

Para crear el balanceador se ha de modificar el fichero principal, denominado '*haproxy.cfg*'. El cual se ubica en '*/etc/haproxy*'.

Además de la información que está por defecto, habría que añadir la siguiente:



```
ZEUS - Proxmox Console - Google Chrome
⚠ No es seguro | https://pro.ausiasmarch.es:51051/?console=lx&xtermjs=1&vmid=6660&vmmname=HAProxy-Balanceador1&node=HADES&cmd=
GNU nano 6.2
/etc/haproxy/haproxy.cfg + [Frontend TCAE-Academy]
frontend TCAE-Academy
    mode http
    bind :80
    bind *:443 ssl crt /etc/ssl/certs/haproxy.pem
    http-request redirect scheme https code 301 unless { ssl_fc }
    default_backend wordpress-tcae
    errorfiles personalizadoErrores

[Backend wordpress-tcae]
backend wordpress-tcae
    balance leastconn
    server wptcae1 172.16.1.111:443 check ssl verify none
    server wptcae2 172.16.1.112:443 check ssl verify none
    server wptcae3 172.16.1.113:443 check ssl verify none
```

Esta configuración se divide en dos partes:

- "*frontend TCAE-Academy*": Hace que el servidor escuche en los puertos HTTP y HTTPS. Si se utiliza el protocolo 443 hay que configurar un certificado SSL, de la misma manera que se explicará posteriormente en los servidores web. Seguidamente redirecciona todas las solicitudes HTTP a HTTPS mediante una redirección permanente (código 301) a menos que ya estén utilizando una conexión SSL. Lo hace a través de la línea:
`http-request redirect scheme https code 301 unless { ssl_fc }`
- "*backend wordpress-tcae*": La parte backend redirige las solicitudes a los nodos que sirven la página de wordpress. Para estos servidores no se verifica que utilicen SSL, ya que cada servidor web ya incorpora uno. Además, "*leastconn*" es

un algoritmo que distribuye las solicitudes entrantes a los servidores backend eligiendo el servidor con la menor cantidad actual de conexiones abiertas.

Cabe destacar que esta información debe estar tanto en BalanceadorDB1 como en BalanceadorDB2.

Hecho esto, solo haría falta reiniciar el servicio: `sudo systemctl restart haproxy`

C. Personalización de errores

Por defecto, HAProxy ofrece una serie de páginas cuando los servidores backend no funcionan o hay un fallo. La apariencia de estos errores es muy simple y no proporciona casi información.

Sin embargo, ofrece la posibilidad de poder personalizarlos. Los errores que vienen predefinidos son el 400, 403, 408, 502, 504, 500 y 503. Aunque cuenta y es compatible con muchos más, para este ejemplo de uso solo se han modificado esos. Estos archivos se encuentran en '`/etc/haproxy/errors`'.

Cada error presenta un caso diferente:

- **Error 400:** Solicitud incorrecta. El error indica que la solicitud del cliente no se pudo entender debido a una sintaxis incorrecta o mal formada.
- **Error 403:** Prohibido. El servidor comprende la solicitud del cliente, pero el acceso al recurso está denegado.
- **Error 408:** Tiempo de espera de solicitud agotado. Indica que el servidor ha tardado demasiado tiempo para recibir una solicitud válida y ha cerrado la conexión.
- **Error 502:** Puerta de enlace incorrecta. El servidor actúa como un gateway o proxy y recibe una respuesta inválida de los servidores backend que se solicitaron.
- **Error 504:** Tiempo de espera de puerta de enlace agotado. El servidor actúa como un gateway o proxy y no puede recibir las solicitudes de los servidores backend

- **Error 500:** Error interno del servidor. Se produjo un error inesperado en el servidor que evitó que la solicitud del cliente se procesara.
- **Error 503:** Servicio no disponible. El error indica que el servidor no puede manejar la solicitud debido a que los servidores backend están inactivos.

Los errores se han obtenido de: <https://github.com/Edouard127/GoWebCustomError> y se han personalizado añadiendo las líneas necesarias para que HAProxy los pueda manejar.

Los ficheros del enlace tienen extensión HTML, se ha cambiado a http para que el servicio pueda trabajar con ellos. Tras ello, se han modificado añadiendo las siguientes líneas al inicio de los ficheros de errores personalizados:



```
GNU nano 6.2
HTTP/1.0 400 Bad request
Cache-Control: no-cache
Connection: close
Content-Type: text/html
```

Las líneas se refieren a:

- *HTTP/1.0 400 Bad request* → Línea que hace referencia al tipo de error. Se debe cambiar para adaptarse a cada tipo de fallo
- *Cache-Control: no-cache* → La solicitud del cliente no se guarda en caché.
- *Connection: close* → Indica que después de enviar la respuesta al cliente la conexión entre el servidor y el cliente se cerrará.
- *Content-Type: text/html* → Se refiere al tipo del contenido de la respuesta, en este caso HTML.

Seguidamente, en el fichero principal se ha de crear una sección que haga referencia a los errores (*http-errors personalizadoErrores*) y en el frontend indicar que queremos utilizar estos archivos (*errorfiles personalizadoErrores*):

```

ZEUS - Proxmox Console - Google Chrome
No es seguro | https://pro.ausiasmarch.es:51051/?console=lx&xtermjs=1&vmid=6660&vmname=HAProxy-Balanceador1&node=HADES&cmd=
GNU nano 6.2                                     haproxy.cfg *

http-errors personalizadoErrores
    errorfile 400 /etc/haproxy/errors/400.http
    errorfile 403 /etc/haproxy/errors/403.http
    errorfile 408 /etc/haproxy/errors/408.http
    errorfile 502 /etc/haproxy/errors/502.http
    errorfile 504 /etc/haproxy/errors/504.http
    errorfile 500 /etc/haproxy/errors/500.http
    errorfile 503 /etc/haproxy/errors/503.http

frontend TCAE-Academy
    mode http
    bind :80
    bind *:443 ssl crt /etc/ssl/certs/haproxy.pem
    http-request redirect scheme https code 301 unless { ssl_fc }
    default_backend wordpress-tcae
    errorfiles personalizadoErrores

```

De manera que cuando haya un fallo, aparecerá la página personalizada:



10.3.4. Implantación de HAProxy como balanceador de servidores de bases de datos

Para poner a funcionar el servicio de HAProxy como balanceador de bases de datos se deben seguir los siguientes pasos:

A. Iniciando con HAProxy

Como se hizo en los apartados previos, se instala con:

- `sudo apt update && sudo apt install haproxy`

Con los comandos mencionados anteriormente también podemos controlar el servicio.

B. Creando el balanceador

Para el balanceador de las BD debe modificarse el fichero ya mencionado '/etc/haproxy/haproxy.cfg'



```

#> GWT name 6.2
#> frontend galera-cluster
#>     bind 192.168.10.143:3306
#>     mode tcp
#>     default_backend galera-cluster-WP
#
backend galera-cluster-WP
    mode tcp
    balance leastconn
    option tcp-check
    server MySQLD01 192.168.10.1:3306 check
    server MySQLD02 192.168.10.2:3306 check
    server MySQLD03 192.168.10.3:3306 check
    server MySQLD04 192.168.10.4:3306 check
    server MySQLD05 192.168.10.5:3306 check
    server MySQLD06 192.168.10.6:3306 check
    server MySQLD07 192.168.10.7:3306 check
    server MySQLD08 192.168.10.8:3306 check
    server MySQLD09 192.168.10.9:3306 check
    server MySQLD10 192.168.10.10:3306 check
    server MySQLD11 192.168.10.11:3306 check
    server MySQLD12 192.168.10.12:3306 check
    server MySQLD13 192.168.10.13:3306 check
    server MySQLD14 192.168.10.14:3306 check
    server MySQLD15 192.168.10.15:3306 check

```

Esta configuración se divide en dos partes:

- "*frontend galera-cluster*": Está configurado para escuchar todo lo que le venga por la dirección 192.168.10.143 a través del puerto 3306. Además, redirige el tráfico a galera-cluster-WP.
- "*backend galera-cluster-WP*": La parte backend redirige las solicitudes a los nodos de MariaDB Galera, utiliza la opción "*tcp-check*" y "*check*" para verificar la disponibilidad de los nodos. También usa el algoritmo ya mencionado "*leastconn*"

C. Regla IPTables

Como ya se ha comentado, las solicitudes del servidor de apache2 (wordpress) se dirigen a la interfaz de la red 172.16.1.0/24, pero los servidores de base de datos se encuentran en la red 192.168.10.0/24. Por lo que hay que crear una regla IPTables que redirige de una interfaz a otra todo lo que venga en busca del puerto de MariaDB (3306).

Por defecto, estas reglas no son persistentes, es decir, si el sistema se reinicia se pierden. Es por ello que una forma sencilla para hacer que se guarden es el paquete 'iptables-persistent'. Para instalarlo se ha de hacer con:

- `sudo apt update && sudo apt install iptables-persistent`

Y a continuación crear la regla:

- `iptables -t nat -A PREROUTING -i eth0 -p tcp --dport 3306 -j DNAT --to-destination 192.168.10.143:3306`

Detalladamente, el comando se refiere a que todo lo que le llega a través de la interfaz eth0 (red de la DMZ) con destino 3306 debe modificarse para que el destinatario sea la IP que conecta con los servidores de bases de datos, la 192.168.10.143 y que el puerto se mantenga. Esto lo hace mediante DNAT (Destination NAT).

Cabe añadir que el parámetro ‘PREROUTING’ significa que la regla se debe aplicar a los paquetes que ingresan al sistema antes de que se realice cualquier otro procesamiento o enrutamiento.

Hecho esto, hay que hacer la regla permanente, se hace con:

- *netfilter-persistent save*

Para comprobar que la regla existe se puede ejecutar la orden:

```
ZEUS - Proxmox Console - Google Chrome
No es seguro | https://pro.ausiasmarch.es:51051/?console=lx&xtermjs=1&vmid=4442&vmname=BalanceadorDB2&node=HADES&cmd=
root@BalanceadorDB2:~# iptables -t nat -L
Chain PREROUTING (policy ACCEPT)
target     prot opt source               destination
DNAT       tcp  --  anywhere             anywhere            tcp dpt:mysql to:192.168.10.144:3306

Chain INPUT (policy ACCEPT)
target     prot opt source               destination

Chain OUTPUT (policy ACCEPT)
target     prot opt source               destination

Chain POSTROUTING (policy ACCEPT)
target     prot opt source               destination
root@BalanceadorDB2:~#
```

10.4. Creación de failover y proporción de IP Virtual

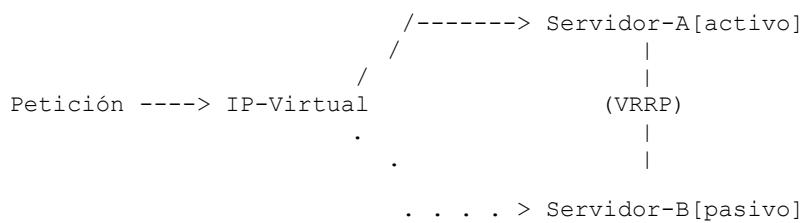
En caso de fallo en uno de los平衡adores se ha de disponer de una ‘pareja’. El servidor principal cuenta con uno secundario, ambos ejecutan HAProxy y su fichero de configuración es idéntico. Los dos servidores tendrán una IP Virtual, de modo que, cuando se les haga una petición a través de esta configuración, será el maestro el que responda, mientras que el esclavo solo recibirá peticiones para equilibrar cuando el servidor principal no responda o esté muy sobrecargado.

Esto se consigue gracias a Keepalived. Se trata de una herramienta open source, la cual ofrece alta disponibilidad y conmutación por error. Su objetivo principal es asegurar la continuidad de los servicios distribuyendo el tráfico entre servidores y garantizando que uno de ellos asuma el control en caso de fallas. Para ello, utiliza el protocolo VRRP (protocolo de redundancia de enrutador virtual), que permite establecer grupos de servidores y compartir direcciones IP Virtuales.

En estos sistemas, los nodos se vigilan constantemente unos a otros para que, en caso de fallo, el proceso de failover se inicie rápidamente.

Cabe añadir que, si una petición es realizada a la IP del nodo, puede ser que el servidor responda o no, dependiendo de su disponibilidad. Sin embargo, si se hace a la IP Virtual al menos un servidor deberá responder, ya que, si el maestro está caído, será el esclavo el que recoja la petición.

La representación gráfica de lo comentado sería la siguiente:



10.4.1 Iniciando con Keepalived

La herramienta tiene que ser instalada con:

- `sudo apt update && sudo apt install keepalived`

Algunos comandos de utilidad para controlar el servicio son:

- Si se quiere iniciar el servicio se ejecuta:

```
sudo systemctl start keepalived
```

- Si se quiere iniciar el servicio en el arranque del servidor se ejecuta:

```
sudo systemctl enable keepalived
```

- Si se quiere verificar el estado del servicio se ejecuta:

```
sudo systemctl status keepalived
```

A. Control de versiones

La versión utilizada ha sido 2.2.4:

```

ZEUS - Proxmox Console - Google Chrome
No es seguro | https://pro.ausiasmarch.es:51051/?console=lx&xtermjs=1&vmid=4442&vmname=BalanceadorDB2&node=HADES&cmd=
root@BalanceadorDB2:~# keepalived -v
Keepalived v2.2.4 (08/21/2021)

Copyright (C) 2001-2021 Alexandre Cassen, <acassen@gmail.com>

Built with kernel headers for Linux 5.15.27
Running on Linux 5.15.107-1-pve #1 SMP FVE 5.15.107-1 (2023-04-20T10:05Z)
Distro: Ubuntu 22.04 LTS

configure options: NTABLES LVS REGEX VRRP VRRP_AUTH VRRE_WMAC JSON_BSF OLD_CHKSUM_COMPAR SNMP_V3_FOR_V2 SNMP_VRRP_SNMP_CHECKER SNMP_RFCV2 SNMP_RFCV3 DBUS INIT=systemd SYSTEMD_NOTIFY

System options: VSYSLOG MEMFD_CREATE IPV4_DEVCONF LIBNL3 RTA_ENCAP RTA_EXPIRES RTA_NEWDST RTA_PREF FRA_SUPPRESS_PREFIXLEN FRA_SUPPRESS_IFGROUP FRA_TUN_ID RTAX_CC_ALGO RTAX_QUICKACK RTEXT_FILTER_SKIP_STATS FRA_L3MDEV FRA_UID_RANGE RTAX_FASTOPEN NO_COOKIE RTA_VIA FRA_PROTOCOL FRA_IP_PROTO FRA_SPORT_RANGE RTA_TTL_PROPAGATE IFA_FLAGS_IWTRNNEL ENCAP_MPLS_IWTRNNEL_ENCAP IIA_NET_LINUX IP_H_COLLISION LIBIPVS_NETLINK IPVS_DEST_ATTR ADDR_FAMILY IPVS_SYNCD_ATTRIBUTES IPVS_64BIT_STATS IPVS_TUN_TYPE IPVS_CSUM_IPVS_TUN_GRE VRP_IPVLAN_IFLA_LINK_NETNSID GLOB_BRACE GLOB_ALTDIRFUNC INET6_ADDR_GEN_MODE VRF_SQ_MARK

root@BalanceadorDB2:~#

```

B. Firewall y puertos de keepalived

El protocolo VRRP utiliza el puerto 112.

10.4.2. Configuración del servidor maestro

Para configurar el servidor maestro se debe configurar el fichero 'keepalived.conf' ubicado en '/etc/keepalived/'. La información debe ser similar a la siguiente:

```

GNU nano 6.2
#BALANCEADOR 1 - HAProxy
global_defs {
    enable_script_security
    script_user haproxy
    notification_email {
        javi@correo.com
    }
    notification_email from balanceadorTFG@master.asir
    smtp_server 127.0.0.1
    router_id HAProxy-Balanceador1
}

vrrp_script haproxy {
    script "/usr/bin/killall -0 haproxy"
    interval 2
    timeout 1
}

vrrp_instance ELB {
    state MASTER
    interface eth0
    virtual_router_id 141
    priority 255
    advert_int 1
    authentication {
        auth_type PASS
        auth_pass PASSWORD
    }
    virtual_ipaddress {
        172.16.1.110 dev eth0
    }
    smtp_alert
    track_script {
        haproxy
    }
}

```

NOTA: La anterior imagen es del servidor maestro HAProxy-Balanceador1.

Las líneas explicadas con detalle se refieren a lo siguiente:

En la sección "global_defs":

- La línea "enable_script_security" garantiza la seguridad de los scripts al habilitar medidas de protección predefinidas.

- Con la directiva "*script_user haproxy*", se establece el usuario "*haproxy*" como el encargado de ejecutar los scripts, asegurando los permisos adecuados.
- "*notification_email*" define la dirección de correo electrónico a la que se enviarán las notificaciones importantes relacionadas con Keepalived.
- "*notification_email_from*" plantea la dirección de correo electrónico del remitente para las notificaciones generadas por Keepalived.
- "*smtp_server 127.0.0.1*" especifica la dirección IP del servidor SMTP que se utilizará para enviar correos electrónicos de notificación.
- "*router_id HAProxy-Balanceador1*" asigna un identificador único al router o balanceador.

En el bloque "*vrrp_instance ELB*":

- La línea "*state MASTER*" determina el estado de la instancia VRRP. Al establecerse como "*MASTER*", significa que será el nodo principal encargado de proporcionar el servicio.
- "*interface eth0*" precisa la interfaz de red en la que se anunciará la dirección IP virtual. La interfaz se utilizará para el tráfico relacionado con la instancia VRRP.
- "*virtual_router_id 141*" establece el identificador único de la instancia VRRP.
- "*priority 255*" puntualiza la prioridad de este servidor en relación con otros servidores VRRP en la red. Se ha asignado la máxima posible (255).
- "*advert_int 1*" detalla el intervalo en segundos entre los anuncios VRRP enviados por este servidor.
- "*authentication*" instaura la autenticación utilizada para asegurar la comunicación entre los nodos VRRP. Se utiliza una autenticación con contraseña.
- "*virtual_ipaddress*" concreta la dirección IP virtual que se asignará a la interfaz cuando el servidor esté en modo "*MASTER*".
- "*smtp_alert*" habilita las alertas por correo electrónico para cambios en el estado del VRRP.

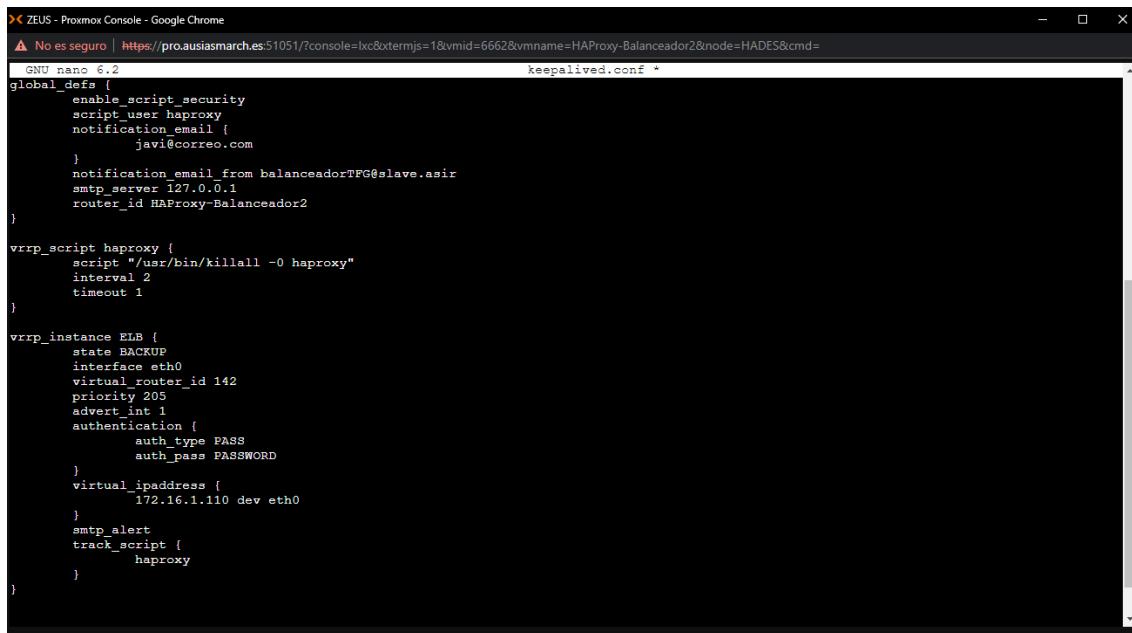
- "*track_script*" especifica que se debe realizar un seguimiento del script "haproxy" definido anteriormente. Si el proceso Haproxy no está en ejecución, se tomarán acciones para cambiar el estado del VRRP.

10.4.3. Configuración del servidor backup

Para configurar el servidor secundario, los pasos realizados serán los mismos. Lo único que cambiará será el contenido del fichero de configuración.

A continuación, se presenta un ejemplo del servidor HAProxy-Balanceador2:

Como se observa, la configuración es prácticamente idéntica, las únicas líneas diferentes para configurar el servidor secundario son:



```

ZEUS - Proxmox Console - Google Chrome
⚠ No es seguro | https://pro.ausiasmarch.es:51051/?console=1&vmid=6662&vmname=HAProxy-Balanceador2&node=HADES&cmd=
GNU nano 6.2
global_defs {
    enable script_security
    script user haproxy
    notification_email {
        javi@correo.com
    }
    notification_email_from balanceadorTFG@slave.asir
    smtp_server 127.0.0.1
    router_id HAProxy-Balanceador2
}

vrrp_script haproxy {
    script "/usr/bin/killall -0 haproxy"
    interval 2
    timeout 1
}

vrrp_instance ELB {
    state BACKUP
    interface eth0
    virtual_router_id 142
    priority 205
    advert_int 1
    authentication {
        auth_type PASS
        auth_pass PASSWORD
    }
    virtual_ipaddress {
        172.16.1.110 dev eth0
    }
    smtp_alert
    track_script {
        haproxy
    }
}

```

En la sección "*global_defs*":

- La línea "*notification_email_from balanceadorTFG@slave.asir*", la cual especifica una dirección de correo diferente para ayudar a identificar qué servidor emite el mensaje.
- "*router_id HAProxy-Balanceador2*" asigna un identificador diferente para el servidor correspondiente HAProxy-Balanceador2.

En el bloque "*vrrp_instance ELB*":

- La línea "*state BACKUP*" establece el estado de la instancia VRRP como secundaria.
- "*priority 205*" el número de prioridad 205 indica que este servidor tiene una prioridad menor en comparación con el servidor principal.
- "*virtual_router_id 142*" para identificar la instancia VRRP el número es diferente.

11. DIFERENTES SERVIDORES WEB - WORDPRESS

Las páginas web contienen varios tipos de información tales como imágenes, archivos de texto, enlaces y bases de datos. Esta información se almacena en lo que se conoce como servidor web, el cual es un software que se encuentra en el lado del servidor. Cuando un usuario solicita a través de un navegador web que cargue una página específica, el servidor se encarga de recopilar todos los elementos necesarios de datos y los organiza de forma congruente para luego enviarla al usuario que la solicitó.

La comunicación entre el servidor web y el cliente se realiza utilizando el protocolo HTTP (Protocolo de transferencia de hipertexto). Las páginas pueden ser de contenido estático o dinámico. El contenido estático hace referencia a los elementos de una página web que no cambian, independientemente de quién acceda a ellos o cuándo. Mientras que el contenido dinámico es el que se genera en tiempo real y puede variar según el usuario, la interacción o los datos proporcionados.

11.1. Diferentes herramientas de servidores web

Existen varios softwares de servidores, los 2 que actualmente dominan el mercado son Apache y Nginx.

Apache es un servidor web HTTP de código abierto desarrollado y mantenido por la comunidad de usuarios de Apache Software Foundation. Desde 1996, se ha convertido en el servidor web más utilizado debido a su seguridad y estabilidad.

Apache tiene una estructura modular, lo que le permite habilitar o deshabilitar funciones adicionales. También proporciona la capacidad de configurar los ajustes de PHP utilizando un archivo '.htaccess'.

Algunas de las principales ventajas de utilizar Apache como servidor web son:

Cuenta con una comunidad de usuarios activa. Es compatible con sistemas de gestión de contenido (CMS), tiendas en línea y plataformas de aprendizaje in-line. Sin embargo, tiene problemas de estabilidad al alcanzar un gran volumen de conexiones (más de 10.000) y es posible que se creen brechas de seguridad si se abusa de los módulos.

Por otro lado, **Nginx** también de código abierto fue diseñado para abordar problemas de escalabilidad y rendimiento. Desde su creación en 2004, ha podido consolidarse rápidamente en el mercado gracias a su alto rendimiento y la capacidad de manejar una gran cantidad de solicitudes simultáneas.

Al igual que Apache, Nginx se basa en una arquitectura modular que permite agregar funciones adicionales según sea necesario. Sus características notables incluyen equilibrio de carga, compresión de datos, almacenamiento en caché y manejo eficiente de conexiones persistentes.

Sin embargo, su configuración inicial puede ser más complicada y su personalización requiere de más conocimientos técnicos. En definitiva, Nginx se destaca por su rendimiento, escalabilidad y manejo eficiente de conexiones.

11.2. ¿Por qué elegir Apache2?

Como se puede observar, ambos softwares de servidor web son muy parecidos. Entonces, ¿Por qué se ha elegido Apache?

Para responder esta pregunta se van a analizar los siguientes puntos:

- **Popularidad:** No es un campo técnico, pero sí influye en el soporte comunitario que puede tener el software. En este punto de vista prácticamente están empatados. No obstante, Apache tiene un mayor apoyo de la comunidad de código abierto, ya que sigue siendo el más conocido del mundo, aunque poco a poco Nginx está empezando a alcanzarlo.
- **Seguridad:** Otro semblante en el que están muy empatados debido a que ambos tienen muy buenas políticas de seguridad, con desarrollos y actualizaciones frecuentes.
- **Rendimiento:** Lo sublime sería que el servidor web responda lo más rápido posible. En este sentido, como ya se ha comentado, Nginx es superior debido a la gestión de subprocesos que tiene.



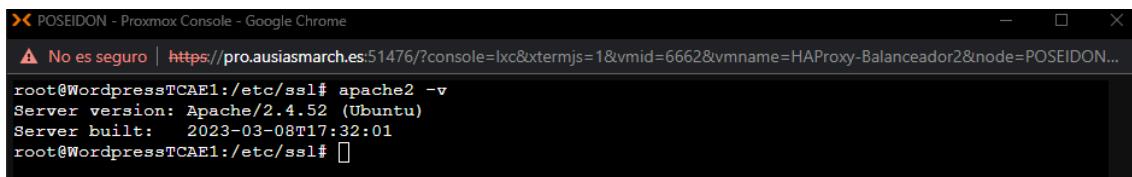
- **Flexibilidad:** Todo administrador debe estar preparado para situaciones cambiantes, de modo que Apache, en este sentido, es mejor, ya que admite más de 60 módulos que amplían su funcionalidad. Por tanto, es más flexible y personalizable.

A pesar de estar prácticamente igualados y que el rendimiento de Nginx resulta eficaz, se ha optado por escoger Apache, por su modularidad, mejor soporte de la comunidad y un nivel de configuración más asequible para cualquier administrador.

Cabe añadir que, si se maneja mucho tráfico el problema del rendimiento se minimiza, ya que la carga de trabajo se distribuye entre 3 servidores web.

11.2.1. Control de versiones

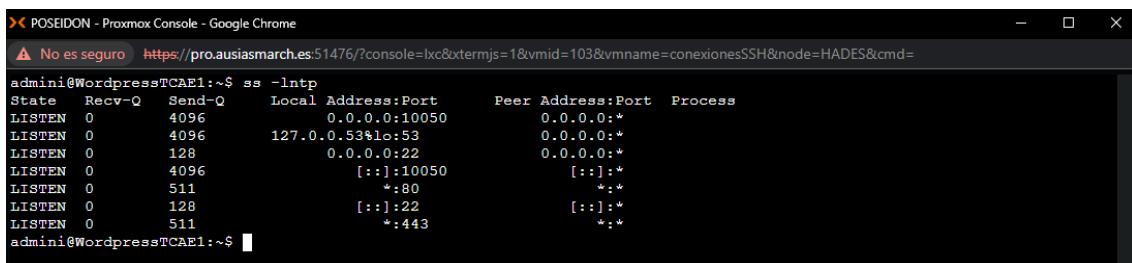
La versión utilizada ha sido la 2.4.52:



```
POSEIDON - Proxmox Console - Google Chrome
⚠ No es seguro | https://pro.ausiasmarch.es:51476/?console=lxc&xtermjs=1&vmid=6662&vmname=HAProxy-Balanceador2&node=POSEIDON...
root@WordpressTCAE1:/etc/ssl# apache2 -v
Server version: Apache/2.4.52 (Ubuntu)
Server built:   2023-03-08T17:32:01
root@WordpressTCAE1:/etc/ssl# 
```

11.2.2. Firewall y puertos de apache2

Los puertos utilizados por apache2 son el 80 y el 443, correspondientes a los protocolos HTTP y HTTPS:



```
POSEIDON - Proxmox Console - Google Chrome
⚠ No es seguro | https://pro.ausiasmarch.es:51476/?console=lxc&xtermjs=1&vmid=103&vmname=conexionesSSH&node=HADES&cmd=
admini@WordpressTCAE1:~$ ss -lntp
State Recv-Q Send-Q Local Address:Port          Peer Address:Port  Process
LISTEN  0      4096           0.0.0.0:10050        0.0.0.0:*
LISTEN  0      4096           127.0.0.53:lo:53      0.0.0.0:*
LISTEN  0      128            0.0.0.0:22          0.0.0.0:*
LISTEN  0      4096           [:]:10050           [:]:*
LISTEN  0      511             *:80                  *:*
LISTEN  0      128            [:]:22              [:]:*
LISTEN  0      511             *:443                *:*
```

11.3. Diferentes tipos de CMS

El término CMS (Content Management System), es una plataforma que permite montar un sitio web de modo sencillo y rápido. Sin embargo, su importancia reside en su capacidad para administrar fácilmente contenido dinámico como un blog, una tienda en línea o cualquier otro tipo de sitio web que requiera actualizaciones frecuentes.

Existen varios tipos de CMS, entre los más conocidos están Wordpress, Joomla y Drupal:

WordPress se lanzó en 2003 y se ha destacado por su popularidad y facilidad de uso. Es conocido por la gran selección de temas y complementos disponibles para personalizar y ampliar la funcionalidad del sitio web. Es adecuado para diferentes tipos de sitios web, desde simples blogs hasta portales complejos.

Mientras tanto, **Joomla** apareció en 2005 y ganó popularidad como una opción para sitios web comunitarios, portales y comercio electrónico. Su enfoque en la flexibilidad se refleja en la amplia selección de extensiones y plantillas disponibles, lo que permite una personalización completa del sitio. Además, su arquitectura robusta y su enfoque en la seguridad lo convierten en una opción segura.

Lanzado en 2001, **Drupal** destaca por su potencia y escalabilidad. Es utilizado por organizaciones de renombre en todo el mundo para desarrollar sitios web complejos con alto tráfico. Drupal proporciona una arquitectura modular que permite una amplia personalización y extensión de la funcionalidad del sitio web. Asimismo, su enfoque en la seguridad lo convierte en una buena opción para proyectos exigentes.

11.4. ¿Por qué elegir Wordpress?

La elección entre uno y otro se basa en las necesidades y preferencias específicas, por lo que, para el presente proyecto, se ha creído conveniente escoger wordpress por la mejor adaptación a las necesidades. Además, presenta las siguientes características:

- **Facilidad de uso:** dispone de una interfaz intuitiva y fácil de usar, esto hace que sea rápido y fácil crear y administrar webs.
- **Amplia comunidad y soporte:** tiene una comunidad muy grande y activa de usuarios y desarrolladores, lo que significa que hay muchos recursos disponibles.
- **Gran desarrollo de temas y complementos:** ofrece una gran cantidad de temas y complementos disponibles que permiten personalizar y ampliar fácilmente las funcionalidades.
- **Actualizaciones y seguridad:** se actualiza regularmente para mejorar la seguridad y prevenir posibles vulnerabilidades.

11.4.1. Control de versiones

La versión utilizada ha sido la 6.2:



11.5. Instalar y configurar Wordpress

Para instalar y configurar wordpress se han de seguir los siguientes pasos:

11.5.1. Crear pila LAMP

En primer lugar, se debe crear pila LAMP, la cual es un conjunto de software de código abierto que se utiliza para crear aplicaciones web. El acrónimo viene de los componentes que la forman:

- **Linux**: Es el sistema operativo. Proporciona el entorno donde se ejecutan los demás componentes.
- **Apache**: Se trata del servidor para alojar y servir las páginas web.
- **MySQL o MariaDB**: Consiste en el sistema de gestión de bases de datos utilizado para almacenar y administrar los datos de las aplicaciones web.
- **PHP**: Es el lenguaje de programación del lado del servidor utilizado para aplicaciones web dinámicas. El uso de PHP permite la creación de contenido dinámico en páginas web y la interacción con bases de datos.

A. Creación de las bases de datos

En el clúster de MariaDB Galera, en la interfaz MySQL, se deben introducir los siguientes comandos para empezar a preparar el entorno de wordpress:

```
mysql > CREATE DATABASE wordpress;
```

```
MariaDB [(none)]> SHOW DATABASES;
+-----+
| Database |
+-----+
| information_schema |
| mysql |
| performance_schema |
| replicacion_prueba |
| sys |
| wordpress |
+-----+
6 rows in set (0.000 sec)
```

```
mysql > CREATE USER 'wordpressuser'@'%' IDENTIFIED BY 'password';
```

```
MariaDB [(none)]> SELECT user, host FROM mysql.user WHERE user = 'wordpressuser';
+-----+-----+
| User | Host |
+-----+-----+
| wordpressuser | % |
+-----+-----+
1 row in set (0.126 sec)
```

```
mysql > GRANT ALL PRIVILEGES ON wordpress.* TO
'wordpressuser'@'%';
```

```
MariaDB [(none)]> SHOW GRANTS FOR 'wordpressuser'@'%';
+-----+
| Grants for wordpressuser@% |
+-----+
| GRANT USAGE ON *.* TO `wordpressuser`@`%` IDENTIFIED BY PASSWORD '*B486C5894DF47925D12CD48D41146E824E3FD7A5' |
| GRANT ALL PRIVILEGES ON `wordpress`.* TO `wordpressuser`@`%` |
+-----+
2 rows in set (0.002 sec)
```

Cabe destacar que, cuando se crea el usuario, debe hacerse de manera que se pueda conectar desde cualquier máquina, esto se hace con '%'.

B. Instalación de PHP y complementos

Antes de instalar PHP es importante revisar que la versión que se va a implementar sea compatible con la versión de wordpress. Una vez hecho esto, ya se puede instalar, junto a sus complementos con:

- `sudo apt update && sudo apt install -y php php-{common,mysql,xml,xmlrpc,curl,gd,imagick,cli,dev,imap,mbstring,opcache,soap,zip,intl,redis}`

B.1. Control de versiones

La versión instalada de PHP ha sido:

```
POSEIDON - Proxmox Console - Google Chrome
No es seguro | https://pro.ausiasmarch.es:51476/?console=lx&xtermjs=1&vmid=6662&vmname=HAProxy-Balanceador2&node=POSEIDON&cmd=
root@WordpressTCAE1:/etc/ssl# php -v
PHP 8.1.2-1ubuntu2.11 (cli) (built: Feb 22 2023 22:56:18) (NTS)
Copyright (c) The PHP Group
Zend Engine v4.1.2, Copyright (c) Zend Technologies
    with Zend OPcache v8.1.2-1ubuntu2.11, Copyright (c), by Zend Technologies
root@WordpressTCAE1:/etc/ssl#
```

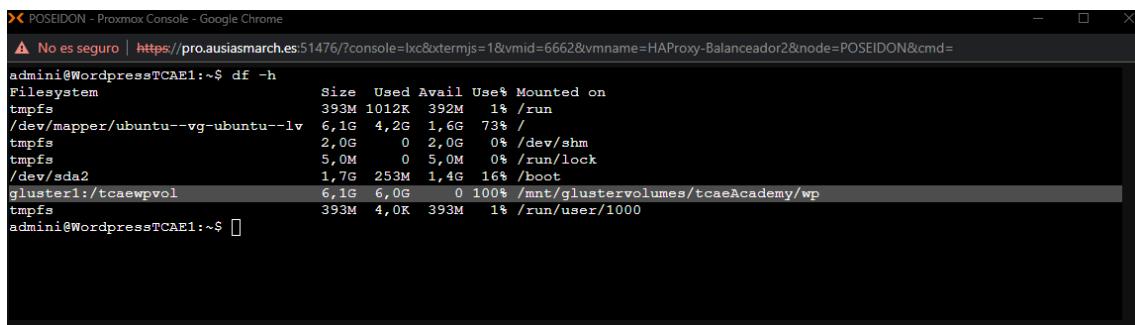
C. Montar volumen GlusterFS

A continuación, con el comando ya mencionado para montar volumen en los clientes, se debería hacer lo siguiente:

- Crear una carpeta, en la cual montaremos el volumen. Esto ayuda a la administración en el caso de tener que montar varios volúmenes:
`sudo mkdir -p /mnt/glustervolumes/tcaeAcademy/wp/`

- Montar el volumen:

```
sudo mount -t glusterfs gluster1:tcaewpvol
/mnt/glustervolumes/tcaeAcademy/wp/
```



```
POSEIDON - Proxmox Console - Google Chrome
No es seguro | https://pro.ausiasmarch.es:51476/?console=lx&xtermjs=1&vmid=6662&vmname=HAProxy-Balanceador2&node=POSEIDON&cmd=
admini@WordpressTCAE1:~$ df -h
Filesystem      Size   Used  Avail Use% Mounted on
tmpfs           393M  1012K  392M  1% /run
/dev/mapper/ubuntu--vg-ubuntu--lv 6,1G  4,2G  1,6G  73% /
tmpfs           2,0G    0  2,0G  0% /dev/shm
tmpfs           5,0M    0  5,0M  0% /run/lock
/dev/sda2        1,7G  253M  1,4G  16% /boot
gluster1:/tcaewpvol 6,1G  6,0G    0 100% /mnt/glustervolumes/tcaeAcademy/wp
tmpfs           393M  4,0K  393M  1% /run/user/1000
admini@WordpressTCAE1:~$
```

C.1. Permisos sobre la carpeta contenedores de wordpress

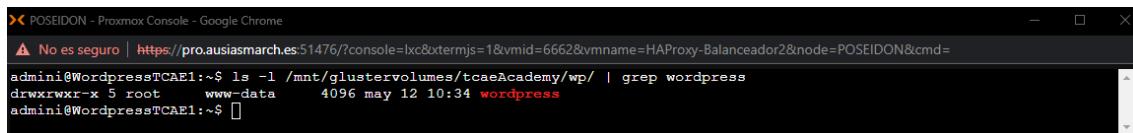
Para que los ficheros de wordpress puedan ser leídos es importante que el usuario del servidor web (www-data) disponga de los permisos adecuados sobre los ficheros de dentro del volumen. Para ello, se introducirán los comandos:

- Cambiar el propietario:

```
sudo chown www-data:root
/mnt/glustervolumes/tcaeAcademy/wp/* -R
```

- Cambiar los permisos:

```
sudo chmod 755 /mnt/glustervolumes/tcaeAcademy/wp/* -R
```



```
POSEIDON - Proxmox Console - Google Chrome
No es seguro | https://pro.ausiasmarch.es:51476/?console=lx&xtermjs=1&vmid=6662&vmname=HAProxy-Balanceador2&node=POSEIDON&cmd=
admini@WordpressTCAE1:~$ ls -l /mnt/glustervolumes/tcaeAcademy/wp/ | grep wordpress
drwxrwxr-x 5 root     www-data  4096 may 12 10:34 wordpress
admini@WordpressTCAE1:~$
```

C.2. Enlace simbólico

También ayuda a la administración a centrar todos los sitios web en la misma ruta, la dirección correspondiente se encuentra en '/var/www/', en la cual se creará una carpeta contenedora de la web. Esta carpeta hará referencia a donde se encuentra el volumen montado de GlusterFS.

Para crear el enlace simbólico hay que introducir el siguiente comando:

```
ln -s /var/www/TCAE-Academy/wordpress
/mnt/glustervolumes/tcaeAcademy/wp/
```

```
POSEIDON - Proxmox Console - Google Chrome
⚠ No es seguro https://pro.ausiasmarch.es:51476/?console=lx&xtermjs=1&vmid=6662&vmname=HAProxy-Balanceador2&node=POSEIDON&cmd=
admini@WordpressTCAE1:~$ ls -la /var/www/TCAE-Academy/wordpress
total 8
drwxrwxr-x 2 www-data www-data 4096 abr 17 16:19 .
drwxrwxr-x 3 www-data www-data 4096 abr 17 16:16 ..
lrwxrwxrwx 1 www-data www-data   34 abr 17 16:19 wp -> /mnt/glustervolumes/tcaeAcademy/wp
admini@WordpressTCAE1:~$
```

D. Iniciando con Apache2

Previamente, antes de empezar a trabajar con apache2 se debe instalar con:

- `sudo apt update && sudo apt install apache2`

A continuación, se presentan algunos comandos para controlar el servicio:

Si se quiere iniciar el servicio se efectúa:

- `sudo systemctl start apache2`

Si se quiere iniciar el servicio en el arranque del servidor se ejecuta:

- `sudo systemctl enable apache2`

Si se quiere verificar el estado del servicio se realiza:

- `sudo systemctl status apache2`

D.1. Certificados SSL y módulos

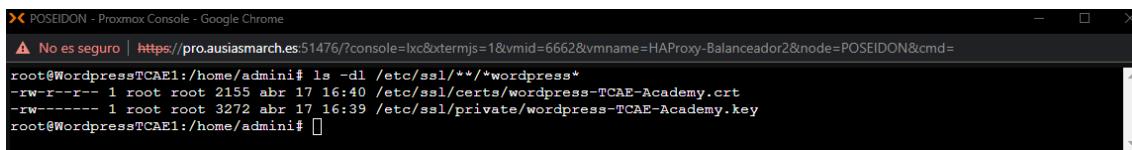
Para que la página web se pueda servir en el protocolo HTTPS se debe disponer de un certificado SSL (Secure Socket Layer), el cual se utiliza para establecer una conexión segura y cifrada entre un servidor web y un navegador.

Para crear un certificado SSL, primeramente, debe habilitarse el módulo:

- `sudo a2enmod -m ssl`

Tras ello, ya se podrán crear las claves y el certificado autofirmado con:

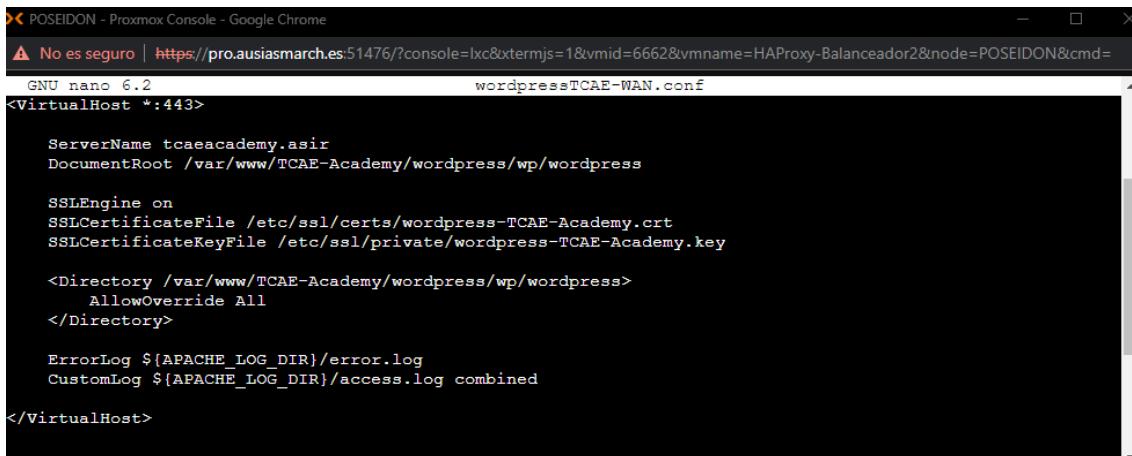
- `sudo openssl req -x509 -nodes -days 365 -newkey rsa:4096 -keyout /etc/ssl/private/wordpress-TCAE-Academy.key -out /etc/ssl/certs/wordpress-TCAE-Academy.crt`



```
POSEIDON - Proxmox Console - Google Chrome
⚠ No es seguro | https://pro.ausiasmarch.es:51476/?console=lx&xtermjs=1&vmid=6662&vmname=HAProxy-Balanceador2&node=POSEIDON&cmd=
root@WordpressTCAE1:/home/admini# ls -dl /etc/ssl/*/*wordpress*
-rw-r--r-- 1 root root 2155 abr 17 16:40 /etc/ssl/certs/wordpress-TCAE-Academy.crt
-rw-r----- 1 root root 3272 abr 17 16:39 /etc/ssl/private/wordpress-TCAE-Academy.key
root@WordpressTCAE1:/home/admini#
```

D.2. Configuración de los hosts virtuales

Los VirtualHost se ubican en '/etc/apache2/sites-available/' y se trata de ficheros utilizados para servir el contenido web.



```
POSEIDON - Proxmox Console - Google Chrome
⚠ No es seguro | https://pro.ausiasmarch.es:51476/?console=lx&xtermjs=1&vmid=6662&vmname=HAProxy-Balanceador2&node=POSEIDON&cmd=
GNU nano 6.2                                     wordpressTCAE-WAN.conf
<VirtualHost *:443>
  ServerName tcaeacademy.asir
  DocumentRoot /var/www/TCAE-Academy/wordpress/wp/wordpress

  SSLEngine on
  SSLCertificateFile /etc/ssl/certs/wordpress-TCAE-Academy.crt
  SSLCertificateKeyFile /etc/ssl/private/wordpress-TCAE-Academy.key

  <Directory /var/www/TCAE-Academy/wordpress/wp/wordpress>
    AllowOverride All
  </Directory>

  ErrorLog ${APACHE_LOG_DIR}/error.log
  CustomLog ${APACHE_LOG_DIR}/access.log combined
</VirtualHost>
```

Las opciones de configuración del archivo son las siguientes:

- `<VirtualHost *:443>`: Indica que está configurado para escuchar en el puerto 443 (HTTPS). El asterisco (*) indica que acepta cualquier dirección IP.
- `ServerName tcaeacademy.asir`: Especifica el nombre del servidor al que responde este VirtualHost.
- `DocumentRoot /var/www/TCAE-Academy/wordpress/wp/wordpress`: Define el directorio raíz donde se encuentran los archivos del sitio web.
- `SSLEngine on`: Habilita el uso del motor SSL para permitir conexiones seguras mediante HTTPS.

- *SSLCertificateFile /etc/ssl/certs/wordpress-TCAE-Academy.crt*: Detalla la ubicación del archivo del certificado SSL utilizado para este VirtualHost.
- *SSLCertificateKeyFile /etc/ssl/private/wordpress-TCAE-Academy.key*: Indica la ubicación del archivo de clave privada asociado al certificado SSL.
- *<Directory /var/www/TCAE-Academy/wordpress/wp/wordpress>*: Define un bloque de configuración específico para el directorio "/var/www/TCAE-Academy/wordpress/wp/wordpress". Se establece la directiva "AllowOverride All", que permite la sobreescritura de la configuración del archivo .htaccess dentro de este directorio.
- *ErrorLog \${APACHE_LOG_DIR}/error.log*: Precisa la ubicación del archivo de registro de errores.
- *CustomLog \${APACHE_LOG_DIR}/access.log combined*: Determina la ubicación y el formato del archivo de registro de acceso.

D.3. Módulos adicionales

Los módulos habilitados se pueden encontrar en la ruta '/etc/apache2/mods-enabled/':

```
root@WordpressTCAE1:/etc/apache2# ls mods-enabled/
access_compat.load  authz_core.load  deflate.load  mime.load      php8.1.load    socache_shmcb.load
alias.conf          authz_host.load  dir.conf       mpm_prefork.conf  reqtimeout.conf  ssl.conf
alias.load          authz_user.load  dir.load       mpm_prefork.load  reqtimeout.load  ssl.load
auth_basic.load     autoindex.conf   env.load      negotiation.conf  rewrite.load   status.conf
authn_core.load     autoindex.load   filter.load   negotiation.load  setenvif.conf  status.load
authn_file.load     deflate.conf    mime.conf    php8.1.conf     setenvif.load
```

Cada módulo realiza una función específica:

- *access_compat.load*: Proporciona compatibilidad con configuraciones de acceso antiguas y permite el uso de directivas de acceso heredadas en versiones más recientes de Apache.
- *authz_core.load*: Facilita la funcionalidad básica para la autorización de acceso a recursos en función de diferentes criterios, como direcciones IP, usuarios, grupos, etc.

- deflate.load: Permite la compresión de archivos antes de ser enviados al cliente, lo que ayuda a reducir el tamaño de los archivos transferidos y mejorar el rendimiento.
- mime.load: Gestiona el mapeo de extensiones de archivo a tipos MIME, lo que permite al servidor web enviar la información adecuada al navegador en función del tipo de archivo solicitado.
- php8.1.load: Carga el módulo de PHP 8.1, que permite la ejecución de scripts PHP en el servidor web.
- socache_shmcb.load: Concede un almacenamiento en caché compartido para acelerar la respuesta del servidor web utilizando el módulo de almacenamiento en caché SimpleDBM (socache) en memoria compartida (shmcb).
- alias.conf y alias.load: Da permiso para la creación de alias o enlaces simbólicos para los directorios y archivos del servidor web, lo que facilita el acceso a recursos específicos.
- authz_host.load: Otorga la funcionalidad para la autorización de acceso a recursos basada en la dirección IP o el nombre de host del cliente.
- dir.conf y dir.load: Permiten la configuración y carga del módulo de listado de directorios, que muestra una lista de archivos en un directorio cuando no se encuentra un archivo index.
- mpm_prefork.conf y mpm_prefork.load: Módulo de procesamiento multi-proceso (MPM) que implementa el modelo de procesamiento prefork, donde cada solicitud se maneja mediante un proceso separado.
- reqtimeout.conf y reqtimeout.load: Se usa para establecer límites de tiempo de espera para solicitudes de cliente, evitando posibles ataques de denegación de servicio (DoS) o retardando solicitudes.
- ssl.conf y ssl.load: Proporciona la configuración y carga del módulo SSL/TLS, que permite la comunicación segura mediante el protocolo HTTPS.
- auth_basic.load: Hace referencia a la autenticación básica en el servidor web, lo que requiere que los usuarios ingresen un nombre de usuario y contraseña para acceder a recursos protegidos.

- autoindex.conf y autoindex.load: Habilita la generación automática de listados de directorios cuando no se encuentra un archivo index.
- env.load: Permite la definición y manipulación de variables de entorno para su uso en la configuración del servidor.
- negotiation.conf y negotiation.load: Usado para la negociación de contenido para servir diferentes versiones de un recurso en función de las preferencias del cliente.
- rewrite.load: Ajusta la funcionalidad para la reescritura de URL, lo que permite redirigir y modificar las URLs de las solicitudes del cliente.
- status.conf y status.load: Concede una interfaz que muestra información sobre el estado del servidor web y sus conexiones activas.

E. Instalando Wordpress

Para instalar wordpress primero se deben descargar los ficheros de la página oficial:

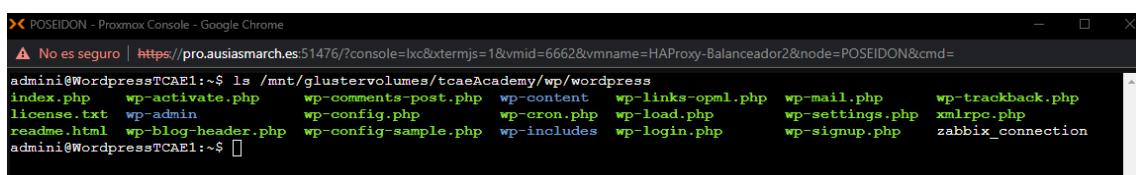
- `wget http://wordpress.org/latest.tar.gz`

Tras ello, se creará un fichero '.tar.gz', el cual se puede descomprimir con:

- `tar -xzf latest.tar.gz`

El anterior paso permitirá elaborar una carpeta llamada *latest*, cuyo contenido será la carpeta de wordpress con todos los ficheros de configuración. Estos hay que moverlos al directorio que hace referencia al volumen, ello se realiza con:

- `mv latest/wordpress /mnt/glustervolumes/tcaeAcademy/wp/`



```
POSEIDON - Proxmox Console - Google Chrome
⚠ No es seguro | https://pro.ausiasmarch.es:51476/?console=lxc&xtermjs=1&vmid=6662&vmname=HAProxy-Balanceador2&node=POSEIDON&cmd=
admin@WordpressTCAE1:~$ ls /mnt/glustervolumes/tcaeAcademy/wp/wordpress
index.php      wp-activate.php    wp-comments-post.php   wp-content     wp-links-opml.php   wp-mail.php    wp-trackback.php
license.txt    wp-admin.php     wp-config.php       wp-cron.php   wp-load.php      wp-settings.php  xmlrpc.php
readme.html    wp-blog-header.php wp-config-sample.php wp-includes  wp-login.php     wp-signup.php   zabbix_connection
admin@WordpressTCAE1:~$
```

E.1. Configuración de wp-config.php

El fichero *wp-config.php* es un archivo de configuración muy relevante en WordPress, ya que contiene información importante y configuraciones específicas del sitio que utiliza durante su funcionamiento.

Su contenido para este proyecto es:

```

POSEIDON - Proxmox Console - Google Chrome
GNU nano 6.2
No es seguro | https://pro.ausiasmarch.es:1476/?console=lxc&xtermjs=1&vmid=6662&vmname=HAProxy-Balanceador2&node=POSEIDON&cmd=wp->config.php *
wp->config.php *

*****  

// Redis plugin ///////////////////////////////////////////////////////////////////  

*****  

define( 'WP_REDIS_CLUSTER', [  

    'tcp://172.16.1.133:6379?alias=node-A1',  

    'tcp://172.16.1.134:6379?alias=node-B1',  

    'tcp://172.16.1.136:6379?alias=node-C1',  

    'tcp://172.16.1.134:6379?alias=node-A2',  

    'tcp://172.16.1.131:6379?alias=node-B2',  

    'tcp://172.16.1.132:6379?alias=node-C2',  

] );  

define('WP_REDIS_PASSWORD', 'TFG8J4vi');  

define('WP_REDIS_DB', 1);  

define('WP_CACHE_KEY_SALT', 'multisitewp.asir');  

define('WP_REDIS_PREFIX', 'tcaeaAcademy');  

define('WP_REDIS_CLIENT', 'phpredis');  

*****  

/** Base de datos **/  

define( 'DB_NAME', 'wordpress' );  

/** Database username */  

define( 'DB_USER', 'wordpressuser' );  

/** Database password */  

define( 'DB_PASSWORD', 'TFG8J4vi' );  

/** Database hostname */  

define( 'DB_HOST', '172.16.1.120' );  

/** Database charset to use in creating database tables. */  

define( 'DB_CHARSET', 'utf8' );  

/** The database collate type. Don't change this if in doubt. */  

define( 'DB_COLLATE', '' );  

/* Authentication unique keys and salts */  

define( 'SECURE_AUTH_KEY', 'f7e45c5e0071096762014e03656f6 ->0byEdyt_GZ6(C,A*)';  

define( 'NONCE_KEY', '/^ARU_2701MwTgD9y/3kD9gfa(+D1Q)wsP9LTz1xv_J2Pn+Rj_XtXhb1oxz*W*';  

define( 'LOGGED_IN_KEY', 'Sc7q8*P+vs8tu~(w4d$Sly+Ngbs_6+92alb_wo_G1U+61F_UlQR_2+kQ8/ZD*';  

define( 'AUTH_SALT', 'q->`OZC1B+9bt5SY+r/QEgIN(xHw_1,d8d2w)AN7B-PN1wYuov-syv@Vs7uV*';  

define( 'SECURE_AUTH_SALT', '4qu_F_Xidt/fz/O-nzjUbunHS_5e(+IavxxFd_TfP$rln[ pcl_nuqPm$QH7*';  

define( 'NONCE_SALT', '1b_2f5t(>+iy*juIuUm<,8laorNAgPJ ci7H3_1781Yg_2h0@|dwK/\$1m#*';  

define( 'LOGGED_IN_SALT', 'untesJtum*1@_Rr_VQ5#p+e-/pm)bxW+UDP22TWS76/CygRC1R4R4s_13(j5m9*';  

define( 'NONCE_SALT', 'ri|wr-1HQyod_S8<ig,[i:i;cr9(CR_<kHac(dOPfmk)@M0LRAuYSV;:x5=_*';  

/*  

 * WordPress database table prefix.  

 */  

$table_prefix = 'wp_';  

/*  

 * For developers: WordPress debugging mode.  

 */  

define( 'WP_DEBUG', false );  

/** Absolute path to the WordPress directory. */  

if ( ! defined( 'ABSPATH' ) ) {  

    define( 'ABSPATH', __DIR__ . '/' );  

}  

/** Sets up WordPress vars and included files. */  

require_once ABSPATH . 'wp-settings.php';
/*NEW-LAST LINES*/
define( 'FS_METHOD', 'direct' );

```

Las opciones más relevantes e importantes del fichero son:

- La sección del plugin para conectar con el clúster de Redis. Es importante que esta sección esté arriba al inicio del fichero, si no el plugin de Redis Object Cache dará error y no podrá conectar con el clúster. Las opciones de configuración son:
 - *define('WP_REDIS_CLUSTER', [...]);* → Para definir la matriz o array de conexiones de Redis.
 - *define('WP_REDIS_PASSWORD', 'password');* → Define la contraseña de autenticación para conectarse a los servidores Redis.
 - *define('WP_REDIS_DATABASE', '4');* → Se utiliza para indicar qué base de datos se utilizará.
 - *define('WP_CACHE_KEY_SALT', 'multisitewp.asir');* → Determina una cadena para las claves de caché.

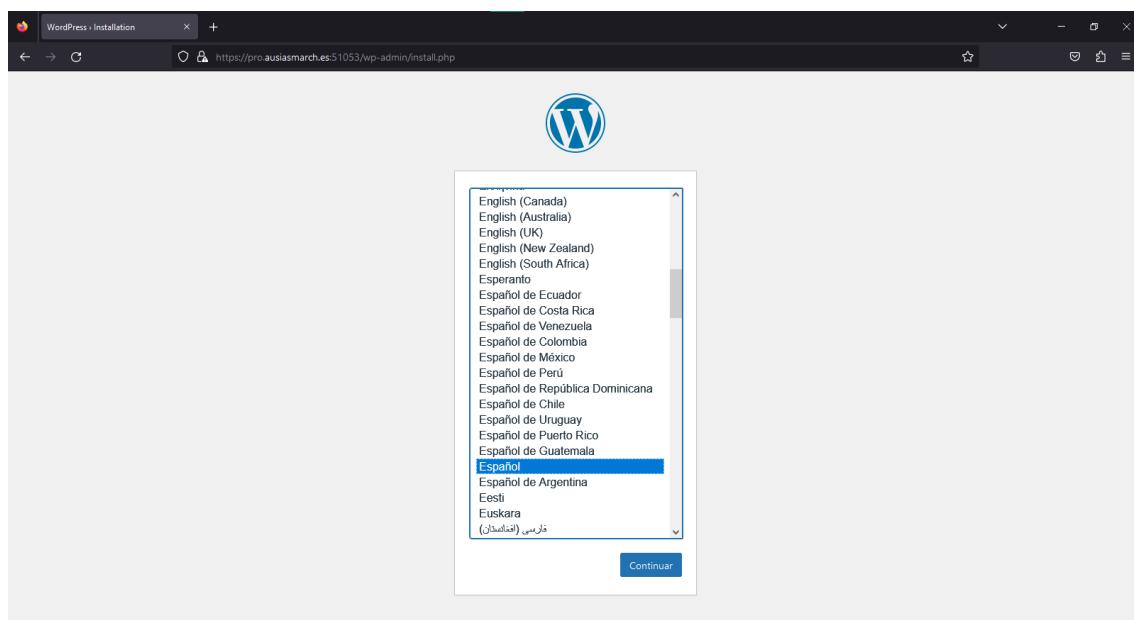
- `define('WP_REDIS_PREFIX', 'tcaeAcademy');` → Se utiliza para dar nombre a un prefijo para los nombres de clave de Redis.
 - `define('WP_REDIS_CLIENT', 'phpredis');` → Concreta el cliente de PHP a utilizar para conectarse a Redis.
- Para comunicarse con la base de datos se deben modificar, principalmente, los siguientes campos:
- `define('DB_NAME', 'wordpress');` → Define el nombre de la base de datos.
 - `define('DB_USER', 'wordpressuser');` → Delimita el nombre del usuario con privilegios sobre la base de datos.
 - `define('DB_PASSWORD', 'password');` → Establece la contraseña del usuario con permisos.
 - `define('DB_HOST', '172.16.1.120');` → Describe la dirección de la base de datos, en este caso es la IP del balanceador de las BDs.
- Sección de claves únicas para mejorar la seguridad de wordpress. Estas claves las podemos obtener del siguiente enlace (<https://api.wordpress.org/secret-key/1.1/salt/>), son generadas de forma aleatoria. Este apartado hace referencia a:
- `define('SECURE_AUTH_KEY', '...');`
 - `define('LOGGED_IN_KEY', '...');`
 - `define('NONCE_KEY', '...');`
 - `define('AUTH_SALT', '...');`
 - `define('SECURE_AUTH_SALT', '...');`
 - `define('LOGGED_IN_SALT', '...');`
 - `define('NONCE_SALT', '...');`

- `define('FS_METHOD', 'direct');` → Esta línea establece el método de acceso al sistema de archivos.

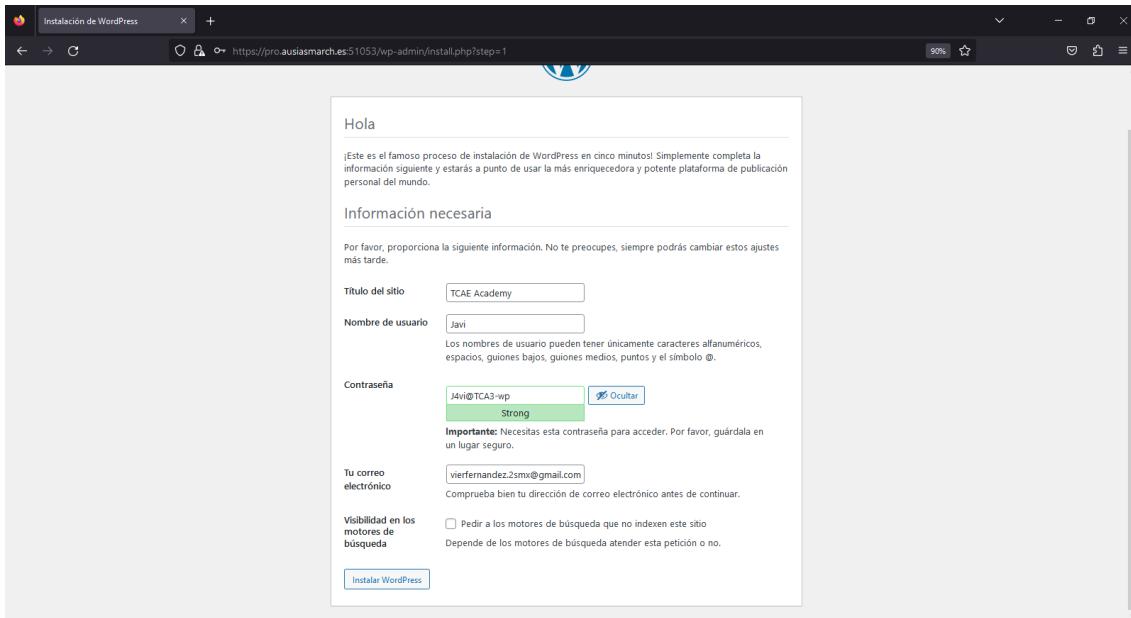
E.2. Configuración desde la interfaz web de wordpress

Tras configurar el fichero de configuración principal, ya se puede iniciar la instalación desde el navegador. Para ello, habrá que introducir la dirección URL para acceder al sitio web.

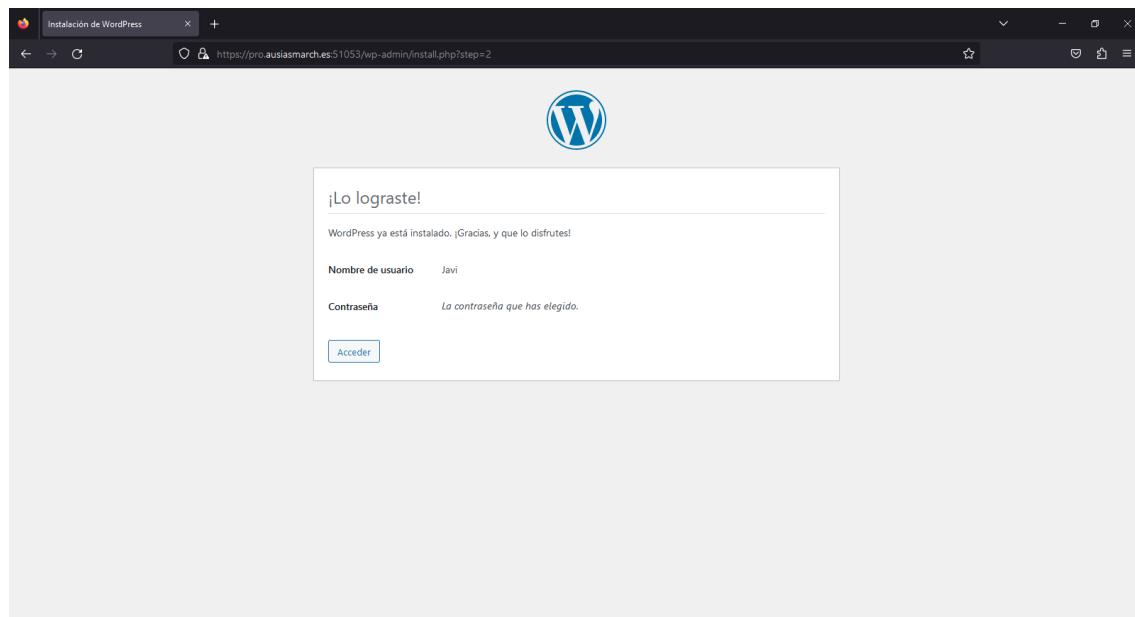
Tras eso, el primer paso que aparecerá será establecer el idioma del sitio web:



A continuación, habrá que configurar el título de la web y el usuario administrador de la siguiente manera:

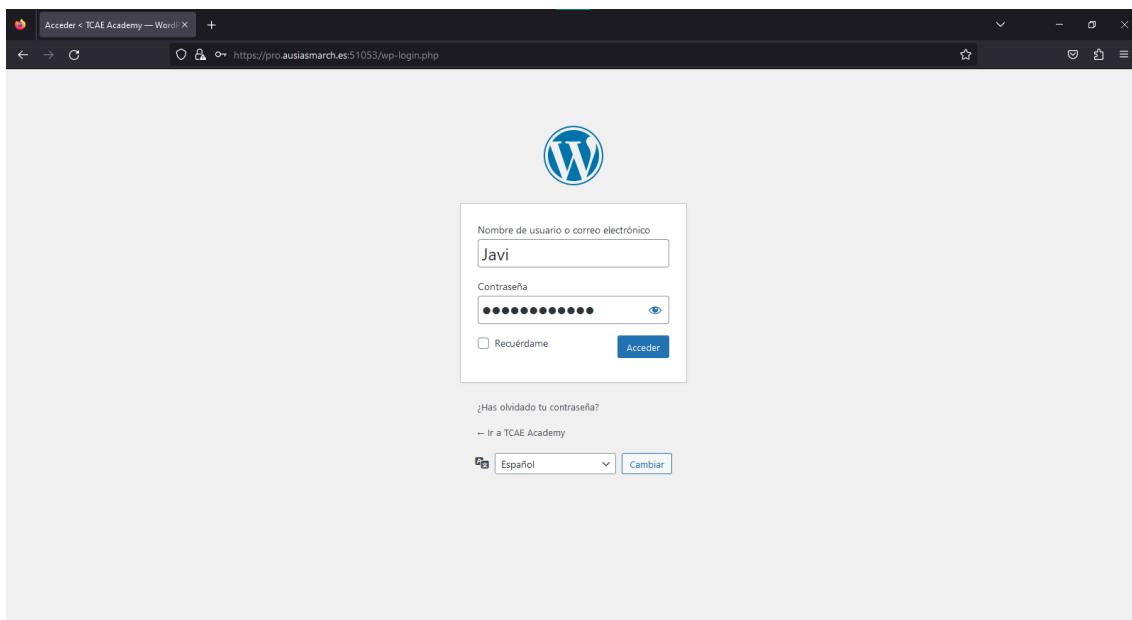


Por último, aparecerá una página comunicando que el sitio web de wordpress se ha instalado correctamente.



Por lo que ya podremos acceder a la página y personalizarla con las opciones deseadas.

Para entrar al panel de administración se ha de añadir a la ruta '/wp-admin'.



11.6. Servicio personalizado con Systemd

Como ya se explicó en la introducción, se ha creado un servicio con systemd denominado '*gluster-tcaewpvol*'.

Según la página de Systemd: "*systemd es un gestor del sistema y de los servicios para Linux, compatible con los initscript SysV y LSB.*"

'*gluster-tcaewpvol*' se encarga de ejecutar un script, el cual detecta si el volumen de GlusterFS (*tcaewpvol*) ha sido montado, en el caso de no ser así el servicio de apache2 se detendrá. Tras ello, se tratará de montar el volumen, la operación solo se llevará a cabo si los servidores de GlusterFS responden y, una vez detectado, apache2 volverá a estar en funcionamiento.

Esto es debido a que, el balanceador sabe si los servidores están disponibles o no en base a si el puerto configurado, en este caso 80 y 443, está disponible. Por lo tanto, si Apache2 está en funcionamiento esperará recibir conexiones y el balanceador le redirigirá las solicitadas. Sin embargo, puede que el servicio web esté ejecutándose, pero el volumen de GlusterFS no esté montado, por lo que la web no se podrá servir y aparecería un error con el siguiente mensaje:

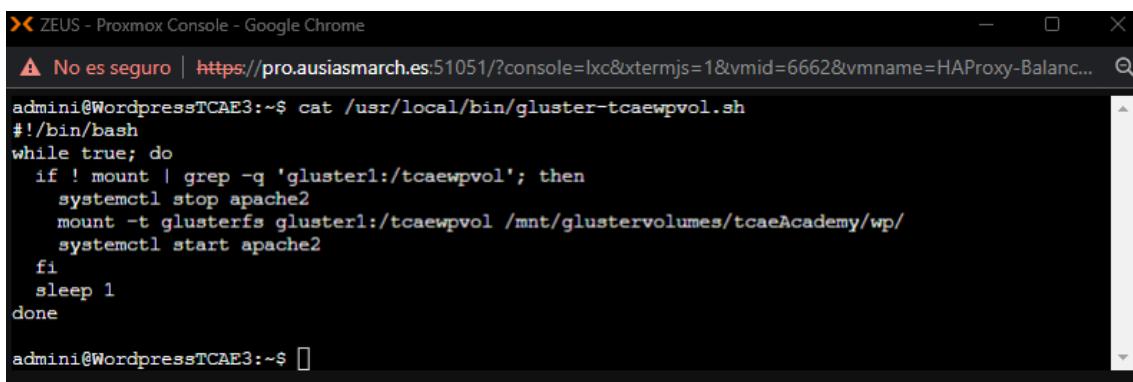
Not Found

The requested URL was not found on this server.

Apache/2.4.52 (Ubuntu) Server at pro.ausiasmarch.es Port 51505

Con el fin de solucionar este problema, se ha creado el servicio ya mencionado '*gluster-tcaewpvol*'.

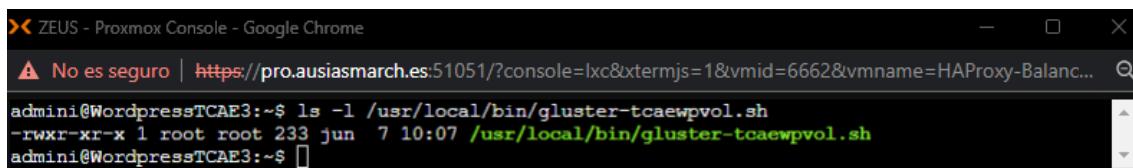
Primeramente, para crearlo debe establecerse el script. Se ubica en '/usr/local/bin/', puesto que este directorio suele utilizarse para guardar ejecutables que no están incluidos en el paquete del sistema. El fichero se llama '*gluster-tcaewpvol.sh*' y su contenido es el siguiente:



```
ZEUS - Proxmox Console - Google Chrome
⚠ No es seguro | https://pro.ausiasmarch.es:51051/?console=lx&xtermjs=1&vmid=6662&vmname=HAProxy-Balanc...
admini@WordpressTCAE3:~$ cat /usr/local/bin/gluster-tcaewpvol.sh
#!/bin/bash
while true; do
    if ! mount | grep -q 'gluster1:/tcaewpvol'; then
        systemctl stop apache2
        mount -t glusterfs gluster1:/tcaewpvol /mnt/glustervolumes/tcaeAcademy/wp/
        systemctl start apache2
    fi
    sleep 1
done
admini@WordpressTCAE3:~$
```

Seguidamente, se debe darle permisos de ejecución al fichero:

- `chmod +x /usr/local/bin/gluster-tcaewpvol.sh`



```
ZEUS - Proxmox Console - Google Chrome
⚠ No es seguro | https://pro.ausiasmarch.es:51051/?console=lx&xtermjs=1&vmid=6662&vmname=HAProxy-Balanc...
admini@WordpressTCAE3:~$ ls -l /usr/local/bin/gluster-tcaewpvol.sh
-rwxr-xr-x 1 root root 233 jun  7 10:07 /usr/local/bin/gluster-tcaewpvol.sh
admini@WordpressTCAE3:~$
```

Tras ello, ya se podrá crear el servicio. Debe ubicarse en '/etc/systemd/system/', su contenido es el siguiente:

- La sección '[Unit]', junto a 'Description', se utiliza para proporcionar una descripción del servicio

```
[1/1] /etc/systemd/system/gluster-tcaewpvol.service
[Unit]
Description=Comprueba volumen GlusterFS. Fallo, para apache2. Monta el volumen. Montado, enciende apache2.

[Service]
ExecStart=/usr/local/bin/gluster-tcaewpvol.sh

[Install]
WantedBy=multi-user.target
```

- Con el apartado '[Service]' se define cómo se debe ejecutar. Y con la línea 'ExecStart' se especifica la ruta del script.
- Con la última sección '[Install]' se especifica las dependencias e instrucciones de la instalación del servicio. Con 'WantedBy=multi-user.target' se le comunica al sistema que se ejecute a nivel de multiusuario.

Una vez creado, hay que recargar los servicio con: `sudo systemctl daemon-reload`

Posteriormente, ya se puede iniciar y comprobar el estado:

```
systemctl start gluster-tcaewpvol.service && systemctl status
gluster-tcaewpvol.service
```

```
● gluster-tcaewpvol.service - Comprueba volumen GlusterFS. Fallo, para apache2. Monta el volumen. Montado, enciende apache2.
   Loaded: loaded (/etc/systemd/system/gluster-tcaewpvol.service; enabled; vendor preset: enabled)
   Active: active (running) since Wed 2023-06-07 10:07:48 UTC; 1h 1min ago
     Main PID: 3443 (gluster-tcaewpvol)
        Tasks: 2 (limit: 4572)
       Memory: 572.0K
          CPU: 23.025s
        CGroup: /system.slice/gluster-tcaewpvol.service
                  └─ 3443 /bin/bash /usr/local/bin/gluster-tcaewpvol.sh
                      ├─ 34839 sleep 1
                      ├─ 14839 sleep 1

jun 07 10:07:48 WordpressTCAE3 systemd[1]: Started Comprueba volumen GlusterFS. Fallo, para apache2. Monta el volumen. Montado, enciende apache2.

~
```

12. USO BÁSICO DE WORDPRESS

Como ya se ha comentado, wordpress ofrece una amplia variedad de funciones y características que permiten extraer todas las ideas de forma rápida y sencilla gracias a su interfaz intuitiva. Por lo que, en los siguientes apartados, se explicará de forma breve cómo utilizarlo.

Cabe añadir, que la web que se va a plantear es un blog, esto es, un tipo de web usada para compartir información, conocimientos, opiniones y experiencias.

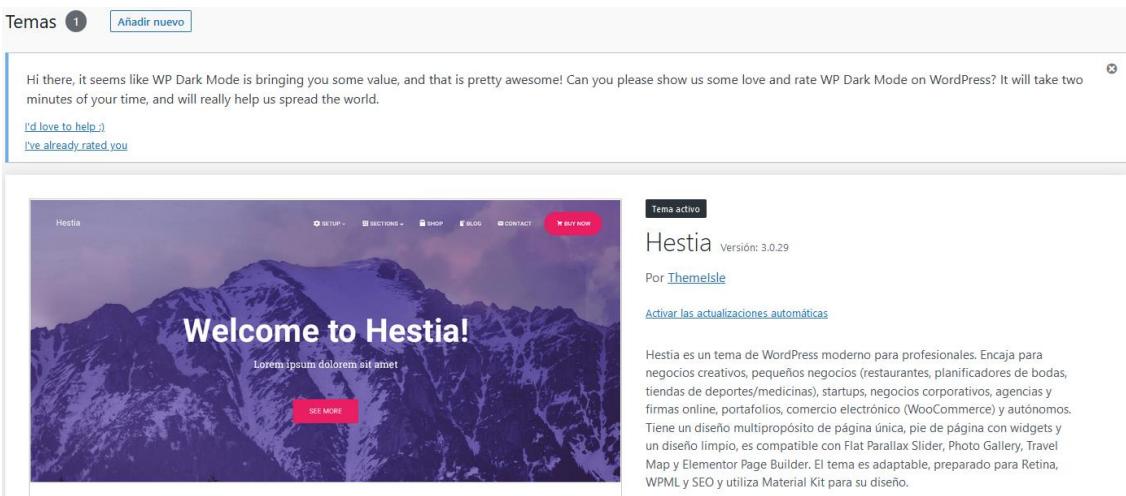


12.1. Personalización

Crear un frontend bonito y llamativo es muy importante para captar y atraer la atención de los usuarios de Internet, de esta manera, se conseguirá aumentar las visitas.

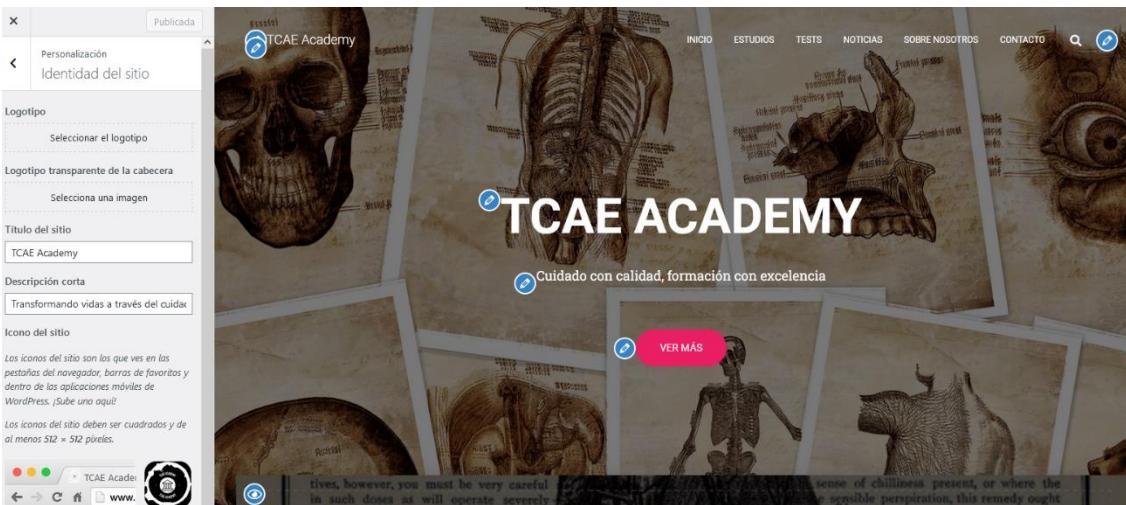
Lo primero que se debe hacer, una vez se tiene clara la función que realizará el sitio web, es elegir un tema adecuado. Para seleccionar los temas se ha de ir a 'Apariencia' > 'Temas'. Una vez allí, se escogerá el que más se aadecue o se instalará uno. En este caso, el tema elegido ha sido 'Hestia', es gratuito y muy conocido por su atractiva interfaz y conjunto de colores. También tiene una versión pro, la cual permite acceder a muchas más funcionalidades, pero para utilizarla habría que pagar la cantidad necesaria para sacarle mucho más rendimiento.

La versión de ‘Hestia’ es la 3.0.29.



Cabe destacar que es importante que todas las versiones de los plugins, temas y la versión de wordpress estén actualizadas para así reducir las vulnerabilidades del sitio.

Para personalizarlo, hay que dirigirse a ‘Apariencia’ > ‘Personalizar’. Las opciones particularizadas han sido la identidad del sitio, en el cual se modifica el título de la web, se añade una descripción y se escoge un ícono.



También, en la sección ‘Ajustes de apariencia’ > ‘Imagen de fondo’ se estableció, como bien indica el nombre, la imagen de fondo que tendrá y cómo se ajusta.

Y, posteriormente, en este mismo apartado en ‘Botón’, el cual se modificó estableciendo un radio de un valor de 50.

A continuación, en la subdivisión ‘Secciones de página de inicio’, se dejó visible las páginas de ‘Sección de título grande’, ‘A cerca de’, ‘Blog’ y ‘Contacto’. Esta distribución hace referencia a los apartados que se muestran en la página de inicio de la web.

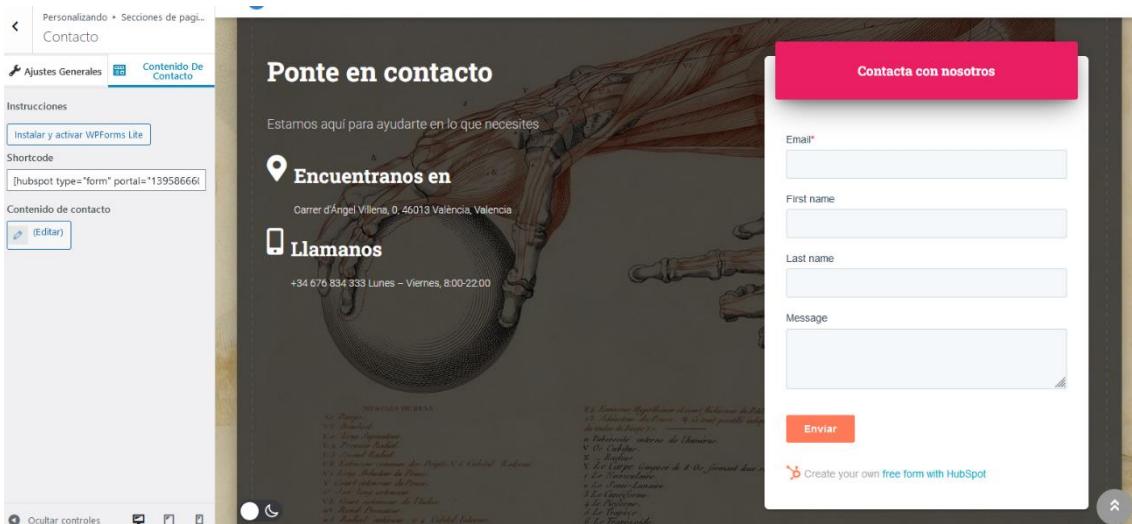
En la ‘sección de título grande’ se creó un efecto parallax, para darle una visión más atractiva a la web. Observar el panel para ver las opciones establecidas:



En la parte que hace referencia al blog se consideró importante ajustar que la cantidad máxima de elementos que se pudieran visualizar fuese 6.



Asimismo, la subsección de contacto, creada para que los usuarios ante cualquier motivo puedan comunicarse con los administradores, se establece mediante un plugin, hubspot, del cual se hablará más tarde. Se incrusta a través de un ‘shortcode’, el plugin proporciona un código reducido para hacer referencia al formulario.



Para finalizar, en la sección ‘Menú’ se estableció uno para que los usuarios pudieran navegar a través de la web, este se encuentra en la barra de navegación y en el pie de página.

El menú utilizado ha sido el de por defecto, el cual se ha modificado en ‘Temas’ > ‘Menús’.

The image shows the 'Añadir elementos al menu' (Add items to menu) and 'Estructura del menú' (Menu structure) sections of the WordPress menu editor. In the left sidebar, under 'Páginas', 'Más reciente' shows 'Tests', 'Noticias', 'Sobre Nosotros', and 'Contacto'. There is also a 'Seleccionar todo' (Select all) checkbox and a blue 'Añadir al menú' (Add to menu) button. The main panel shows the 'Menú principal' (Main menu) structure with items: 'Inicio' (Página de inicio), 'Estudios' (Página de entradas), 'Tests', 'Noticias', 'Sobre Nosotros', and 'Contacto'. Each item has a dropdown arrow indicating more options.

12.2. Entradas

Existen dos tipos principales de contenido: las entradas y las páginas. Aunque comparten varios aspectos no son lo mismo, ya que las entradas se utilizan para compartir noticias,

artículos y otra información relacionada con una fecha específica; se pueden clasificar mediante categorías y etiquetas. Mientras que las páginas contienen información más duradera y se organizan en una estructura jerárquica. Además, pueden ser utilizadas como página de inicio.

La información de las entradas fue proporcionada por las enfermeras de TCAE, quienes participaron en el proyecto haciendo grandes aportaciones.

El hecho de haberlo realizado con las personas correspondientes al grado es para enriquecer y mejorar la calidad del proyecto. Su participación permite obtener diferentes puntos de vista, conocimientos más especializados y experiencias prácticas en el ámbito, lo cual contribuye a la precisión y relevancia del contenido. De igual modo, al involucrar a diversas personas, se fomenta la colaboración y el trabajo en equipo, pues como profesionales técnicos informáticos muchas veces habrá que formar a los usuarios no especializados para que el trabajo se pueda llevar a cabo con éxito.

Es por ello que, el objetivo de contar con su ayuda es para fomentar estos valores.

Las entradas se han dividido en categorías, cada una hace referencia a una asignatura.

Añadir una nueva categoría			
<input type="button" value="Acciones en lote"/> <input type="button" value="Aplicar"/> 7 elementos			
Nombre	Descripción	Slug	Cantidad
<input type="text"/>			
El nombre es como aparece en tu sitio.			
<input type="text"/>			
El «slug» es la versión amigable de la URL para el nombre. Suele estar en todo en minúsculas y contiene solo letras, números y guiones.			
Categoría superior			
<input type="text"/>			
Las categorías, a diferencia de las etiquetas, pueden tener jerarquías. Podrás tener una categoría de Jazz y, por debajo, las categorías Bebop y Big Band. Totalmente opcional.			
<input type="text"/> La descripción no se muestra por defecto; sin embargo, hay algunos temas que pueden mostrarla.			
<input type="button" value="Añadir una nueva categoría"/>			

Nombre	Descripción	Slug	Cantidad
<input checked="" type="checkbox"/> Higiene del medio hospitalario y limpieza de material.	—	higiene-del-medio-hospitalario-y-limpieza-de-material	5
<input checked="" type="checkbox"/> Operaciones administrativas y documentación sanitaria.	—	operaciones-administrativas-y-documentacion-sanitaria	5
<input checked="" type="checkbox"/> Promoción de la salud y apoyo psicológico al paciente.	—	promocion-de-la-salud-y-apoyo-psicologico-al-paciente	5
<input checked="" type="checkbox"/> Relaciones en el equipo de trabajo.	—	relaciones-en-el-equipo-de-trabajo	5
<input type="checkbox"/> Sin categoría	—	sin-categoría	0
<input type="checkbox"/> Técnicas básicas de enfermería.	—	tecnicas-basicas-de-enfermeria	5
<input checked="" type="checkbox"/> Técnicas de ayuda odontológica/estomatológica.	—	tecnicas-de-ayuda-odontologica-estomatologica	5

En total hay 30 publicadas, cada una se refiere a su correspondiente categoría.

Todo (30) Publicados (30) Papelera (15)						Buscar entradas
Acciones en lote Aplicar		Todas las fechas	Todas las categorías	Filtrar		
<input type="checkbox"/>	Título	Autor	Categorías	Etiquetas		Fecha
<input type="checkbox"/>	Liderazgo en el equipo de trabajo	maria	Relaciones en el equipo de trabajo.	—	—	Publicada 13/05/2023 a las 18:31
<input type="checkbox"/>	Desarrollo de habilidades interpersonales	alba	Relaciones en el equipo de trabajo.	—	—	Publicada 13/05/2023 a las 18:30
<input type="checkbox"/>	Gestión de conflictos en el equipo de trabajo	maria	Relaciones en el equipo de trabajo.	—	—	Publicada 13/05/2023 a las 18:29
<input type="checkbox"/>	Trabajo en equipo y colaboración	itziar	Relaciones en el equipo de trabajo.	—	—	Publicada 13/05/2023 a las 18:28
<input type="checkbox"/>	Comunicación efectiva en el equipo de trabajo	alba	Relaciones en el equipo de trabajo.	—	—	Publicada 13/05/2023 a las 18:27
<input type="checkbox"/>	Importancia del seguimiento	itziar	Técnicas de ayuda odontológica/estomatológica.	—	—	Publicada 13/05/2023 a las 18:22
<input type="checkbox"/>	Prevención de enfermedades dentales	zoe	Técnicas de ayuda odontológica/estomatológica.	—	—	Publicada 13/05/2023 a las 18:21
<input type="checkbox"/>	Adaptar la higiene bucal al estado del paciente	zoe	Técnicas de ayuda odontológica/estomatológica.	—	—	Publicada 13/05/2023 a las 18:20
<input type="checkbox"/>	Selección del cepillo adecuado	lucia	Técnicas de ayuda odontológica/estomatológica.	—	—	Publicada 13/05/2023 a las 18:19
<input type="checkbox"/>	Conocer la técnica de cepillado	lucia	Técnicas de ayuda odontológica/estomatológica.	—	—	Publicada 13/05/2023 a las 18:18

El editor utilizado para modificar cada entrada ha sido ‘Gutenberg’. Se trata de un editor basado en bloques que permite una mayor flexibilidad y control en la estructura y diseño.

Cada entrada del blog dispone de un título, texto y una imagen referenciada:



12.3. Páginas

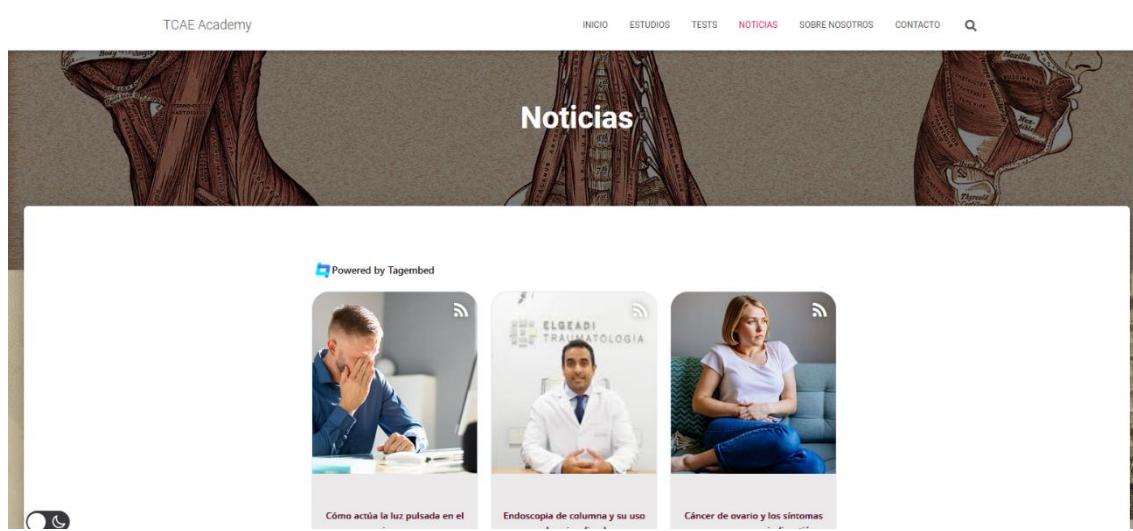
Todas las páginas publicadas son las siguientes:

- Inicio: Página ya presentada, es la que conforma el ‘home’.

- Estudios: Hace referencia al blog, es donde se encuentran publicadas las entradas.



- Noticias: Página que publica informativos de fuentes externas con un RSS.



- Sobre Nosotros: Utilizada para definir la historia de TCAE Academy.

The header features a large, detailed anatomical illustration of human muscles and tendons, likely the deltoids and trapezius, set against a dark background. The title "Sobre Nosotros" is centered over this image.

- Tests: Sección con actividades para resolver para los que quieran formarse y aprender.

- Contacto: Página con información de la empresa simulada y de contacto.



Send us a message

Email*

 Encuentranos en

Carrer d'Àngel Villena, 0, 46013
València
Espanya

12.4. Usuarios y permisos

En total hay 7 usuarios, de los cuales 2 son administradores, 2 son editores y 3 son autores:

Todos (7) Administrador (2) Editor (2) Autor (3)					<input type="text"/> Buscar usuarios
	Acciones en lote	Aplicar	Cambiar perfil a...	Cambiar	7 elementos
<input type="checkbox"/>	Nombre de usuario	Nombre	Correo electrónico	Perfil	Entradas
<input type="checkbox"/>	 alba	—	alba@tcae.asir	Autor	6
<input type="checkbox"/>	 itziar	—	itziar@tcae.asir	Autor	6
<input type="checkbox"/>	 javi	—	javierfernandez.2smx@gmail.com	Administrador	0
<input type="checkbox"/>	 Javier	—	javierfernandez.2smx@gmail.com	Administrador	0
<input type="checkbox"/>	 lucia	—	lucia@tcae.asir	Editor	6
<input type="checkbox"/>	 maria	—	maria@tcae.asir	Editor	6
<input type="checkbox"/>	 zoe	—	zoe@tcae.asir	Autor	6
<input type="checkbox"/>	Nombre de usuario	Nombre	Correo electrónico	Perfil	Entradas

Wordpress permite crear varios y asignarles roles, esto definirá las acciones que podrá realizar. Todos los roles que tiene son:

- **Administrador:** Tiene el mayor control y autoridad en el sitio. Puede agregar, editar y eliminar cualquier publicación de usuario; instalar y administrar complementos y temas; agregar y eliminar usuarios y cambiar la información de usuario existente.
- **Editor:** Control total sobre el contenido de la página. Consigue agregar, editar, publicar y eliminar publicaciones y administrar comentarios. Sin embargo, no puede cambiar la configuración del sitio ni instalar complementos o temas.
- **Autor:** Puede escribir, editar y publicar sus propias publicaciones. También eliminar sus registros, pero no tiene permitido crear nuevas categorías. Aun así, puede elegir entre categorías existentes y agregar etiquetas. No tienen acceso a la configuración del sitio ni instalan complementos o temas.
- **Colaborador:** Puede agregar y editar sus publicaciones, pero no publicarlas. Puede elegir entre categorías existentes y crear etiquetas. No tienen permisos para cargar archivos ni moderar comentarios. No tienen acceso a la configuración del sitio ni instalan complementos o temas.

- **Suscriptor:** Puede iniciar sesión, actualizar su perfil y cambiar su contraseña. No obstante, no pueden publicar, ver comentarios ni realizar ninguna acción en el área de administración de WordPress. Esto es útil para sitios de membresía o tiendas en línea donde los usuarios necesitan registrarse y acceder a sus cuentas.

12.5. Plugins

Para aumentar y mejorar las funcionalidades se han agregado diversos plugins. A continuación, se presenta una vista genérica de estos. Aunque, es importante mencionar que los dos más importantes son: Redis Object Caché y Multiple Domain, por lo que en estos dos se profundizará más.

Plugin	Descripción	Actualizaciones automáticas
Akismet Anti-Spam ha sido borrado correctamente.		
<input type="checkbox"/> CoBlocks Desactivar	CoBlocks es una solución profesional completa de bloques de contenido para construir páginas para el editor de bloques Gutenberg de WordPress. Nuestros bloques están centrados en fortalecer a los creadores para desarrollar páginas hermosas en WordPress. Versión 3.0.3 Por GoDaddy Ver detalles Escribir una reseña	Activar las actualizaciones automáticas
<input type="checkbox"/> HubSpot All-In-One Marketing - Forms, Popups, Live Chat Ajustes Desactivar Actualizar	El plugin oficial para WordPress de HubSpot te permite añadir formularios, mensajes emergentes y chat en vivo a tu web e integrarlo con el mejor CRM para WordPress. Versión 10.1.24 Por HubSpot Ver detalles	Activar las actualizaciones automáticas
<input type="checkbox"/> iThemes Security Ajustes Desactivar	Elimina las cuestiones en la seguridad de WordPress. iThemes Security ofrece +30 maneras de asegurar WordPress con un plugin de seguridad para WordPress fácil de usar. Versión 8.1.6 Por iThemes Ver detalles Obtener soporte	Activar las actualizaciones automáticas
<input type="checkbox"/> Multiple Domain Settings Desactivar	This plugin allows you to have multiple domains in a single WordPress installation and enables custom redirects for each domain. Versión 1.0.7 Por goINPUT IT Solutions Ver detalles	Activar las actualizaciones automáticas
<input type="checkbox"/> Orbit Fox Companion Desactivar Rollback to v2.10.23	Este plugin/navaja suiza viene con una biblioteca de plantillas de calidad, módulos de menús e iconos para compartir, bloques para Gutenberg, y los recientemente añadidos widgets para Elementor y BeaverBuilder. Versión 2.10.24 Por Themelise Ver detalles	Activar las actualizaciones automáticas
<input type="checkbox"/> Quiz And Survey Master Cuestionarios y encuestas Desactivar	Agregue de forma fácil y rápida cuestionarios y encuestas a su sitio web. Versión 8.1.7 Por ExpressTech Ver detalles Documentación Soporte	Activar las actualizaciones automáticas
<input type="checkbox"/> Redis Object Cache Ajustes Desactivar	Una administración de caché de objetos persistente que funciona con Redis. Compatible con Predis, PHPRedis, Relay, Credis, replicación, sentinels y apliado y WP-CLI. Versión 2.3.0 Por Till Krüss Ver detalles ★ Actualizar a Pro	Activar las actualizaciones automáticas
Hay disponible una nueva versión de Redis Object Cache. Revisa los detalles de la versión 2.4.1 o actualízalo ahora.		
<input type="checkbox"/> Tagembed Widget Settings Desactivar	Display Facebook feed, Instagram feed, Twitter feed, YouTube Videos and more social feeds from 15+ social networks on any page, posts or widgets using shortcode. Beautifully clean, customizable, and responsive Social Media Feed Widget Plugin for WordPress. Versión 4.5 Por Tagembed Ver detalles	Activar las actualizaciones automáticas
<input type="checkbox"/> UpdraftPlus - Backup/Restore Soporte Premium Pro Ajustes Desactivar Realizar guía	Copia de seguridad y restauración: haz copias de seguridad en local, o en Amazon S3, Dropbox, Google Drive, Rackspace, (S)FTP, WebDAV y por correo electrónico, de forma automática y programada. Versión 1.23.4 Por UpdraftPlus.com, David Anderson Ver detalles	Activar las actualizaciones automáticas
<input type="checkbox"/> WP Dark Mode Desactivar Ajustes Obtén la versión PRO	WP Dark Mode activa automáticamente un impresionante modo oscuro de tu web según el sistema operativo del usuario. Es compatible con macOS, Windows, Android y iOS. Versión 4.1.6 Por WPPOOL Ver detalles	Activar las actualizaciones automáticas

12.5.1. Redis Object Caché

Este complemento permite utilizar la tecnología de almacenamiento en caché de Redis para mejorar el rendimiento del sitio. Al almacenar datos en la memoria, en lugar de acceder a la base de datos, acelera la carga de las páginas y reduce la carga del servidor. Lo que se traduce en una página web más rápida y eficiente.

El plugin consta 3 secciones:

- **Resumen:** Esta parte nos hace un breve resumen del estado y de las opciones configuradas.

Resumen

Estado:	✓ Conectado
Dependiente:	✓ Válido
Sistema de archivos:	✓ Con permisos de escritura
Prefijo de clave:	tcaeAcademy:

Conexión

Cliente:	PhpRedis (v5.3.5)
Grupo:	172.16.1.133:6379 172.16.1.135:6379 172.16.1.136:6379 172.16.1.134:6379 172.16.1.131:6379 172.16.1.132:6379
Nombre de usuario:	T
Clave:	*****
Tiempo de inactividad de conexión:	1s
Tiempo de inactividad de lectura:	1s
Versión de Redis:	6.0.16

Need more performance and reliability?
Check out [Object Cache Pro!](#)

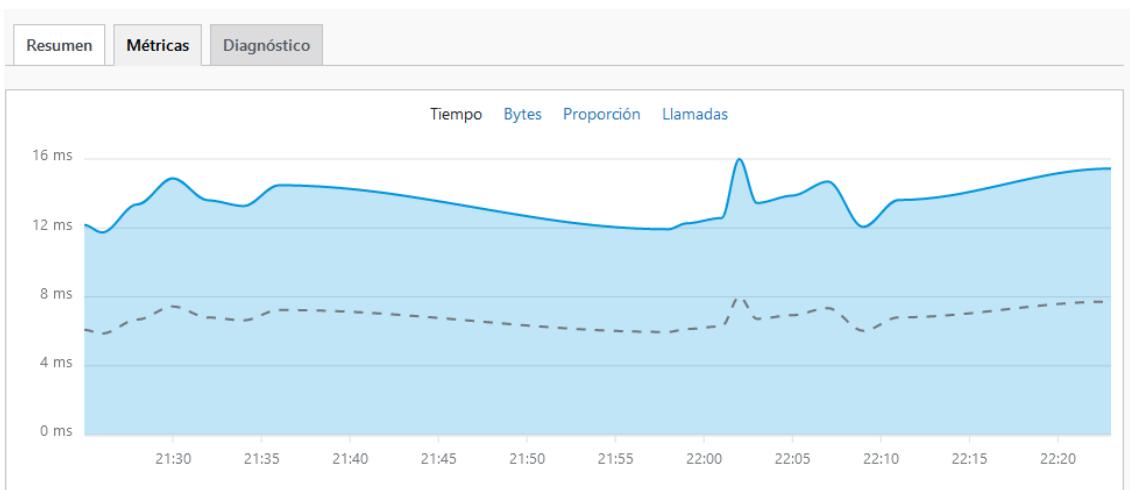
- Reescrito para un rendimiento brutal
- 100% compatible con la API de WordPress
- Serialización y compresión más rápida
- Depuración y registro sencilla
- Precarga y analítica de caché
- Unidad completamente probada (100% de cobertura del código)
- Conexión segura con TLS
- Comprobaciones de salud a través de WordPress y WP CLI
- Optimizado para WooCommerce, Jetpack y Yoast SEO

[Saber más](#)

✓ Tu sitio reúne los requisitos del sistema para la versión Pro.

[Vaciar Caché](#) [Desactivar la caché de objetos](#)

- **Métricas:** Representa la carga de escritura.



- **Diagnóstico:** Apartado en el cual se pueden ver todas las opciones de configuración, incluidas las del fichero wp-config.php.

```

redis> config get
Filesystem: Working
Global Prefix: "wp_"
Blog Prefix: "wp_"
WP_REDIS_CLIENT: "phpredis"
WP_REDIS_DATABASE: "4"
WP_REDIS_CLUSTER: [
    "tcp://172.16.1.133:6379?alias=nodo-A1",
    "tcp://172.16.1.135:6379?alias=nodo-B1",
    "tcp://172.16.1.136:6379?alias=nodo-C1",
    "tcp://172.16.1.134:6379?alias=nodo-A2",
    "tcp://172.16.1.131:6379?alias=nodo-B2",
    "tcp://172.16.1.132:6379?alias=nodo-C2"
]
WP_REDIS_PREFIX: "tcaeAcademy"
WP_CACHE_KEY_SALT: "multisitewp.asir"
WP_REDIS_PLUGIN_PATH: "/mnt/glustervolumes/tcaeAcademy/wp/wordpress/wp-content/plugins/redis-cache-2.3.0"
WP_REDIS_PASSWORD: *****
Global Groups: [
    "blog-details",
    "blog-id-cache",
    "hlae-lonkin"
]
  
```

Para comprobar que está funcionando correctamente se puede hacer desde uno de los nodos del clúster de redis, así se pueden obtener las claves y comprobar su valor. Como el conjunto de equipos trabaja de forma unida, no existirán los mismos datos en todos los nodos, dado que están repartidos.

Aquí hay un ejemplo del servidor de RedisA1, las claves se obtienen con: `keys *`

```

ZEUS - Proxmox Console - Google Chrome
⚠️ No es seguro | https://pro.ausiasmarch.es:51051/?console=lx&xtermjs=1&vmid=7775&vmname=RedisNodeB1&node=HADES&cmd=
127.0.0.1:6379> keys *
1) "tcaeAcademy:wp:comment:get_comments:bbaafb40d4aed04b7b4890f46f3eeac25-0.21502800 1686123380"
2) "tcaeAcademy:wp:post_meta:i121"
3) "tcaeAcademy:wp:posts:get_pages-14722e24cf8852d88625b95d78180014-0.62056400 1686123377"
4) "tcaeAcademy:wp:post_format_relationships:2004"
5) "tcaeAcademy:wp:terms:81"
6) "tcaeAcademy:wp:comment:get_comments-25af98c570c8390ccf24eb1246309ffd-0.21502800 1686123380"
7) "tcaeAcademy:wp:site-transient:update_core"
8) "tcaeAcademy:wp:posts:wp_query-063b1059566c67416179a2e58cb25f9a-0.95277700 16861235350.68949800 1686123538"
9) "tcaeAcademy:wp:post_tag_relationships:2166"
10) "tcaeAcademy:wp:post_meta:1030"
11) "tcaeAcademy:wp:post_meta:i1119"
12) "tcaeAcademy:wp:post_meta:2154"
13) "tcaeAcademy:wp:terms:get_terms-22c4f4ad8730915849475d7b2e1ac2ff-0.68949800 1686123538"
14) "tcaeAcademy:wp:userslug:zoe"
15) "tcaeAcademy:wp:posts:2499"
16) "tcaeAcademy:wp:category_relationships:2154"
17) "tcaeAcademy:wp:userslug:maria"
18) "tcaeAcademy:wp:userslug:itzilar"
19) "tcaeAcademy:wp:posts:wp_query-6a3a2ad10ba5788ece84f7a5ab492820-0.95277700 1686123535"
20) "tcaeAcademy:wp:post_format_relationships:2268"
21) "tcaeAcademy:wp:usersmail:alba@tcae.asir"
22) "tcaeAcademy:wp:terms:get_terms-42e29a530e16b0cd6a58c53b317ae5dc-0.68949800 1686123538"
23) "tcaeAcademy:wp:posts:wp_query-004ba58bf8556e6d5cbed3d40b965ee08-0.95277700 16861235350.68949800 1686123538"
24) "tcaeAcademy:wp:userslug:lucia"
25) "tcaeAcademy:wp:site-transient:update_themes"
26) "tcaeAcademy:wp:terms:get_terms-a1160608f02d0de13ac5ef2d215f3a178-0.68949800 1686123538"
27) "tcaeAcademy:wp:post_tag_relationships:2414"
28) "tcaeAcademy:wp:posts:get_pages-2c799ac02e302214e420ac34b610c5f-0.65313400 1686162592"
29) "tcaeAcademy:wp:posts:wp_query-e85747a6c16afadaceeb9bd60e24192e-0.62056400 1686123377"
30) "tcaeAcademy:wp:posts:get_page_by_path-d0707bb128aeed121f469e1b41ab5bd-0.65313400 1686162592"
31) "tcaeAcademy:wp:post_meta:1996"
32) "tcaeAcademy:wp:transient:coblocks_template_parts_query"
33) "tcaeAcademy:wp:post_tag_relationships:2437"
34) "tcaeAcademy:wp:options:itsec_user_encryption_test"
35) "tcaeAcademy:wp:comment:15"
36) "tcaeAcademy:wp:posts:1069"
37) "tcaeAcademy:wp:post_meta:511"
38) "tcaeAcademy:wp:post_meta:2041"
39) "tcaeAcademy:wp:post_meta:2453"
  
```

Si se desea obtener el valor de la clave se hace con: `get <clave>`

Por ejemplo:

```

ZEUS - Proxmox Console - Google Chrome
⚠️ No es seguro | https://pro.ausiasmarch.es:51051/?console=lx&xtermjs=1&vmid=7775&vmname=RedisNodeB1&node=HADES&cmd=
127.0.0.1:6379> get "tcaeAcademy:wp:posts:wp_query-565bb929a5e3cf66906e34bf044fe9da-0.60374900 16861626560.68949800 1686123538"
"{"a:3:(s:5:\"posts\";a:0:{}s:11:\"found_posts\";i:0;s:13:\"max_num_pages\";i:0;)"}
127.0.0.1:6379> 
  
```

En la imagen presentada se obtiene la clave:

```
"tcaeAcademy:wp:posts:wp_query-565bb929a5e3cf66906e34bf044fe9da-0.60374900
16861626560.68949800 1686123538"
```

La cual tiene el valor:

```
"a:3:{s:5:\"posts\";a:0:{}s:11:\"found_posts\";i:0;s:13:\"max_num_pages\";i:0;}"
```

Esta clave está codificada y representa un arreglo de PHP.

12.5.2. Multiple Domain

Permite utilizar wordpress desde varios dominios. Se puede administrar un solo sitio con el que se permite acceder desde diferentes dominios.

Este plugin se ha utilizado para que el servicio fuera accesible desde los nodos Zeus, Hades y Poseidón, puesto que, al conmutar entre los proxmox, los puertos de acceso son diferentes. Wordpress guarda la URL del sitio en la BD, por lo tanto, si se entra desde Zeus y no se dispone del plugin o de alguna configuración similar, no se podrá acceder desde Hades o Poseidón.

A. Hacer accesible Wordpress desde varios dominios

Añadir varias direcciones es muy fácil, tan solo se introduce y se pulsa en ‘Add domain’.

Todos los dominios introducidos son:

Multiple Domain

You can use multiple domains in your WordPress defining them below. It's possible to limit the access for each domain to a base URL.

Domains	Port	Base URL	Restriction
Auto	pro.ausiasmarch.es:51505	/base/path	None
Auto	pro.ausiasmarch.es:51485	/base/path	None
Auto	pro.ausiasmarch.es:51065	/base/path	None
Auto	172.16.1.110	/base/path	None
Auto	172.16.1.111	/base/path	None
Auto	172.16.1.112	/base/path	None
Auto	172.16.1.113	/base/path	None

Add domain

A domain may contain the port number. If a base URL restriction is set for a domain, all requests that don't start with the base URL will be redirected to the base URL. Example: the domain and base URL are `example.com` and `/base/path`, when requesting `example.com/other/path` it will be redirected to `example.com/base/path`. Additionally, it's possible to set a language for each domain, which will be used to add `<link>` tags with a `hreflang` attribute to the document head.

12.5.3. CoBlocks

Consiste en un conjunto de bloques adicionales para el editor de Gutenberg, de manera que, permite agregar una amplia variedad de elementos y páginas. Se ha utilizado para hacer los '*accordions*' de la sección de tests.

12.5.4. HubSpot All-In-One Marketing

Este plugin integra la plataforma de marketing de HubSpot. Con esta herramienta, se pueden gestionar los contactos, automatizar estrategias de marketing, realizar seguimiento de conversiones y analizar la efectividad de las campañas.

A pesar de todas sus funcionalidades, se ha utilizado exclusivamente para los formularios de contacto.

Send us a message

Email*

First name

Last name

Message

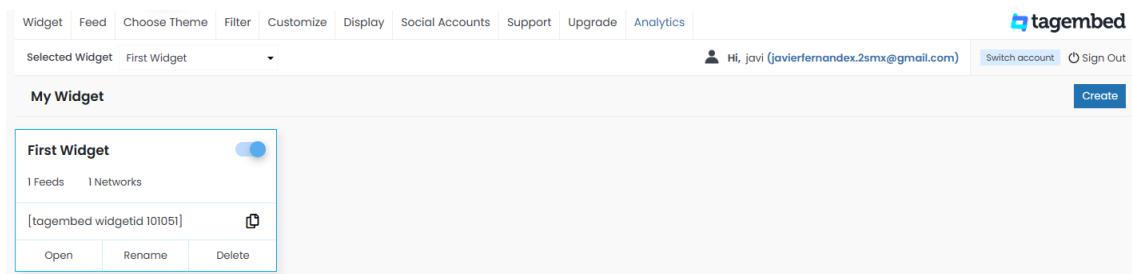
Enviar

 Create your own [free form with HubSpot](#)

12.5.5. Tagembed Widget

Permite mostrar contenido de redes sociales. Con este widget, se puede incrustar publicaciones de Instagram, tweets de Twitter, videos de YouTube y más. No obstante, el uso que se le ha dado para este proyecto ha sido la integración de tecnologías RSS.

RSS es la abreviatura en español de Distribución Realmente Sencilla. Se trata de una forma fácil de mantenerse actualizado con noticias e información relevante, ya que consiste en un método directo y fácil de usar para obtener actualizaciones y referencias relevantes.



12.5.6. WP Dark Mode

Es un complemento que activa el modo oscuro. Permite a los visitantes cambiar entre una apariencia clara y oscura, mejorando la legibilidad y adaptándose a diferentes preferencias visuales. Este modo es especialmente útil en entornos con poca luz o para usuarios que prefieren una interfaz más fosca.

Ajustes de WP Dark Mode

 A screenshot of the 'WP Dark Mode' settings page. On the left, there's a sidebar with a tree view of settings categories: 'Ajustes generales' (selected), 'Ajustes avanzados', 'Ajustes del color', 'Cambiar los ajustes', 'Includes/Excludes', 'Triggers', 'Performance', 'Accessibility Settings', 'WooCommerce', 'Ajustes de imagen', 'Video Settings', 'CSS personalizado', 'Animation', 'Analytics & Reporting', and 'Soporte'. The main area shows three configuration sections with toggle switches:

- Activar el modo oscuro en la vista pública**: Descripción: Enciéndelo para activar el modo oscuro en la vista pública. Status: Activado (green switch).
- Activar el modo oscuro en el escritorio**: Descripción: Activa el modo oscuro en el escritorio para mostrar un botón conmutador de modo oscuro en la barra de administración para los administradores en el escritorio. Status: Activado (green switch).
- Activar el modo oscuro basado en el sistema operativo**: Descripción: El modo oscuro se ha activado en la vista pública. Ahora, tus usuarios recibirán un modo oscuro de tu web cuando la preferencia de su dispositivo esté configurada en «Modo oscuro» o al conmutar el botón de modo oscuro. Status: Activado (green switch).

 Below these settings, there are two screenshots. The first shows a browser window with a dark theme applied to a WordPress site. The second shows the WordPress admin bar with a dark mode switch icon.

12.5.7. Orbit Fox Comپain

Incluye plantillas de primer nivel, una selección de módulos de menú, iconos para compartir, bloques para Gutenberg y widgets recientemente integrados para Elementor y Beaver Builder.

12.5.8. Quiz and Survey Master

Es un plugin que permite crear y administrar cuestionarios, exámenes y encuestas, es decir, una forma interactiva de relacionarse con los visitantes.

Cuestionarios					
Título	Shortcode	No. of Questions	Visitas	Participants	Última Modificación
Relaciones en el equipo de trabajo.	🔗	8	42	1	13.de.mayo.de.2023 12:18:46 PM
Técnicas de ayuda odontológica/estomatológica.	🔗	10	16	0	13.de.mayo.de.2023 12:20:32 PM
Promoción de la salud y apoyo psicológico al paciente.	🔗	8	16	1	13.de.mayo.de.2023 12:22:12 PM
Higiene del medio hospitalario y limpieza de material	🔗	8	16	0	13.de.mayo.de.2023 12:23:16 PM
Técnicas básicas de enfermería	🔗	8	12	0	13.de.mayo.de.2023 12:24:13 PM
Operaciones administrativas y documentación sanitaria.	🔗	10	22	1	13.de.mayo.de.2023 12:25:07 PM

12.5.9. UpdraftPlus - Backup/Restore

Se utiliza para copias de seguridad y restauración lo que brinda una solución confiable para proteger los datos.

Es una herramienta muy útil para, en caso de fallo, recuperar rápidamente el sitio. Actualmente, solo hay una copia de seguridad:

UpdraftPlus Backup/Restore

[UpdraftPlus.Com](#) | [Premium](#) | [Noticias](#) | [Twitter](#) | [Soporte](#) | [Suscripción al Boletín Informativo \(Newsletter\)](#) | [Página web del desarrollador principal](#) | [FAQs](#) | [Más plugins](#) - Versión: 1.23.4

Copia de seguridad / Restaurar Migrar / Clonar Ajustes Herramientas avanzadas Premium / Extensiones

Próximas copias de seguridad programadas:

Archivos:	Base de datos:	
Mié, junio 7, 2023 21:17	Mié, junio 7, 2023 07:27	Hacer ahora una copia de seguridad
Hora actual: Wed, June 7, 2023 21:18		Add changed files (incremental backup)...

Último mensaje del archivo de registro (log):

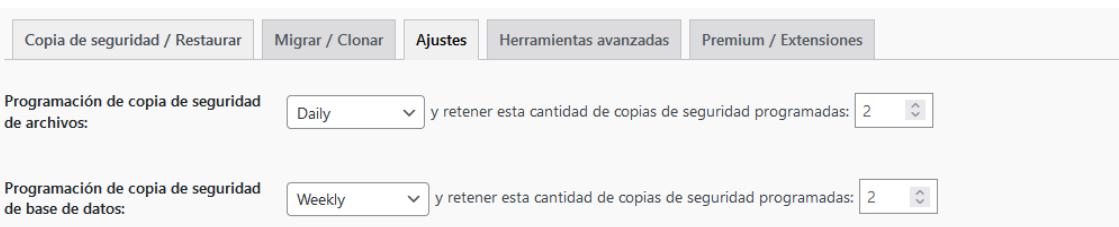
Aparentemente, la copia de seguridad ha sido correcta y ahora está completa (Jun 07 07:24:00) [Descargar el archivo de registro \(log\) más reciente](#)

Copias de seguridad existentes 1

Más tareas: [Subir archivos de copia de seguridad](#) | [Volver al explorar la carpeta local para los nuevos conjuntos de copias de seguridad](#) | [Re-scanearo almacenamiento remoto](#)

Fecha de la copia de seguridad	Datos de la copia de seguridad (haz clic para descargar)	Acciones
Jun 07, 2023 7:21	Base de datos Plugins Temas Subidas Otros	Restaurar Borrar Vea el registro (log)

Por otro lado, existen backups programados diaria y semanalmente. Solo mantendrá dos copias de cada:



13. SISTEMAS DE MONITORIZACIÓN

Los sistemas de monitoreo son un tipo de software que ayuda a los administradores a realizar un seguimiento de la infraestructura. Estas herramientas monitorean los dispositivos de la red, el tráfico y las aplicaciones y alertan sobre errores e interrupciones.

Este tipo de prácticas centralizadas permite vigilar todos los sistemas. Se puede configurar para recibir notificaciones cuando se produce un error para que se pueda intervenir rápidamente y resolver el problema. Esto ahorra tiempo de inactividad y da tranquilidad.

Además, permite reconocer de forma más sencilla y rápida los fallos encontrados en los nodos, por lo que facilita la recuperación de desastres.

13.1. Diferentes herramientas de monitorización

Para llevar a cabo las funciones presentadas, se investigó diferentes soluciones open-source:

- **Zabbix:** Destaca por su interfaz intuitiva y su capacidad para proporcionar una vista en tiempo real del estado de los servidores, la red y la aplicación. Posibilita a los administradores tomar decisiones con la información proporcionada al recibir alertas sobre cualquier problema detectado. Asimismo, soporta tanto sondeo como captura.
- **Nagios:** Actúa como un ‘guardián’ de sistemas, verificando periódicamente los servicios, los hosts y las aplicaciones. Se enfoca en la detección de errores y la notificación inmediata acerca de estos, asegurando una respuesta rápida.

- **Icinga:** Proporciona una experiencia mejorada como reemplazo a Nagios. La interfaz es más moderna. En esa misma línea, muestra el estado de los servicios y redes y brinda de forma automática la topología y las dependencias entre ellos.
- **Prometheus:** Se enfoca en entornos de contenedores y microservicios. Su función principal consiste en agregar las métricas que muestran los servicios, de modo que proporciona una vista detallada del rendimiento. Utiliza una arquitectura de servidor central y ofrece una consulta flexible de los datos recopilados mediante un lenguaje de consulta propio llamado PromQL.

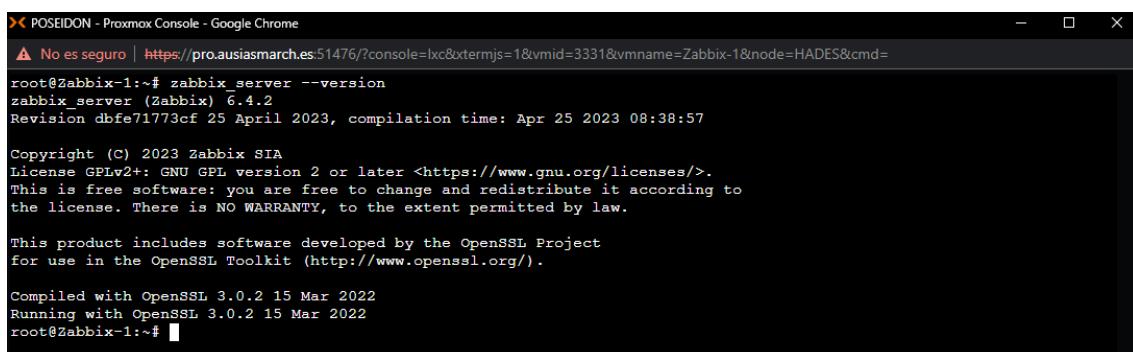
13.2. ¿Por qué elegir Zabbix?

Cualquiera de las opciones anteriores se podría haber acoplado a las necesidades del proyecto, aun así, se eligió utilizar Zabbix por decisiones técnicas, ya que presenta una interfaz muy intuitiva, es muy personalizable y tiene una gran variedad de opciones para enviar alertas.

Además, cuenta con un gran apoyo de la comunidad con una documentación actualizada y se adapta perfectamente a los servicios que se desea monitorear.

13.2.1. Control de versiones

La versión utilizada ha sido la 6.4.2:



```
POSEIDON - Proxmox Console - Google Chrome
⚠ No es seguro | https://pro.ausiasmarch.es:51476/?console=lxc&xtermjs=1&vmid=3331&vmname=Zabbix-1&node=HADES&cmd=
root@Zabbix-1:~# zabbix_server --version
zabbix server (Zabbix) 6.4.2
Revision dbfe71773cf 25 April 2023, compilation time: Apr 25 2023 08:38:57

Copyright (C) 2023 Zabbix SIA
License GPLv2+: GNU GPL version 2 or later <https://www.gnu.org/licenses/>.
This is free software: you are free to change and redistribute it according to
the license. There is NO WARRANTY, to the extent permitted by law.

This product includes software developed by the OpenSSL Project
for use in the OpenSSL Toolkit (http://www.openssl.org/).

Compiled with OpenSSL 3.0.2 15 Mar 2022
Running with OpenSSL 3.0.2 15 Mar 2022
root@Zabbix-1:~#
```

13.2.2. Firewall y puertos de zabbix

Este software utiliza dos puertos en base al tipo de monitorización:

- TCP 10050: Utilizado por los agentes para comunicarse con el servidor.

- TCP 10051: Utilizado para comunicarse con los agentes.

13.2.3. Implementación de Zabbix

Para poner en marcha la herramienta se deben seguir los siguientes pasos:

A. Servidor de base de datos

Primeramente, debe crearse un servidor de base de datos. En este caso, se ha utilizado el SGBD MySQL. Debe instalarse con:

- `sudo apt update && sudo apt install mysql-server`

```
⚠ No es seguro | https://pro.ausiasmarch.es:51501/?console=lxc&xtermjs=1&vmid=3334&vmname=Zabbix-DB1&node=HADES&cmd=  
root@zabbix-DB1:~# mysql --version  
mysql Ver 8.0.32-0ubuntu0.22.04.2 for Linux on x86_64 ((Ubuntu))  
root@zabbix-DB1:~#
```

Tras ello, como ya se explicó para MariaDB, tiene que proteger con:

- `sudo mysql_secure_installation`

Y, a continuación, se debe crear la base de datos de Zabbix y un usuario con permisos, como bien se justificó para wordpress.

- `mysql> create database zabbix character set utf8mb4 collate utf8mb4_bin;`
 - `mysql> create user zabbix@'%' identified by 'password';`
 - `mysql> grant all privileges on zabbix.* to zabbix@'%';`

- `mysql> set global log_bin_trust_function_creators = 1;`

Una vez realizado dicho paso, ya se puede importar el esquema de la BD de la herramienta:

- `zcat /usr/share/zabbix-sql-scripts/mysql/server.sql.gz | mysql --default-character-set=utf8mb4 -uzabbix -p zabbix`

Lo cual crearía todas las tablas y su correspondiente información:

```
mysql> show tables;
+-----+
| Tables_in_zabbix |
+-----+
| acknowledges      |
| action           |
| alerts           |
| auditlog         |
| autoreg_host     |
| changelog        |
| conditions       |
| config           |
| config_autoreg_tls |
| connectors       |
| connector_tag    |
| corr_condition   |
| corr_condition_group |
| corr_condition_tag |
| corr_condition_tagpair |
| corr_condition_tagvalue |
| corr_operation   |
| dashboards       |
| dashboard        |
| dashboard_page   |
| dashboard_user   |
| dashboard_usrgrp |
| diversion        |
| dictionaries     |
| dhosts           |
| drules           |
| dservices         |
| escalations      |
| event_recovery   |
| event_suppress   |
| event_system     |
| event_tag         |
| events            |
| expressions       |
| functions         |
| globalmacro      |
| globalvars        |
| graph_discovery  |
| graph_theme       |
| graphs            |
| group_items       |
| group_discovery  |
| group_prototype  |
| host              |
| history           |
| history_log       |
| history_uint      |
| history_text      |
| host_discovery    |
| host_inventory    |
+-----+
```

Y, por último, ya se puede devolver a la variable `log_bin_trust_function_creators` su valor por defecto:

- `mysql> set global log_bin_trust_function_creators = 0;`

B. Servidor de zabbix

En el servidor de zabbix se deben instalar los paquetes ‘zabbix server’, ‘zabbix-frontend’ y ‘zabbix-agent’.

Primero se añade el repositorio:

- `wget https://repo.zabbix.com/zabbix/6.4/ubuntu/pool/main/z/zabbix-release/zabbix-release_6.4-1+ubuntu22.04_all.deb`
- `sudo dpkg -i zabbix-release_6.4-1+ubuntu22.04_all.deb`

- *sudo apt update*

Y, a continuación, se instalan:

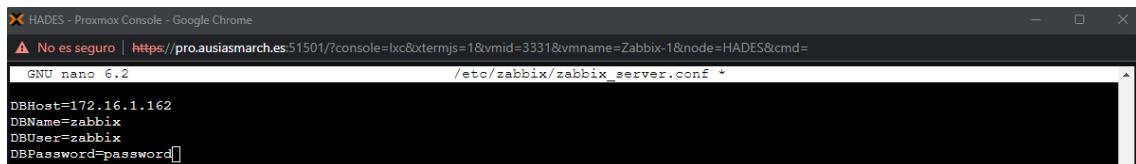
- *apt install apache2 zabbix-server-mysql zabbix-frontend-php zabbix-apache-conf zabbix-sql-scripts zabbix-agent*

También hay que instalar los siguientes paquetes PHP:

- *sudo apt install php php-pear php-cgi php-common libapache2-mod-php php-mbstring php-net-socket php-gd php-xml-util php-mysql php-bcmath -y*

Seguidamente, deben modificarse las líneas en el fichero de configuración principal '/etc/zabbix/zabbix_server.conf', para que se pueda establecer una comunicación con la base de datos.

- *DBHost=172.16.1.162* → Dirección del servidor de BD.
- *DBName=zabbix* → Nombre de la base de datos.
- *DBUser=zabbix* → Usuario con permisos.
- *DBPassword=password* → La contraseña del usuario.



```
GNU nano 6.2 /etc/zabbix/zabbix_server.conf *
DBHost=172.16.1.162
DBName=zabbix
DBUser=zabbix
DBPassword=password
```

Posteriormente, ya se puede continuar con la instalación desde el navegador.

En primer lugar, se selecciona el idioma, en el caso de no soportar el idioma deseado se ha de cambiar desde la línea de comandos. Más adelante se explicará cómo.



Acto seguido, el servidor realiza una serie de comprobaciones para comprobar que esté todo correcto y no haya incompatibilidades.

	Valor actual	Requerido	Estado
PHP version	8.1.2-1ubuntu2.11	7.4.0	OK
PHP option "memory_limit"	128M	128M	OK
PHP option "post_max_size"	16M	16M	OK
PHP option "upload_max_filesize"	2M	2M	OK
PHP option "max_execution_time"	300	300	OK
PHP option "max_input_time"	300	300	OK
PHP databases support	MySQL		OK
PHP bcmath	conectado		OK
PHP mbstring	conectado		OK
PHP option "mbstring.func_overload"	desconectado	desconectado	OK

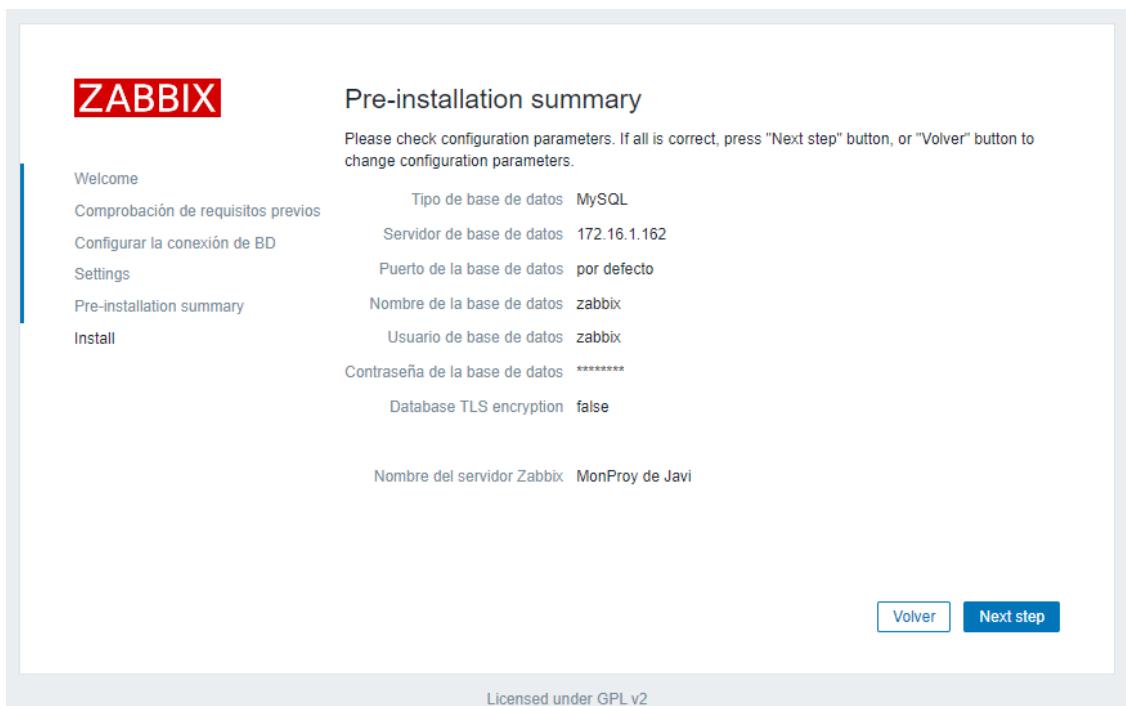
Luego, se debe conectar con la base de datos.

The screenshot shows the 'Configurar la conexión de BD' (Configure database connection) step of the Zabbix installation wizard. The title bar says 'ZABBIX'. The main area has the heading 'Configurar la conexión de BD' and a note: 'Please create database manually, and set the configuration parameters for connection to this database. Press "Next step" button when done.' On the left, a sidebar lists 'Welcome', 'Comprobación de requisitos previos', 'Configurar la conexión de BD', 'Settings', 'Pre-installation summary', and 'Install'. The main form fields are: 'Tipo de base de datos' (MySQL), 'Servidor de base de datos' (172.16.1.162), 'Puerto de la base de datos' (0), 'Nombre de la base de datos' (zabbix), 'Store credentials in' (Texto plano selected), 'Usuario' (zabbix), 'Contraseña' (redacted), and 'Database TLS encryption' (unchecked). At the bottom are 'Volver' and 'Next step' buttons, and a 'Licensed under GPL v2' footer.

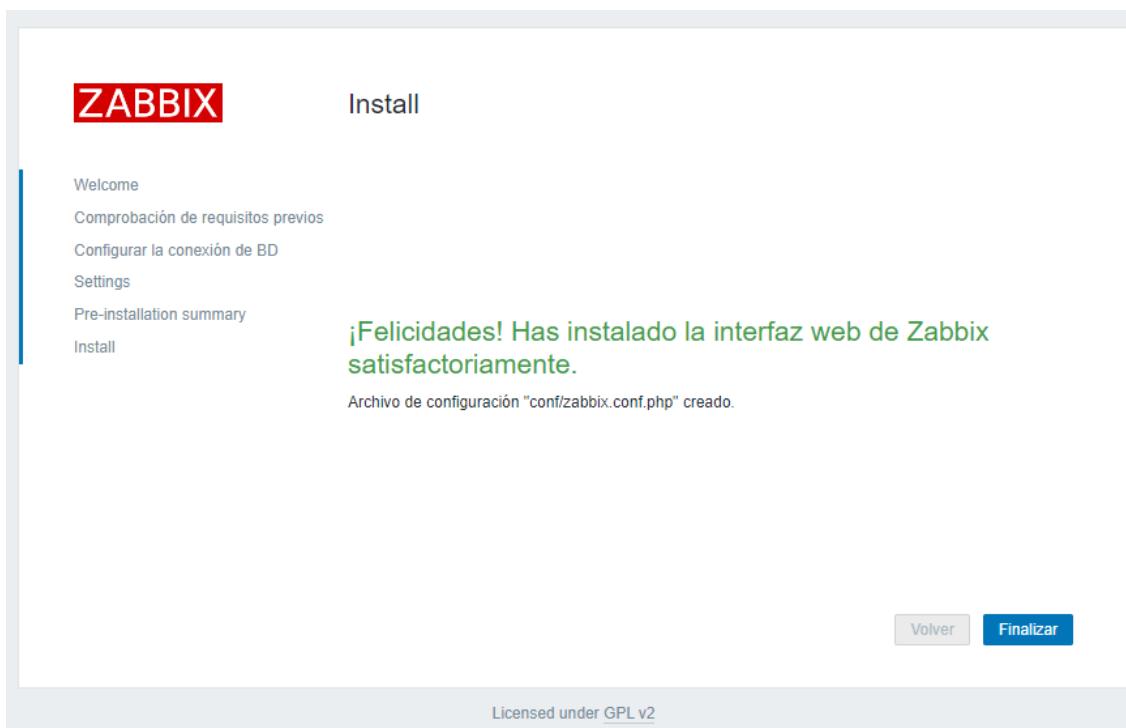
Por último, establecer el nombre que tendrá el servidor, la zona horaria y el tema de la interfaz.

The screenshot shows the 'Settings' step of the Zabbix installation wizard. The title bar says 'ZABBIX'. The main area has the heading 'Settings' and a note: 'Welcome', 'Comprobación de requisitos previos', 'Configurar la conexión de BD', 'Settings', 'Pre-installation summary', and 'Install'. The main form fields are: 'Nombre del servidor Zabbix' (MonProy de Javi), 'Default time zone' (UTC+02:00 Europe/Madrid), and 'Tema por defecto' (Azul). At the bottom are 'Volver' and 'Next step' buttons, and a 'Licensed under GPL v2' footer.

Hecho todo esto, aparecerá una ventana con un resumen de las opciones establecidas.



Una vez ha finalizado la instalación, mostrará el siguiente mensaje:



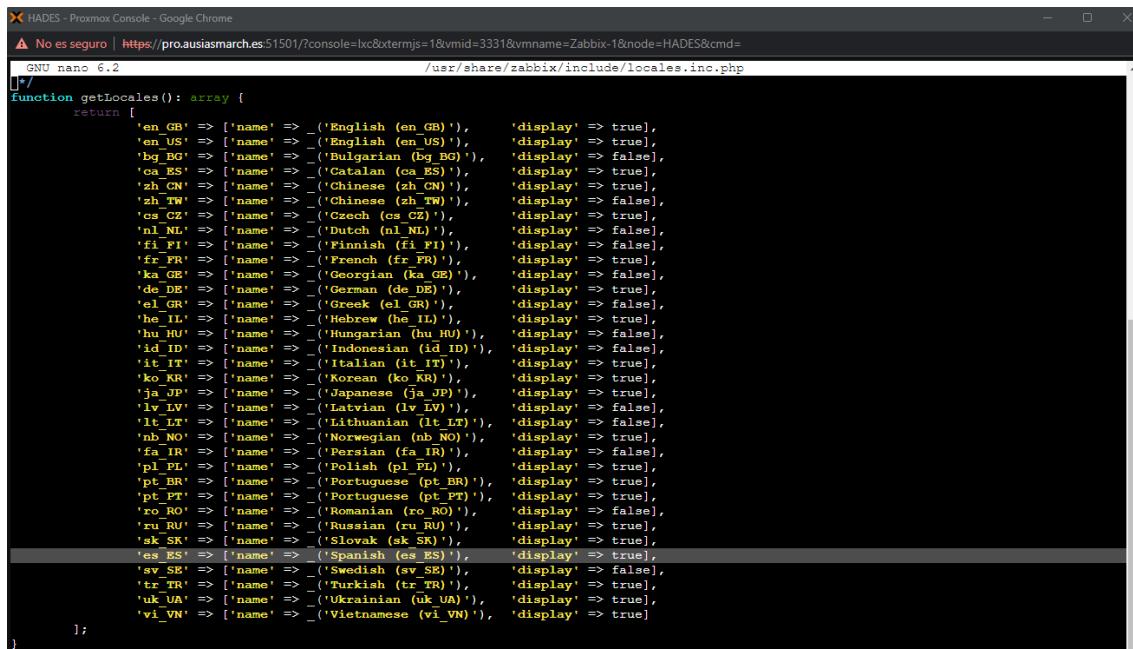
C. Idioma de la interfaz web

Por defecto, el tema de Zabbix está en inglés y, a veces, da problemas al cambiar el idioma. Para solucionarlo, se deben reconfigurar las opciones regionales y de idioma del sistema con el comando: `sudo dpkg-reconfigure locales`

Tras ello, hay que modificar el fichero

`'sudo nano /usr/share/zabbix/include/locales.inc.php'`

y establecer el idioma deseado con el valor ‘true’.



```

X HADES - Proxmox Console - Google Chrome
No es seguro | https://pro.ausiasmarch.es:51501/?console=lx&xtermjs=1&vmid=3331&vmname=Zabbix-1&node=HADES&cmd=
GNU nano 6.2                               /usr/share/zabbix/include/locales.inc.php
[+]
function getLocales(): array {
    return [
        'en_GB' => ['name' => __('English (en GB)'), 'display' => true],
        'en_US' => ['name' => __('English (en US)'), 'display' => true],
        'bg_BG' => ['name' => __('Bulgarian (bg BG)'), 'display' => false],
        'ca_ES' => ['name' => __('Catalan (ca ES)'), 'display' => true],
        'zh_CN' => ['name' => __('Chinese (zh CN)'), 'display' => true],
        'zh_TW' => ['name' => __('Chinese (zh TW)'), 'display' => false],
        'cs_CZ' => ['name' => __('Czech (cs CZ)'), 'display' => true],
        'nl_NL' => ['name' => __('Dutch (nl NL)'), 'display' => false],
        'fi_FI' => ['name' => __('Finnish (fi FI)'), 'display' => false],
        'fr_FR' => ['name' => __('French (fr FR)'), 'display' => true],
        'ka_GE' => ['name' => __('Georgian (ka GE)'), 'display' => false],
        'de_DE' => ['name' => __('German (de DE)'), 'display' => true],
        'el_GR' => ['name' => __('Greek (el GR)'), 'display' => false],
        'he_IL' => ['name' => __('Hebrew (he IL)'), 'display' => true],
        'hu_HU' => ['name' => __('Hungarian (hu HU)'), 'display' => false],
        'id_ID' => ['name' => __('Indonesian (id ID)'), 'display' => false],
        'it_IT' => ['name' => __('Italian (it IT)'), 'display' => true],
        'ko_KR' => ['name' => __('Korean (ko KR)'), 'display' => true],
        'ja_JP' => ['name' => __('Japanese (ja JP)'), 'display' => true],
        'lv_LV' => ['name' => __('Latvian (lv LV)'), 'display' => false],
        'lt_LT' => ['name' => __('Lithuanian (lt LT)'), 'display' => false],
        'nb_NO' => ['name' => __('Norwegian (nb NO)'), 'display' => true],
        'fa_IR' => ['name' => __('Persian (fa IR)'), 'display' => false],
        'pl_PL' => ['name' => __('Polish (pl PL)'), 'display' => true],
        'pt_BR' => ['name' => __('Portuguese (pt BR)'), 'display' => true],
        'pt_PT' => ['name' => __('Portuguese (pt PT)'), 'display' => true],
        'ro_RO' => ['name' => __('Romanian (ro RO)'), 'display' => false],
        'ru_RU' => ['name' => __('Russian (ru RU)'), 'display' => true],
        'sk_SK' => ['name' => __('Slovak (sk SK)'), 'display' => true],
        'es_ES' => ['name' => __('Spanish (es ES)'), 'display' => true],
        'sv_SE' => ['name' => __('Swedish (sv SE)'), 'display' => false],
        'tr_TR' => ['name' => __('Turkish (tr TR)'), 'display' => true],
        'uk_UA' => ['name' => __('Ukrainian (uk UA)'), 'display' => true],
        'vi_VN' => ['name' => __('Vietnamese (vi VN)'), 'display' => true]
    ];
}

```

Y, posteriormente, reiniciar el servicio apache2.

D. Clientes y agentes de zabbix

El agente de Zabbix es una herramienta que se instala en los dispositivos que se quiere monitorizar para recopilar información sobre su rendimiento y estado. Es capaz de recoger datos sobre recursos como el disco duro, la memoria, el procesador, entre otros.

Estos envían información al servidor de Zabbix para su análisis y procesamiento. Si se detecta algún problema o falla, el servidor envía alertas a los administradores. Los agentes de Zabbix están diseñados para consumir pocos recursos.

Además, su configuración se gestiona de forma centralizada en el servidor, lo que facilita su administración y asegura una configuración uniforme en todos los dispositivos monitoreados.

Los agentes se instalan con los comandos:

- `Wget https://repo.zabbix.com/zabbix/6.4/ubuntu/pool/main/z/zabbix-release/zabbix-release_6.4-1+ubuntu22.04_all.deb`
- `sudo dpkg -i zabbix-release_6.4-1+ubuntu22.04_all.deb`
- `sudo apt update && sudo apt install zabbix-agent`

Hecho esto, es importante habilitarlo en el arranque:

- `sudo systemctl enable zabbix-agent`

D.1. Tipo de monitorización

Los agentes son capaces de hacer dos tipos de verificaciones: pasivas (polling) y activas (trapping). En las verificaciones pasivas, el servidor solicita un valor al agente, el cual procesa la solicitud y se lo devuelve al servidor.

Por otro lado, en las verificaciones activas, el agente solicita al servidor una lista de verificaciones activas y envía periódicamente los resultados.

En las verificaciones pasivas, el servidor toma la iniciativa solicitando datos al agente, mientras que, en las verificaciones activas, el agente recupera la lista de verificaciones y envía los resultados de manera regular.

Esto permite que Zabbix realice verificaciones basadas en intervalos predefinidos o programe momentos específicos para sondear los elementos. En este caso, todos los agentes configurados son activos.

Existe una pequeña diferencia a la hora de configurarlo de un modo u otro.

La directiva ‘Hostname’ debe añadirse siempre, esta hace referencia al nombre de la máquina.

No obstante, la directiva que remite al servidor puede ser de dos formas:

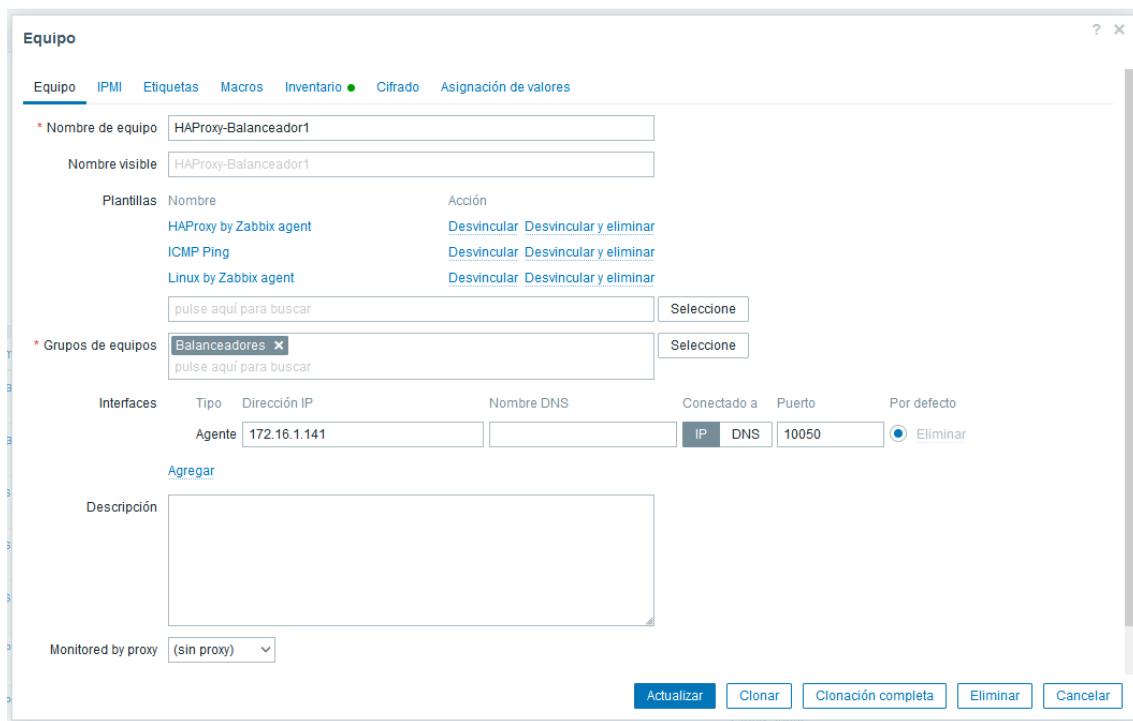
- *Monitorización pasiva:* ‘Server: <IP_Servidor_Zabbix>’
- *Monitorización activa:* ‘Server: IP’ + ‘ServerActive: <IP_Servidor_Zabbix>’

El modo implantado en el proyecto ha sido la monitorización activa. A continuación, se presenta un ejemplo con las tres y principales directivas modificadas:

```
GNU nano 6.2
/etc/zabbix/zabbix_agentd.conf *

Server=172.16.1.161
ServerActive=172.16.1.161
Hostname=HAProxy-Balanceador1
```

Para añadirlo al servidor de zabbix, y que lo empiece a monitorear, hay que dirigirse a ‘Data Collection’ > ‘Equipos’ e introducir la información que hace referencia al cliente (agente):



Llegada esta parte, aparece un nuevo concepto: ‘Plantillas’. Estas ofrecen un conjunto predefinido de configuraciones y elementos diseñados para simplificar el monitoreo de dispositivos y ciertas herramientas.

Se organizan en bloques para supervisar de manera sencilla un dispositivo o servicio en particular. Estos bloques de construcción incluyen elementos (items), disparadores (triggers), gráficos y otras configuraciones para obtener información.

Por otro lado, los ítems representan las métricas y parámetros que se desean monitorear en el dispositivo. Las métricas son indicadores de rendimiento, estadísticas operativas, niveles de uso, estados de servicio, entre otros.

En cuanto a los triggers, son reglas o condiciones predefinidas, las cuales generan alertas cuando se detectan eventos o condiciones no deseadas. Estos eventos pueden incluir errores, interrupciones del servicio, comportamientos inusuales u otros eventos importantes que requieran la atención inmediata del equipo de administración de la red.

Además, los gráficos en Zabbix permiten visualizar de manera intuitiva y comprensible los datos recopilados de los elementos.

Gracias a esto se simplifica significativamente el proceso de configuración y monitoreo de dispositivos específicos. Asimismo, desde la página oficial se pueden obtener una gran cantidad de plantillas compatibles con muchísimos servicios, las cuales son muy personalizables y, por lo tanto, brinda flexibilidad a la hora de adaptarlo a los entornos.

A modo de anotación, hay que añadir que cada equipo debe tener su correspondiente plantilla.

D.2. Plantilla de Redis Clúster

La plantilla de redis clúster debe descargarse del sitio oficial. El primer paso es importarla, para ello hay que dirigirse a ‘Data Collection’ > ‘Plantillas’. Y, una vez allí, crearla importando el fichero.

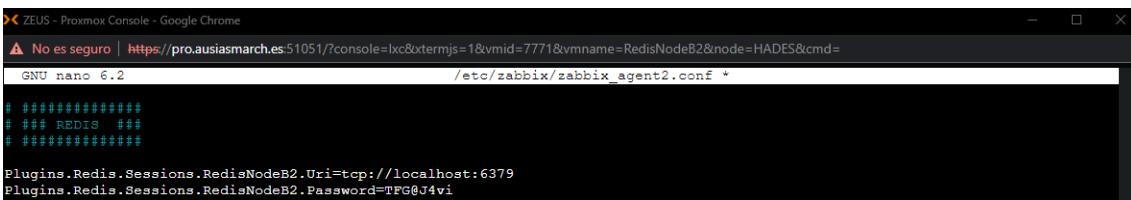
Cabe destacar que para poder utilizar esta plantilla hay que aplicar el agente 2, el cual se instala de forma similar al anterior. Se puede crear un script que ejecute todos los pasos seguidos, aunque para ello debe tener permisos de administrador:

```
- wget https://repo.zabbix.com/zabbix/6.4/ubuntu/pool/main/z/zabbix-release/zabbix-release_6.4-1+ubuntu22.04_all.deb  
&& dpkg -i zabbix-release_6.4-1+ubuntu22.04_all.deb && apt update && apt install zabbix-agent2 zabbix-agent2-plugin-*  
&& systemctl restart zabbix-agent2 && systemctl enable zabbix-agent2 && sudo nano /etc/zabbix/zabbix_agent2.conf
```

```
&& systemctl restart zabbix-agent2 && sudo systemctl
status zabbix-agent2
```

Una vez configurado el agente y la plantilla, ya se dispondría de todo para empezar a monitorear, sin embargo, los servidores redis están protegidos con contraseña, por lo que el servidor de zabbix no podrá comprobar los servicios de los nodos. Por ello, al final del fichero de configuración del agente (`/etc/zabbix/zabbix_agent2.conf`) se deben añadir las siguientes líneas:

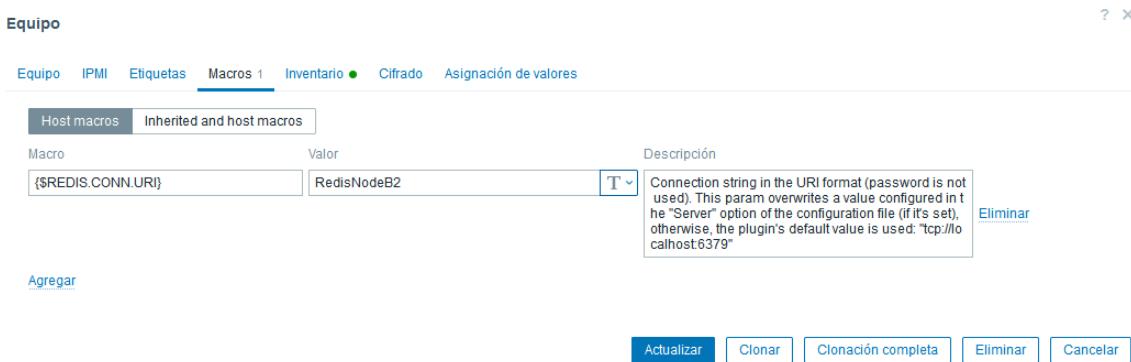
- `Plugins.Redis.Sessions.<Nombre_Servidor_Redis>.Uri=tcp://localhost:6379`
- `Plugins.Redis.Sessions.<Nombre_Servidor_Redis>.Password=<contraseña>`



```
GNU nano 6.2
/etc/zabbix/zabbix_agent2.conf *

# #####
# ## REDIS ##
# #####
Plugins.Redis.Sessions.RedisNodeB2.Uri=tcp://localhost:6379
Plugins.Redis.Sessions.RedisNodeB2.Password=TFG@J4vi
```

Por último, habría que agregar un ‘macro’ haciendo referencia al nombre del servidor introducido en las líneas anteriores.



Macro	Valor	Descripción
{\$REDIS.CONN.URI}	RedisNodeB2	<p>Connection string in the URI format (password is not used). This param overwrites a value configured in the "Server" option of the configuration file (if it's set), otherwise, the plugin's default value is used: "tcp://localhost:6379"</p>

[Agregar](#) [Actualizar](#) [Clonar](#) [Clonación completa](#) [Eliminar](#) [Cancelar](#)

Con esto, ya estaría el servidor de Zabbix listo para vigilar el clúster.

Monitores								
	Nombre	Iniciadores	Monitor	Intervalo	Histórico	Tendencias	Tipo	Estado
<input type="checkbox"/>	... Keyspace discovery: DB db0: Get Keyspace info: DB db0: Average TTL		redis.db.avg_ttl["db0"]	7d	365d		Elemento dependiente	Activado component.keys database:db0
<input type="checkbox"/>	... Keyspace discovery: DB db0: Get Keyspace info: DB db0: Expires		redis.db.expires["db0"]	7d	365d		Elemento dependiente	Activado component.keys database:db0
<input type="checkbox"/>	... Keyspace discovery: Redis: Get Keyspace info: DB db0: Get Keyspace info		redis.db.info_raw["db0"]	0			Elemento dependiente	Activado component.raw database:db0
<input type="checkbox"/>	... Keyspace discovery: DB db0: Get Keyspace info: DB db0: Keys		redis.db.keys["db0"]	7d	365d		Elemento dependiente	Activado component.keys database:db0
<input type="checkbox"/>	... Version 4+ metrics discovery: Redis: Get Stats info: Redis: Active defrag hits		redis.stats.active_defrag_hits[]	7d	365d		Elemento dependiente	Activado component.memory
<input type="checkbox"/>	... Version 4+ metrics discovery: Redis: Get Stats info: Redis: Active defrag key hits		redis.stats.active_defrag_key_hits[]	7d	365d		Elemento dependiente	Activado component.keys
<input type="checkbox"/>	... Version 4+ metrics discovery: Redis: Get Stats info: Redis: Active defrag key misses		redis.stats.active_defrag_key_misses[]	7d	365d		Elemento dependiente	Activado component.keys
<input type="checkbox"/>	... Version 4+ metrics discovery: Redis: Get Stats info: Redis: Active defrag misses		redis.stats.active_defrag_misses[]	7d	365d		Elemento dependiente	Activado component.memory
<input type="checkbox"/>	... Version 4+ metrics discovery: Redis: Get Memory info: Redis: Active defrag running		redis.memory.active_defrag_running[]	7d	365d		Elemento dependiente	Activado component.memory
<input type="checkbox"/>	... Version 5+ metrics discovery: Redis: Get Memory info: Redis: Allocator active		redis.memoryallocator_active[]	7d	365d		Elemento dependiente	Activado component.memory
<input type="checkbox"/>	... Version 5+ metrics discovery: Redis: Get Memory info: Redis: Allocator allocated		redis.memoryallocator_allocated[]	7d	365d		Elemento dependiente	Activado component.memory
<input type="checkbox"/>	... Version 5+ metrics discovery: Redis: Get Memory info: Redis: Allocator fragmentation bytes		redis.memoryallocator_frag_bytes[]	7d	365d		Elemento dependiente	Activado component.memory
<input type="checkbox"/>	... Version 5+ metrics discovery: Redis: Get Memory info: Redis: Allocator fragmentation ratio		redis.memoryallocator_frag_ratio[]	7d	365d		Elemento dependiente	Activado component.memory
<input type="checkbox"/>	... Version 5+ metrics discovery: Redis: Get Memory info: Redis:		redis.memoryallocator_resident[]	7d	365d		Elemento	Activado component.memory

D.3. Plantilla de MariaDB Galera Clúster

Para monitorizar el clúster de MariaDB Galera se ha recorrido a una solución externa, ya que en la web oficial no proponen ninguna solución. No se trata de verificar el estado de MariaDB, sino del cluster de Galera y sus operaciones.

Para ello, se ha recurrido a una [solución del autor MogiePete](#). Los requisitos mínimos son:

- Tener mínimo la versión de zabbix 3.2.
- El cluster de galera instalado y activo.
- Tener un usuario con permisos sobre WSREP.

Lo primero que se debe hacer es descargar el fichero '[userparameter_galera.conf](#)' y ubicarlo en: `/etc/zabbix/zabbix_agentd.d/`

Tras ello, ya se puede importar la plantilla '[App-Galera Cluster](#)' de la misma forma que se realizó en el apartado anterior.

Ahora, debe configurarse un usuario con permisos. En este sentido, lo creamos y se los asignamos:

- `CREATE USER 'zbx_monitor'@'%' IDENTIFIED BY '<password>';`
- `GRANT REPLICATION CLIENT,PROCESS,SHOW DATABASES,SHOW VIEW ON *.* TO 'zbx_monitor'@'%';`

A continuación, se crea el directorio '/var/lib/zabbix', y dentro el fichero '.my.cnf'. El contenido debe hacer referencia al usuario y la contraseña configurada anteriormente:

```
GNU nano 6.2
/var/lib/zabbix/.my.cnf
[client]
user='zbx_monitor'
password='TFG@J4vi'
```

Para comprobar que todo está funcionando como es debido se pueden ejecutar estos dos comandos:

- `zabbix_agentd -t "galera.cluster_size"`
- `zabbix_agentd -t "galera.cluster_status"`

```
root@MDB12:~# zabbix_agentd -t "galera.cluster_size" #size del cluster
galera.cluster_size
[t|15]
root@MDB12:~#
root@MDB12:~# zabbix_agentd -t "galera.cluster_status" #estado del nodo
galera.cluster_status
[t|Primary]
root@MDB12:~#
```

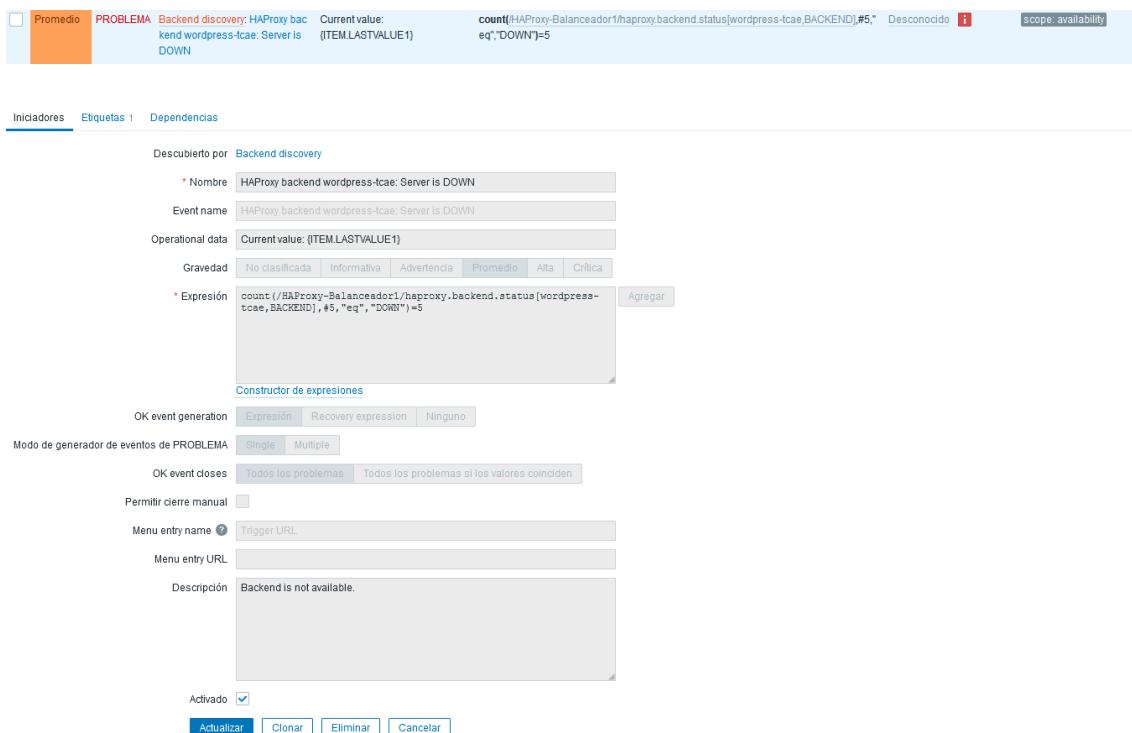
Con esto ya se empezaría a monitorear el cluster:

Iniciadores							
	Gravedad	Valor	Nombre	Operational data	Expresión	Estado	
	Promedio	OK	Mounted filesystem discovery: / Disk space is critically low	Space used: ({ITEM.LASTVALUE3} of {ITEM.LASTVALUE2}) / ({ITEM.LASTVALUE1})	last({MDB12vfs.fs.dependent.size[{.used}]})>\${VFS.FS.PUSED.MAX.CRIT?}" and ((last({MDB12vfs.fs.dependent.size[.total]})-last({MDB12vfs.fs.dependent.size[.used]}))<\${VFS.FS.FREE.MIN.CRIT?}") or timeleft({MDB12vfs.fs.dependent.size[.used]},{.th},100)<1d)	Activado	
	Advertencia	OK	Mounted filesystem discovery: / Disk space is low	Space used: ({ITEM.LASTVALUE3} of {ITEM.LASTVALUE2}) / ({ITEM.LASTVALUE1})	last({MDB12vfs.fs.dependent.size[{.used}]})>\${VFS.FS.PUSED.MAX.WARN?}" and ((last({MDB12vfs.fs.dependent.size[.total]})-last({MDB12vfs.fs.dependent.size[.used]}))<\${VFS.FS.FREE.MIN.WARN?}") or timeleft({MDB12vfs.fs.dependent.size[.used]},{.th},100)<1d)	Activado	
	Promedio	OK	Mounted filesystem discovery: / Fisystem became read-only	Problema: last({MDB12vfs.fs.dependent[.readonly]})#2=0 and last({MDB12vfs.fs.dependent[.readonly]})#1=1	Activado	scope_availability scope_capacity	
	Informativa	OK	Linux by Zabbix agent: /etc/pas swd has been changed	Depende de: MDB12-ZEUS: Operating system description has changed	Recuperar: last({MDB12vfs.fs.dependent[.readonly]})#0	Activado	scope_availability scope_performance
	Informativa	OK	Linux by Zabbix agent: /etc/pas swd has been changed	Depende de: MDB12-ZEUS: System name has changed	last({MDB12vfs.file_cksum[/etc/paswrd.sha256]}#1)=>last({MDB12vfs.file_cksum[/etc/paswrd.sha256]}#2)	Activado	scope_security
	Informativa	OK	Linux by Zabbix agent: Configured max number of open files is too low	Depende de: MDB12-ZEUS: Getting closer to process limit	last({MDB12kernel.maxfiles})<\${KERNEL.MAXFILES.MIN}	Activado	scope_performance
	Informativa	OK	Linux by Zabbix agent: Configured max number of processes is too low	Depende de: MDB12-ZEUS: Getting closer to process limit	last({MDB12kernel.maxproc})<\${KERNEL.MAXPROC.MIN}	Activado	scope_performance
	Alta	OK	Template App Galera Cluster: Galera Cluster members problems		last({MDB12galera_cluster_size})<2	Activado	

D.4. Plantilla de HAProxy

La plantilla de HAProxy no es necesario importarla, ya que por defecto viene incrustada en el servidor de Zabbix. Se ha utilizado para dar seguimiento tanto a los balanceadores de apache2 como a los de las bases de datos.

Una opción interesante que destacar es que no solo detecta si funcionan los servidores de HAProxy, sino que también localiza si los servidores backend están disponibles para equilibrar peticiones. Esto lo hace con el siguiente indicador:



D.5. Plantilla de GlusterFS

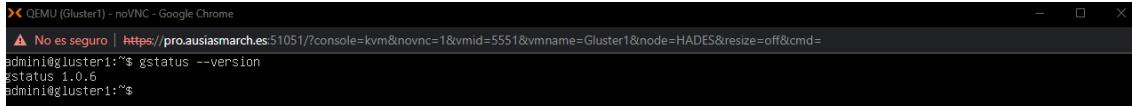
Para este caso de uso sí que se puede utilizar la plantilla ofrecida en la página web oficial, no obstante, para poder implantarla hay que hacer más procedimientos que en las anteriores.

Lo primero, como siempre, es configurar los agentes. Tras ello, importar la plantilla y asignarla a los nodos correspondientes.

Seguidamente, instalar la herramienta gstatus, la cual es una utilidad de línea de comandos para informar sobre el estado y las estadísticas del clúster GlusterFS.

Para instalarla, el modo sencillo, es hacerlo con el siguiente comando:

- curl -fsSL
`https://github.com/gluster/gstatus/releases/latest/download/install.sh | sudo bash -x`



```
QEMU (Gluster1) - noVNC - Google Chrome
⚠ No es seguro | https://pro.ausiasmarch.es:51051/?console=kvm&novnc=1&vmid=5551&vmname=Gluster1&node=HADES&resize=off&cmd=
admin@gluster1:~$ gstatus --version
gstatus 1.0.6
admin@gluster1:~$
```

Una vez instalada, se debe hacer ejecutable el script '[gstatus_discovery.py](#)', y ubicarlo en: '/usr/local/bin/'.

Después, debe modificarse el fichero '/etc/sudoers' y añadir la siguiente línea:

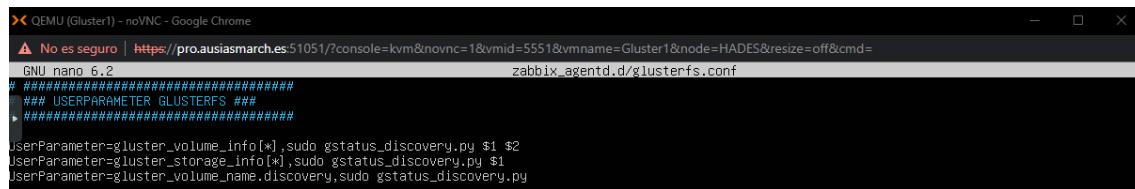
- zabbix ALL=(ALL) NOPASSWD: gstatus_discovery.py

Esta línea especifica que el usuario zabbix puede utilizar los comandos de 'gstatus_discovery.py' sin necesidad de requerir una contraseña.



```
QEMU (Gluster1) - noVNC - Google Chrome
⚠ No es seguro | https://pro.ausiasmarch.es:51051/?console=kvm&novnc=1&vmid=5551&vmname=Gluster1&node=HADES&resize=off&cmd=
root@gluster1:/home/admin# cat /etc/sudoers | grep gstatus
zabbix ALL=(ALL) NOPASSWD: /usr/bin/gstatus_discovery.py
root@gluster1:/home/admin#
```

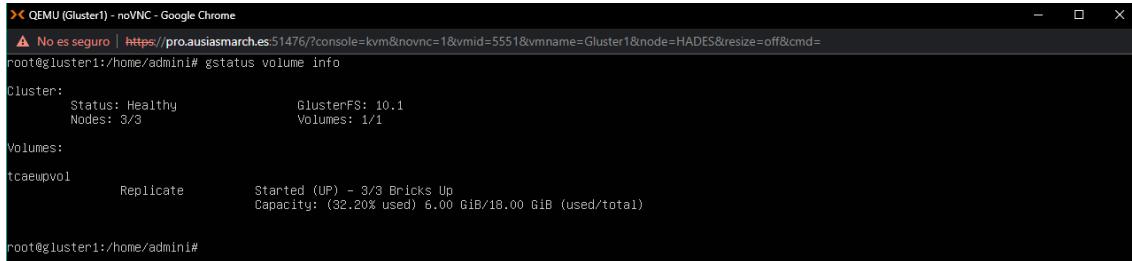
A continuación, se tiene que crear un fichero en '/etc/zabbix/zabbix_agent.d/', al cual se le puede nombrar como se desee, en este caso 'glusterfs.conf'. Dentro se deben añadir tres líneas:



```
QEMU (Gluster1) - noVNC - Google Chrome
⚠ No es seguro | https://pro.ausiasmarch.es:51051/?console=kvm&novnc=1&vmid=5551&vmname=Gluster1&node=HADES&resize=off&cmd=
GNU nano 6.2
# ##### USERPARAMETER GLUSTERFS #####
## USERPARAMETER GLUSTERFS ##
UserParameter=gluster_volume_info[*],sudo gstatus_discovery.py $1 $2
UserParameter=gluster_storage_info[*],sudo gstatus_discovery.py $1
UserParameter=gluster_volume_name,sudo gstatus_discovery.py
```

Los 'UserParameter' permiten definir comandos para recopilar datos y métricas de los sistemas, por lo que, con esa configuración, se le está indicando que ejecute comandos de 'gstatus' y los envíe al servidor.

Para saber si esta todo perfecto, se puede ejecutar una de las órdenes de la captura anterior con gstatus:



```
QEMU (Gluster1) - noVNC - Google Chrome
⚠ No es seguro | https://pro.ausiasmarch.es:51476/?console=kvm&novnc=1&vmid=5551&vmname=Gluster1&node=HADES&resize=off&cmd=
root@gluster1:/home/admin# gstatus volume info
Cluster:
  Status: Healthy
  Nodes: 3/3
  GlusterFS: 10.1
  Volumes: 1/1

Volumes:
  tcaeupvol
    Replicate
    Started (UP) - 3/3 Bricks Up
    Capacity: (32.20% used) 6.00 GiB/18.00 GiB (used/total)

root@gluster1:/home/admin#
```

Una vez hecho todo esto, ya se estaría monitoreando el clúster de GlusterFS.



D.6. Plantilla de apache2

Como la de HAProxy, la plantilla de apache2 ya viene preestablecida en el sistema de zabbix. Por tanto, solo hay que establecerla a los equipos que se quiere vigilar, ya que no requiere de ninguna configuración adicional.

The screenshot shows the "Reglas de descubrimiento" (Discovery Rules) screen. At the top, there are search and filter fields. Below, there are sections for "Template groups" and "Plantillas". The "Plantillas" section shows a list with one item: "Apache by Zabbix agent". The table below lists discovered items:

Plantilla	Nombre	Monitores	Iniciadores	Gráficos	Equipos	Monitor	Intervalo	Tipo	Estado
Apache by Zabbix agent	Apache: Get processes summary: Apache process discovery	Item prototypes 6	Trigger prototypes 4	Prototipos de gráficos 1	Prototipos de equipo	apache.proc.discovery		Elemento dependiente	Activado
Apache by Zabbix agent	Apache: Get status: Event MPM discovery	Item prototypes 6	Trigger prototypes	Prototipos de gráficos 2	Prototipos de equipo	apache.mpm.event.disco		Elemento dependiente	Activado

At the bottom, it says "Mostrando 2 de 2 encontrados".

D.7. Monitorización de DocumentRoot en el VirtualHost de apache2

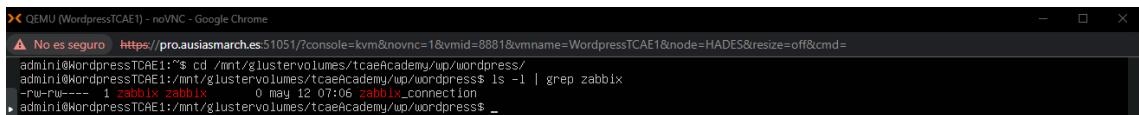
Es importante verificar que el disco de GlusterFS esté montado y, por lo tanto, que la ruta que el 'DocumentRoot' del VirtualHost lee sea accesible.

En otras palabras, si el volumen de almacenamiento está montado quiere decir que la ruta de '/mnt/glustervolumes/tcaeAcademy/wp/wordpress/' existe y está disponible.

Para comprobar que esto es cierto se ha creado un monitor e indicador propio para cada servidor de apache2 (wordpress). Se le ha denominado 'tcaewpvol_zabbix-connection'.

Para llevarlo a cabo, lo primero que se debe hacer es crear un fichero dentro de la ruta antes mencionada. El fichero que se ha creado se llama ‘zabbix_connection’ y sobre este archivo debe tener permisos el usuario del agente de zabbix, denominado ‘zabbix’.

De modo que, debe hacerse al usuario propietario con chown y ponerle permisos solo a este.



```

QEMU (WordpressTCAE1) - noVNC - Google Chrome
⚠ No es seguro https://pro.ausiasmarch.es:51051?console=kvm&novnc=1&vmid=8881&vmname=WordpressTCAE1&node=HADES&resize=off&cmd=
admin1@WordpressTCAE1:/mnt/glustervolumes/tcaeAcademy/wp/wordpress$ cd /mnt/glustervolumes/tcaeAcademy/wp/wordpress/
admin1@WordpressTCAE1:/mnt/glustervolumes/tcaeAcademy/wp/wordpress$ ls -l | grep zabbix
-rw-rw---- 1 zabbix zabbix 0 may 12 07:06 zabbix_connection
> admin1@WordpressTCAE1:/mnt/glustervolumes/tcaeAcademy/wp/wordpress$ -

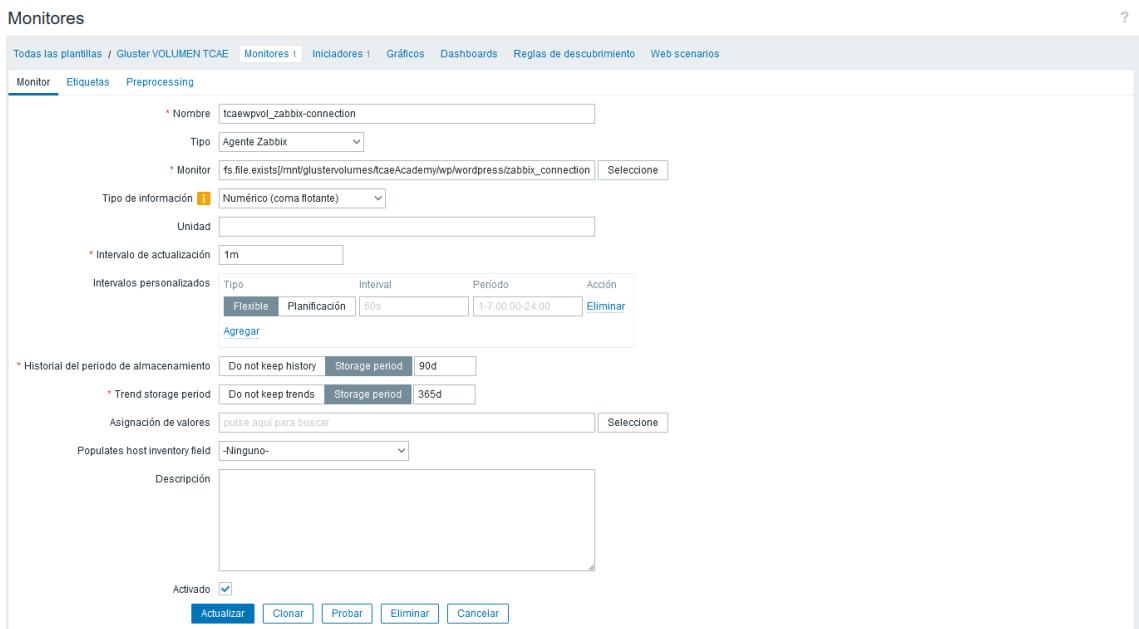
```

A continuación, se crea un monitor:

	Nombre	Iniciadores	Monitor	Intervalo	Histórico	Tendencias	Tipo	Estado	Etiquetas
	*** tcae_pv_zabbix_connection	Iniciadores 1	vfs.file.exists[/mnt/glustervolumes/tcaeAcademy/wp/wordpress/zabbix_connection]	1m	90d	365d	Agente Zabbix	Activado	

Mostrando 1 de 1 encontrados

Este se llama: vfs.file.exists, el cual verifica la existencia de un archivo. Si el comando devuelve 0, no se encuentra; mientras que, si devuelve 1, indica que sí que existe. Cada 1 minuto la tarea se ejecuta.



The screenshot shows the 'Monitores' (Monitors) configuration page in Zabbix. A new monitor is being created with the following details:

- Nombre:** tcae_pv_zabbix_connection
- Tipo:** Agente Zabbix
- Monitor:** vfs.file.exists[/mnt/glustervolumes/tcaeAcademy/wp/wordpress/zabbix_connection]
- Tipo de información:** Numérico (coma flotante)
- Intervalo:** 1m
- Intervales personalizados:** Includes a flexible planification with a step of 50s from 1-7:00:00-24:00.
- Historial del periodo de almacenamiento:** Storage period 90d
- Trend storage period:** Storage period 365d
- Asignación de valores:** Pulse aquí para buscar
- Populates host inventory field:** Ninguno
- Descripción:** (empty)
- Activado:** checked

Esto debe unirse a un indicador para comprobar el valor devuelto y se lleva a cabo mediante la instrucción:

- `avg(/Gluster VOLUMEN TCAE/vfs.file.exists[/mnt/glustervolumes/tcaeAcademy/wp/wordpress/zabbix_connection],1)=0`

La orden anterior se encarga de calcular el promedio del valor obtenido, el cual es 0 o 1, por lo tanto, la media solo tendrá estos dos valores. Si el valor obtenido es 0 se notificará al usuario y se establecerá que el problema es de gran gravedad, ya que si no existe el volúmen (fichero), la web no se podrá servir.

Cabe añadir que el '1' del final, después de la ruta dentro de los corchetes, especifica el intervalo de tiempo en una unidad.

Si se ejecuta de prueba para obtener el valor, y existe, será 1. Se puede observar en el siguiente resultado ejecutado en el nodo 172.16.1.111:

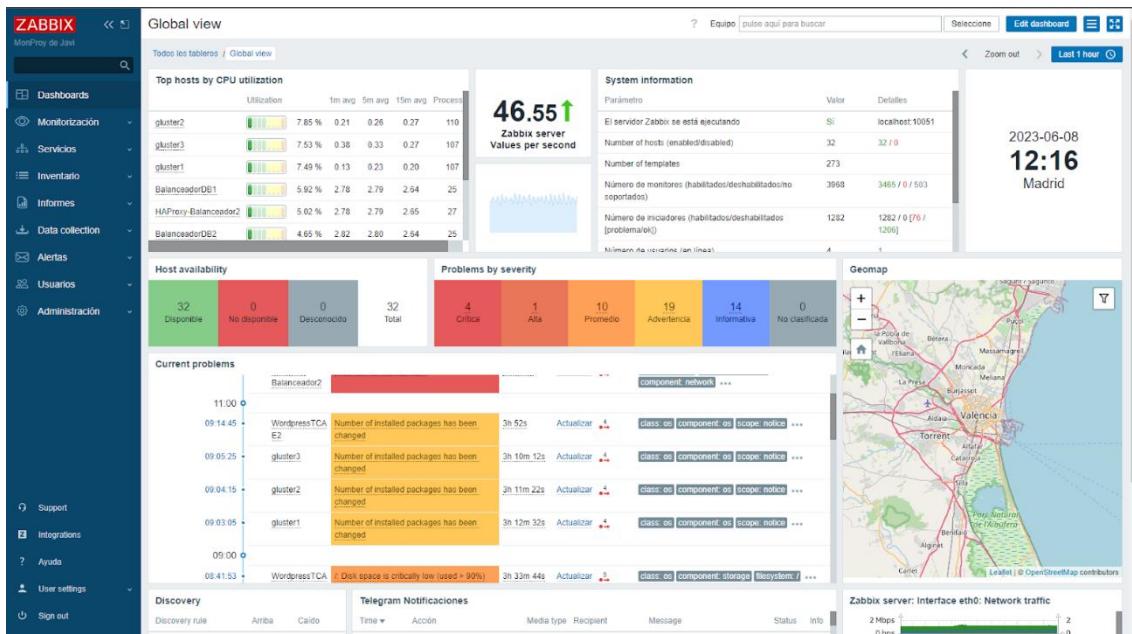


E. Dashboard

Consiste en una sección que proporciona una vista general y personalizada de la información de monitoreo.

Esta parte visual ayuda a reconocer de forma rápida y precisa los errores detectados.

Sobre todo, en la parte de 'Problems by severity'.



F. Severidad de los disparadores

Los problemas se pueden dividir en varias categorías:

- **Crítica:** Se refiere a cuestiones de máxima importancia y urgencia, las cuales representan situaciones críticas que requieren una atención inmediata.
- **Alta:** Indica aspectos importantes que deben abordarse pronto. Aunque no son tan críticos como los problemas de severidad "Crítica", aún requieren una atención rápida y eficiente para evitar posibles interrupciones significativas del servicio.
- **Promedio:** Se refiere a asuntos de severidad moderada que pueden afectar el funcionamiento normal del sistema, pero no son considerados urgentes.
- **Advertencia:** Representa situaciones que merecen atención y pueden requerir correcciones o acciones preventivas.

- **Informativa:** Proporciona información útil pero no indica problemas o condiciones anormales. Estas notificaciones son de carácter informativo y pueden servir para monitorear el rendimiento, el uso de recursos u otros aspectos relevantes del sistema.
- **No clasificada:** Indica que los fallos no han sido asignados a una categoría específica de severidad.

G. Envío de alertas a Telegram para rápida intervención

Tras un error, Zabbix puede enviar notificaciones a los administradores. Esto es de gran ayuda, ya que puede facilitar la localización rápida de los problemas y, de esta forma, intervenir lo antes posible para recuperar el servicio.

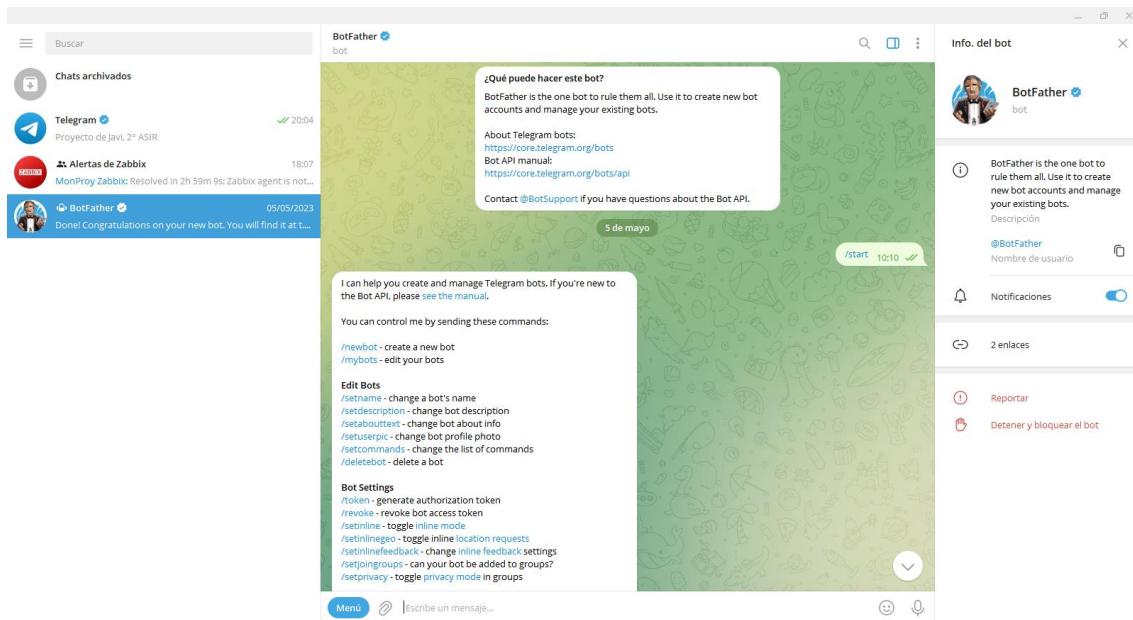
El servidor cuenta con un total de 39 plataformas, a las cuales se pueden enviar notificaciones.

Además, las alertas pueden ser enviadas en base a su gravedad, de manera que, por ejemplo, se podría configurar que las de gravedad baja se envíen al correo y las de gravedad media o alta a cualquier otra plataforma más personal para poder identificar antes el problema y actuar más rápido.

En este caso se ha configurado Telegram, ya que consiste en una plataforma de mensajería segura y las notificaciones llegan de forma automática y sin retardo.

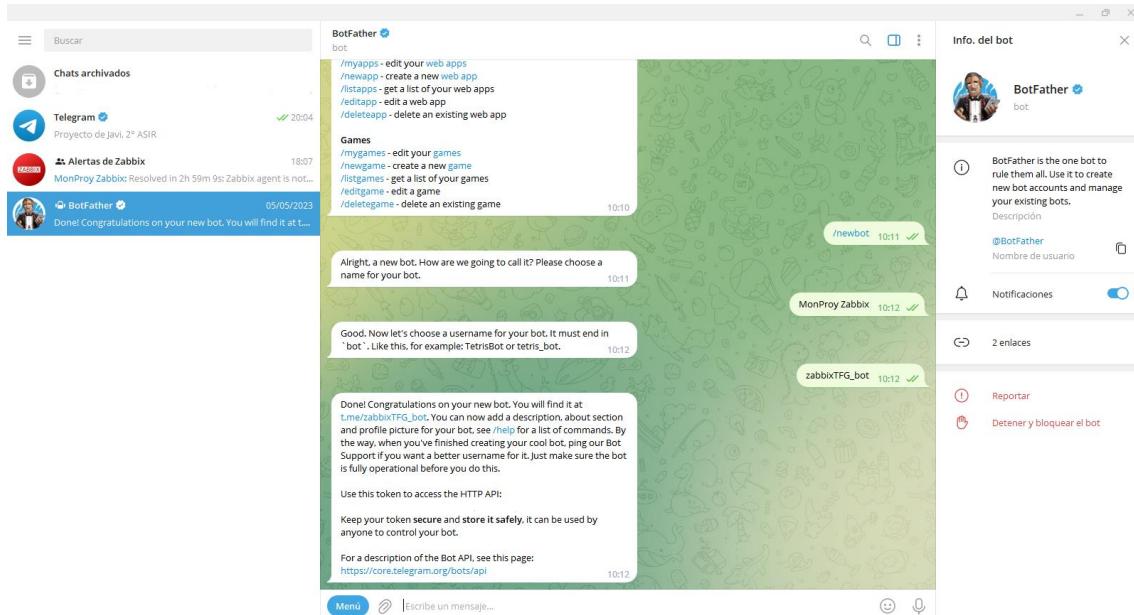
Para llevar a cabo estos procedimientos, lo primero que debe realizarse es crear un bot de chat. A partir de este, se obtendrá el nombre de usuario, el token.

Se puede crear una con la ayuda del padre bot (BotFather), por lo que se deberá buscar en la aplicación y empezar con el comando '/start'.



Tras ello, se introduce la orden ‘newbot’ para crear uno nuevo. Seguidamente, pedirá introducir un nombre para el bot y, a continuación, el nombre de usuario, el cual será identificativo para recordarlo.

Una vez presentado el usuario, se generará un token. Es importante no revelarlo, porque cualquiera que disponga de él podría utilizarlo.



Por otro lado, el token se debe introducir en la configuración de Telegram de Zabbix. No obstante, antes deben activarse las alertas del software. Ello se hace en ‘Alertas’ > ‘Tipos de medios’ y se activa la opción.



Una vez realizado, se entra para configurarlo y se pega el token. También, se crea un grupo con el nuevo bot y con el administrador o administradores. Para crearlo, simplemente hay que buscarlo, en este caso se llama 'zabbixTFG_bot'.



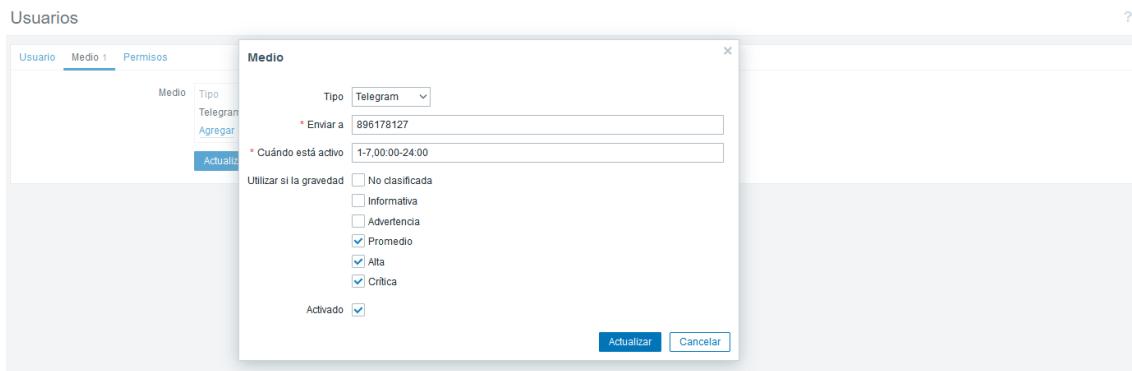
Y, una vez llevado a cabo lo anterior, se inserta la instrucción '/start'. Cabe añadir, que cuando el grupo es creado en la URL del navegador habrá una secuencia de números, la cual es la identificación del chat, es decir, a donde lo tiene que enviar.

De modo que queda de la siguiente manera:

Para comprobar si está en funcionamiento se puede hacer una prueba y ver si se ha realizado correctamente el proceso. Si ha sido así enviará el siguiente código.

Además, hay que configurar al usuario para que notifique las alertas. Hay que dirigirse hacia ‘Usuarios’ > ‘Usuarios’, y allí seleccionar el usuario con el que se enviarán alertas, en este caso el usuario ‘Admin’. En el cual se añadirá un ‘Medio’.

El tipo será ‘Telegram’ y se desea que lo envíe a la secuencia de números proporcionada por el chat. Asimismo, se puede seleccionar la gravedad de los problemas que se quiere enviar, en este caso es ‘Promedio’, ‘Alta’, ‘Crítica’, que son las tres más importantes.



Por último, se deben configurar las acciones de los triggers para que los pasos previos se lleven a cabo. Se hace en ‘Alertas’ > ‘Acciones’ > ‘Trigger Actions’.

Nombre	Condiciones	Operaciones	Estado
Report problems to Zabbix administrators (problemas graves)		Send message to user groups: Zabbix administrators via all media Send message to users: Admin (Zabbix Administrator) via Telegram Send message to user groups: Zabbix administrators via Telegram	Activado

Allí se selecciona para que envíe las notificaciones de los problemas a el grupo y usuario administrador, a través de Telegram.

The screenshot shows the 'Operaciones' (Operations) section of the Zabbix interface. It includes tabs for 'Operaciones' (Operations), 'Recovery operations' (Recovery operations), and 'Update operations' (Update operations). Under 'Operaciones', there is a table with two rows:

Pasos	Detalles	Start in	Duración	Acción
1	Send message to user groups: Zabbix administrators via all media	Immediately	Por defecto	Editar Eliminar
1	Send message to users: Admin (Zabbix Administrator) via Telegram Send message to user groups: Zabbix administrators via Telegram	Immediately	Por defecto	Editar Eliminar

Below the table are buttons for 'Agregar' (Add) and 'Recover operations' (Recovery operations). There are also checkboxes for 'Pause operations for symptom problems', 'Pause operations for suppressed problems', and 'Notify about canceled escalations'. A note at the bottom states: '* Al menos debe existir una operación.' (At least one operation must exist.) At the bottom right are buttons for 'Actualizar' (Update), 'Clonar' (Clone), 'Eliminar' (Delete), and 'Cancelar' (Cancel).

De esta manera, cuando ocurra un problema se notificará a los usuarios a través del grupo.

A modo de ejemplo, se muestran los problemas notificados mientras se hacían las pruebas:

The screenshot shows a Telegram group chat titled 'Alertas de Zabbix'. The messages are as follows:

- MonProg Zabbix: Resolved in 5h 42m 39s: HAProxy: Service is down. Problem has been resolved in 5h 42m 39s at 17:38:00 on 2023.05.05. Host: BalanceadorDB2 Severity: Average Original problem ID: 162
- MonProg Zabbix: Problem: HAProxy: Service is down. Problem started at 17:41:21 on 2023.05.05. Problem name: HAProxy: Service is down. Host: BalanceadorDB2 Severity: Disaster Operational data: Down (0) Original problem ID: 205
- MonProg Zabbix: Resolved in 11m 59s: HAProxy: Service is down. Problem has been resolved in 11m 59s at 17:53:20 on 2023.05.05. Problem name: HAProxy: Service is down. Host: BalanceadorDB2 Severity: Disaster Operational data: Down (0) Original problem ID: 207

The right sidebar shows 'Info. del grupo' (Group info) with 2 members, notifications turned on, 1 link, 2 members, and JF as the owner.

El problema con ID 205 se refiere a que el balanceador 'BalanceadorDB2' estaba caído. Se originó a las 17:41 el día 05-05-2023 y se clasificó como problema es muy grave (disaster).

Ese error tardó 11 minutos con 59 segundos en ser resuelto.

14. PRUEBAS

Una vez la infraestructura se encuentra montada de forma consistente trabajando unificada con las tecnologías implantadas para un único fin, es necesario realizar pruebas y simular fallos que pueden ocurrir en producción, para así comprobar que el servicio es ‘indestructible’.

14.1. Fallo de 1 servidor GlusterFS

La primera prueba consiste en detener uno de los nodos del clúster de almacenamiento distribuido que son los que contienen los datos, la carpeta, de wordpress.

Tanto si se detiene como si ocurre un fallo de red en la máquina, el nodo se declarará como caído, ya que los demás miembros del clúster no lo detectan. Esto es debido al quórum.

El servidor que se va a detener es ‘Gluster1’, desde los demás se comprobará el funcionamiento.

Antes de detenerlo, se puede comprobar que todos están conectados:

```
QEMU (Gluster3) - noVNC - Google Chrome
No es seguro | https://pro.ausiasmarch.es:51051/?console=kvm&novnc=1&vmid=5553&vmname=Gluster3&node=HADES&resize=off&cmd=
root@gluster3:/home/admin# gluster peer status
Number of Peers: 2
  ▶ sname: gluster2
    id: 5a896619-feb3-4cfe-a6d8-ab2c497eac7b
    state: Peer in Cluster (Connected)
  Hostname: gluster1
  Uuid: 7c0bb83d0-a957-4bb2-b1c1-c7870ca0d86b
  State: Peer in Cluster (Connected)
root@gluster3:/home/admin#
```

Tras pararlo, el estado de Gluster1 cambia a ‘Disconnected’.

Type ↑	Description
qemu	5551 (Gluster1)
qemu	5552 (Gluster2)
qemu	5553 (Gluster3)

```
QEMU (Gluster3) - noVNC - Google Chrome
No es seguro | https://pro.ausiasmarch.es:51051/?console=kvm&novnc=1&vmid=5553&vmname=Gluster3&node=HADES&resize=off&cmd=
root@gluster3:/home/admin# gluster peer status
Number of Peers: 2
  ▶ sname: gluster2
    id: 5a896619-feb3-4cfe-a6d8-ab2c497eac7b
    state: Peer in Cluster (Connected)
  Hostname: gluster1
  Uuid: 7c0bb83d0-a957-4bb2-b1c1-c7870ca0d86b
  State: Peer in Cluster (Disconnected)
root@gluster3:/home/admin#
```

Pero, se puede observar que el servicio sigue cumpliendo el objetivo, continúa funcionando:

```

QEMU (Gluster3) - noVNC - Google Chrome
No es seguro | https://pro.ausiasmarch.es:51051/?console=kvm&novnc=1&vmid=5553&vmname=Gluster3&node=HADES&resize=off&cmd=
root@gluster3:/home/admin# systemctl status glusterd
● glusterd.service - GlusterFS, a clustered file-system server
   Loaded: loaded (/lib/systemd/system/glusterd.service; enabled; vendor preset: enabled)
   Active: active (running) since Fri 2023-06-09 15:55:57 UTC; 1 day 17h ago
     Docs: man:glusterd(8)
 Main PID: 666 (glusterd)
    Tasks: 52 (limit: 4572)
   Memory: 396.2M
      CPU: 15min 41.259s
     CGroup: /system.slice/glusterd.service
             ├─666 /usr/sbin/glusterd -p /var/run/glusterd.pid --log-level INFO
             └─798 /usr/sbin/glusterfs -s gluster3 --volfile-id tcaeupvol.glusterVolumes-tcaeAcademy-upData -p /var/run/gluster/vols/
               └─810 /usr/sbin/glusterfs -s localhost --volfile-id shd/tcaeupvol -p /var/run/gluster/shd/tcaeupvol/tcaeupvol-shd.pid -l /var/log/g

jun 09 15:55:54 gluster3 systemd[1]: Starting GlusterFS, a clustered file-system server...
jun 09 15:55:57 gluster3 systemd[1]: Started GlusterFS, a clustered file-system server.
lines 1-15/15 (END)

root@gluster3:/home/admin#

```

Y el volúmen sigue estando disponible:

```

QEMU (Gluster3) - noVNC - Google Chrome
No es seguro | https://pro.ausiasmarch.es:51051/?console=kvm&novnc=1&vmid=5553&vmname=Gluster3&node=HADES&resize=off&cmd=
root@gluster3:/home/admin# gluster volume status
Status of volume: tcaeupvol
Cluster process          TCP Port  RDMA Port  Online  Pid
Brick gluster2:/glusterVolumes/tcaeAcademy/
upData                           49789      0        Y    799
Brick gluster3:/glusterVolumes/tcaeAcademy/
upData                           52975      0        Y    798
Self-heal Daemon on localhost    N/A       N/A        Y    810
Self-heal Daemon on gluster2    N/A       N/A        Y    810

Task Status of Volume tcaeupvol
-----
There are no active volume tasks

root@gluster3:/home/admin# # GLUSTER1 NO APARECE YA QUE ESTÁ APAGADO

```

14.2. Fallo de 5 servidores de MariaDB Galera

En este caso, se van a detener 5 bases de datos aleatorias de diferentes proxmox. Tras ello, se comprobará que el servicio y las bases de datos siguen funcionando.

Antes de parar nodos, se observa que el tamaño del clúster es 15, que son todas las BD configuradas.

```

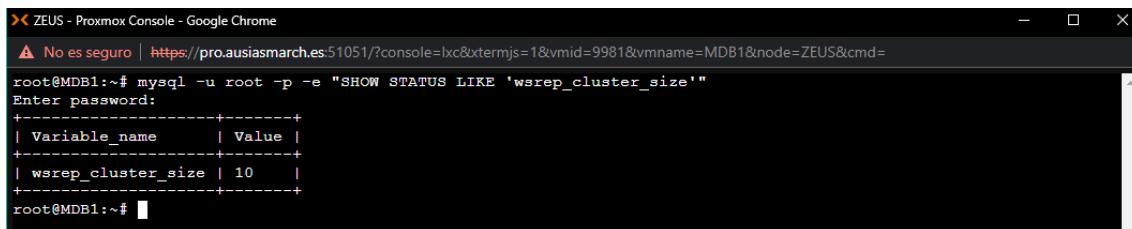
ZEUS - Proxmox Console - Google Chrome
No es seguro | https://pro.ausiasmarch.es:51051/?console=lxc&xtermjs=1&vmid=9981&vmname=MDB1&node=ZEUS&cmd=
root@MDB1:~# mysql -u root -p -e "SHOW STATUS LIKE 'wsrep_cluster_size'"
Enter password:
+-----+-----+
| Variable_name | Value |
+-----+-----+
| wsrep_cluster_size | 15 |
+-----+-----+
root@MDB1:~# 

```

Seguidamente, al detener 5 BD:

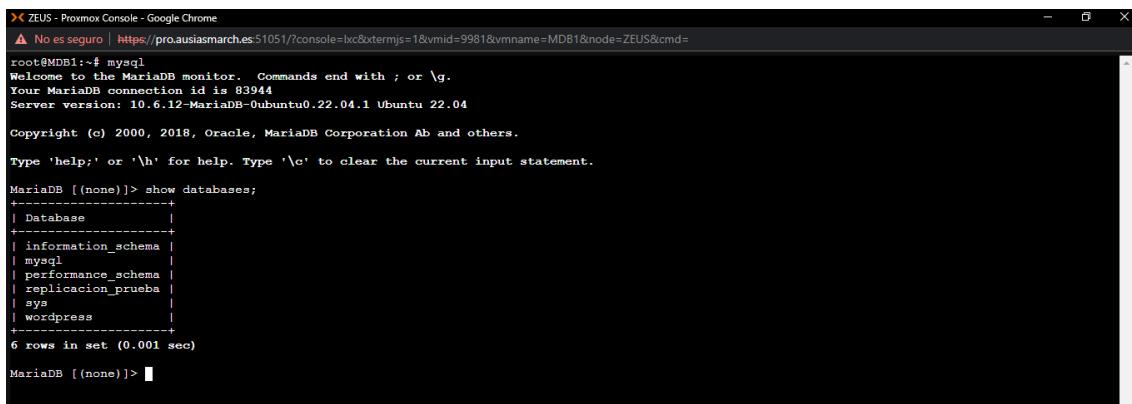
Type ↑	Description	Disk usage...	Memory us...	CPU usage	Uptime	Host CPU ...	Host Mem...
lxc	9981 (MDB1)	7.9 %	3.6 %	0.7% of 2 ...	2 days 11:40...	0.0% of 32...	0.6 %
lxc	9982 (MDB2)			-			
lxc	9983 (MDB3)	7.9 %	3.5 %	0.3% of 2 ...	2 days 11:39...	0.0% of 32...	0.6 %
lxc	9984 (MDB4)	7.9 %	3.5 %	0.3% of 2 ...	2 days 11:39...	0.0% of 32...	0.6 %
lxc	9985 (MDB5)	7.9 %	3.5 %	0.2% of 2 ...	2 days 11:39...	0.0% of 32...	0.6 %
lxc	9986 (MDB6)			-			
lxc	9987 (MDB7)	7.9 %	3.7 %	0.9% of 2 ...	4 days 02:42...	0.1% of 32...	0.6 %
lxc	9988 (MDB8)	7.9 %	3.7 %	0.4% of 2 ...	4 days 02:42...	0.0% of 32...	0.6 %
lxc	9989 (MDB9)			-			
lxc	9990 (MDB10)	7.9 %	3.7 %	0.9% of 2 ...	4 days 02:42...	0.1% of 32...	0.6 %
lxc	9991 (MDB11)			-			
lxc	9992 (MDB12)	15.2 %	3.2 %	0.2% of 2 ...	1 day 17:51:04	0.0% of 32...	0.4 %
lxc	9993 (MDB13)			-			

El tamaño disminuye a 10.



```
ZEUS - Proxmox Console - Google Chrome
⚠ No es seguro | https://pro.ausiasmarch.es:51051/?console=lxc&xtermjs=1&vmid=9981&vmname=MDB1&node=ZEUS&cmd=
root@MDB1:~# mysql -u root -p -e "SHOW STATUS LIKE 'wsrep_cluster_size'"
Enter password:
+-----+
| Variable_name      | Value |
+-----+
| wsrep_cluster_size | 10   |
+-----+
root@MDB1:~#
```

Pero las bases de datos siguen estando disponibles para la página web y, por lo tanto, el servicio también. Tras encender los nodos detenidos, el tamaño vuelve a su estado normal y se ejecutan las transacciones para sincronizar las operaciones que se han realizado mientras las máquinas estaban caídas.



```
ZEUS - Proxmox Console - Google Chrome
⚠ No es seguro | https://pro.ausiasmarch.es:51051/?console=lxc&xtermjs=1&vmid=9981&vmname=MDB1&node=ZEUS&cmd=
root@MDB1:~$ mysql
Welcome to the MariaDB monitor. Commands end with ; or \g.
Your MariaDB connection id is 83944
Server version: 10.6.12-MariaDB-0ubuntu0.22.04.1 Ubuntu 22.04

Copyright (c) 2000, 2018, Oracle, MariaDB Corporation Ab and others.

Type 'help;' or '\h' for help. Type '\c' to clear the current input statement.

MariaDB [(none)]> show databases;
+-----+
| Database |
+-----+
| information_schema |
| mysql |
| performance_schema |
| replicacion_prueba |
| sys |
| wordpress |
+-----+
6 rows in set (0.001 sec)

MariaDB [(none)]>
```

14.3. Fallo del nodo principal del balanceador de las bases de datos

El funcionamiento de los balanceadores es más sencillo, ya que se accede a ellos a través de una IP Virtual.

Por lo tanto, si se detiene uno, el protocolo VRRP establecerá el secundario como maestro.

Es decir, cuando se para un nodo:

Type ↑	Description	Disk usage...	Memory us...	CPU usage	Uptime	Host CPU ...	Host Mem...
lxc	4441 (BalanceadorDB1)			-			
lxc	4442 (BalanceadorDB2)	12.1 %	5.0 %	0.1% of 2 ...	1 day 18:03:37	0.0% of 32... 0.3 %	
lxc	6660 (HAProxy-Balanceador1)	16.3 %	5.0 %	0.5% of 2 ...	1 day 18:03:20	0.0% of 32... 0.3 %	
lxc	6662 (HAProxy-Balanceador2)	12.0 %	5.0 %	0.3% of 2 ...	1 day 18:03:18	0.0% of 32... 0.3 %	

El nodo esclavo se vuelve primario. En la captura se puede observar cómo se comunica que el maestro está caído, por lo que 'BalanceadorDB2' toma su rol:

```
ZEUS - Proxmox Console - Google Chrome
No es seguro | https://pro.ausiasmarch.es:51051/console?lxc&xtermjs=1&vmid=4442&vmname=BalanceadorDB2&node=HADES&cmd=
root@BalanceadorDB2:~# systemctl status keepalived
● keepalived.service - Keepalive Daemon (LVS and VRRP)
  Loaded: loaded (/lib/systemd/system/keepalived.service; enabled; vendor preset: enabled)
  Active: active (running) since Fri 2023-06-09 15:17:58 UTC; 1 day 18h ago
    Main PID: 146 (keepalived)
      Tasks: 2 (limit: 35971)
        Memory: 2.3M
          CPU: 3min 16.277s
        CGroup: /system.slice/keepalived.service
          ├─146 /usr/sbin/keepalived --dont-fork
          └─170 /usr/sbin/keepalived --dont-fork

Jun 11 09:19:40 BalanceadorDB2 Keepalived_vrrp[170]: (ELB) ip address associated with VRID 142 not present in MASTER advert : 172.16.1.120
Jun 11 09:19:41 BalanceadorDB2 Keepalived_vrrp[170]: (ELB) ip address associated with VRID 142 not present in MASTER advert : 172.16.1.120
Jun 11 09:19:42 BalanceadorDB2 Keepalived_vrrp[170]: (ELB) ip address associated with VRID 142 not present in MASTER advert : 172.16.1.120
Jun 11 09:19:43 BalanceadorDB2 Keepalived_vrrp[170]: (ELB) ip address associated with VRID 142 not present in MASTER advert : 172.16.1.120
Jun 11 09:19:44 BalanceadorDB2 Keepalived_vrrp[170]: (ELB) ip address associated with VRID 142 not present in MASTER advert : 172.16.1.120
Jun 11 09:19:45 BalanceadorDB2 Keepalived_vrrp[170]: (ELB) ip address associated with VRID 142 not present in MASTER advert : 172.16.1.120
Jun 11 09:19:46 BalanceadorDB2 Keepalived_vrrp[170]: (ELB) ip address associated with VRID 142 not present in MASTER advert : 172.16.1.120
Jun 11 09:19:47 BalanceadorDB2 Keepalived_vrrp[170]: (ELB) ip address associated with VRID 142 not present in MASTER advert : 172.16.1.120
Jun 11 09:19:48 BalanceadorDB2 Keepalived_vrrp[170]: (ELB) ip address associated with VRID 142 not present in MASTER advert : 172.16.1.120
Jun 11 09:19:49 BalanceadorDB2 Keepalived_vrrp[170]: (ELB) ip address associated with VRID 142 not present in MASTER advert : 172.16.1.120
root@BalanceadorDB2:~#
```

14.4. Fallo del nodo principal del balanceador del servidor web

En los balanceadores de las máquinas que sirven la web, el funcionamiento es el mismo que en los anteriores.

Si se detiene el nodo maestro:

Type ↑	Description	Disk usage...	Memory us...	CPU usage	Uptime	Host CPU ...	Host Mem...
lxc	4441 (BalanceadorDB1)	12.4 %	5.5 %	0.2% of 2 ...	00:00:38	0.0% of 32... 0.4 %	
lxc	4442 (BalanceadorDB2)	12.1 %	5.0 %	0.1% of 2 ...	1 day 18:05:46	0.0% of 32... 0.3 %	
lxc	6660 (HAProxy-Balanceador1)			-			
lxc	6662 (HAProxy-Balanceador2)	12.0 %	5.0 %	0.3% of 2 ...	1 day 18:05:28	0.0% of 32... 0.3 %	

El esclavo avisa y toma su rol, por lo que se prepara para recibir más conexiones:

```
ZEUS - Proxmox Console - Google Chrome
No es seguro | https://pro.ausiasmarch.es:51051/console?lxc&xtermjs=1&vmid=6662&vmname=HAProxy-Balanceador2&node=HADES&cmd=
root@HAProxy-Balanceador2:~# systemctl status keepalived.service
● keepalived.service - Keepalive Daemon (LVS and VRRP)
  Loaded: loaded (/lib/systemd/system/keepalived.service; enabled; vendor preset: enabled)
  Active: active (running) since Fri 2023-06-09 15:18:15 UTC; 1 day 18h ago
    Main PID: 131 (keepalived)
      Tasks: 2 (limit: 35971)
        Memory: 2.3M
          CPU: 3min 17.671s
        CGroup: /system.slice/keepalived.service
          ├─131 /usr/sbin/keepalived --dont-fork
          └─149 /usr/sbin/keepalived --dont-fork

Jun 11 09:24:32 HAProxy-Balanceador2 Keepalived_vrrp[149]: (ELB) ip address associated with VRID 142 not present in MASTER advert : 172.16.1.110
Jun 11 09:24:33 HAProxy-Balanceador2 Keepalived_vrrp[149]: (ELB) ip address associated with VRID 142 not present in MASTER advert : 172.16.1.110
Jun 11 09:24:34 HAProxy-Balanceador2 Keepalived_vrrp[149]: (ELB) ip address associated with VRID 142 not present in MASTER advert : 172.16.1.110
Jun 11 09:24:35 HAProxy-Balanceador2 Keepalived_vrrp[149]: (ELB) ip address associated with VRID 142 not present in MASTER advert : 172.16.1.110
Jun 11 09:24:36 HAProxy-Balanceador2 Keepalived_vrrp[149]: (ELB) ip address associated with VRID 142 not present in MASTER advert : 172.16.1.110
Jun 11 09:24:37 HAProxy-Balanceador2 Keepalived_vrrp[149]: (ELB) ip address associated with VRID 142 not present in MASTER advert : 172.16.1.110
Jun 11 09:24:38 HAProxy-Balanceador2 Keepalived_vrrp[149]: (ELB) ip address associated with VRID 142 not present in MASTER advert : 172.16.1.110
Jun 11 09:24:39 HAProxy-Balanceador2 Keepalived_vrrp[149]: (ELB) ip address associated with VRID 142 not present in MASTER advert : 172.16.1.110
Jun 11 09:24:41 HAProxy-Balanceador2 Keepalived_vrrp[149]: (ELB) ip address associated with VRID 142 not present in MASTER advert : 172.16.1.110
Jun 11 09:24:43 HAProxy-Balanceador2 Keepalived_vrrp[149]: (ELB) ip address associated with VRID 142 not present in MASTER advert : 172.16.1.110
root@HAProxy-Balanceador2:~#
```

14.5. Fallo de nodos maestros en el clúster de Redis

Las pruebas realizadas para clúster de redis serán detener 2 nodos maestros, de modo que los dos esclavos correspondientes tomarán su rol.

Antes de detener los servidores todos están conectados:

```
ZEUS - Proxmox Console - Google Chrome
⚠ No es seguro | https://pro.ausiamarch.es:51051/?console=lxc&xtermjs=1&vmid=7775&vmmname=RedisNodeB1&node=HADES&cmd=
127.0.0.1:6379> cluster nodes
5fffc9503dc97b7f3e8da395ff5e5eecc6aaaca38b7 172.16.1.132:63790|6379 slave 6a9002de9fe1f9f788e63d2932c3556ad591cld7 0 1686475750914 23 connected
1690e29aeb9fffe439695ca08a146fb5c07eb9e 172.16.1.134:63798|6379 master - 0 1686475750000 20 connected 10923-16383
b12b35e6d5b041ac085f9ae428ef743b5f022 172.16.1.133:63798|6379 slave 1690e829aeb9fffe439695ca08a146fb5c07eb9e 0 1686475751015 20 connected
04caf67c783d525fbfe5702a96fa599aeae59 172.16.1.131:63798|6379 slave ale26dc969473cdac51l1b578bd3fd9b05478389 0 1686475751000 18 connected
a1c26d9c9473cd51l1b578bd3fd9b05478389 172.16.1.135:63798|6379 myself,master - 0 1686475750000 18 connected 0-5460
6a9002de9fe1f9f788e63d2932c3556ad591cld7 172.16.1.136:63798|6379 master - 0 1686475750000 23 connected 5461-10922
127.0.0.1:6379>
```

Tras parar dos maestros, los estados cambian como se observa en la imagen:

```
ZEUS - Proxmox Console - Google Chrome
⚠ No es seguro | https://pro.ausiasmarch.es:51051/?console=lx&xtermjs=1&vmid=7775&vmname=RedisNodeB1&node=HADES&cmd=
127.0.0.1:6379> cluster nodes
f9cc9503d97b7fe3e8da395fee5eeec6aaaca38b7 172.16.1.132:63790|16379 slave 6a9002de9ef1e9f788e63d2932c3556ad591cid7 0 1686475920366 23 connected
1690e829aeb5f4ca433695ca8a0b7e85b5c07eb9e 172.16.1.134:63790|16379 master,fail - 1686475837040 1686475834532 20 connected 10923-16383
b1b35e3d58b414ca085f6a9e42a8e7f43b5f5022 172.16.1.133:63790|16379 slave 1690e829aeb5f4ca433695ca8a0b146fb5c07eb9e 0 1686475921368 20 connected
04caf67c7a03db25f8be5702af964509aae98acd0 172.16.1.131:63790|16379 slave ale26dc9c69473ccdc51ll1lb578bd3fd905478389 0 1686475921000 18 connected
ale26dc9c69473ccdc51ll1lb578bd3fd905478389 myself,master - 0 1686475920000 18 connected 0-5460
a9002de9ef1e9f788e63d2932c3556ad591cid7 172.16.1.136:63790|16379 master,fail - 168647585002 1686475783000 23 connected 5461-10922
127.0.0.1:6379>
```

No obstante, sigue funcionando. En la captura se contempla que han habido fallos y que el tamaño es 3, que son los maestros activos, los dos esclavos que han cambiado el rol y un nodo principal que no ha caído :

```
ZEUS - Proxmox Console - Google Chrome
No es seguro https://pro.ausimarch.es:51051/?console=lxc&xtermjs=1&vmid=7775&vmname=RedisNodeB1&node=HADES&cmd=
127.0.0.1:6379> cluster info
cluster_state:fail
cluster_slots_assigned:16384
cluster_slots_ok:5461
cluster_slots_pfail:5461
cluster_slots_fail:5462
cluster_known_nodes:6
cluster_size:3
cluster_current_epoch:23
cluster_my_epoch:18
cluster_stats_messages_ping_sent:272547
cluster_stats_messages_pong_sent:274333
cluster_stats_messages_fail_sent:5
cluster_stats_messages_sent:546885
cluster_stats_messages_ping_received:274333
cluster_stats_messages_pong_received:272540
cluster_stats_messages_fail_received:1
cluster_stats_messages_received:546874
127.0.0.1:6379>
```

Además, el servicio sigue estando activo:

Tras encenderlo, el estado vuelve a ser 'OK' y todo funciona con normalidad.

14.6. Fallo de uno de los servidores web

A continuación, se va a parar una de las máquinas de apache2 para demostrar que la web se sigue sirviendo sin problemas.

Para ello, se detiene un nodo:

	qemu	8881 (WordpressTCAE1)	0.0 %	22.7 %	1.5% of 2 ...	1 day 17:44:29	0.1% of 32...	3.1 %
	qemu	8882 (WordpressTCAE2)			-			
	qemu	8883 (WordpressTCAE3)	0.0 %	23.5 %	1.5% of 2 ...	1 day 17:44:25	0.1% of 32...	3.2 %

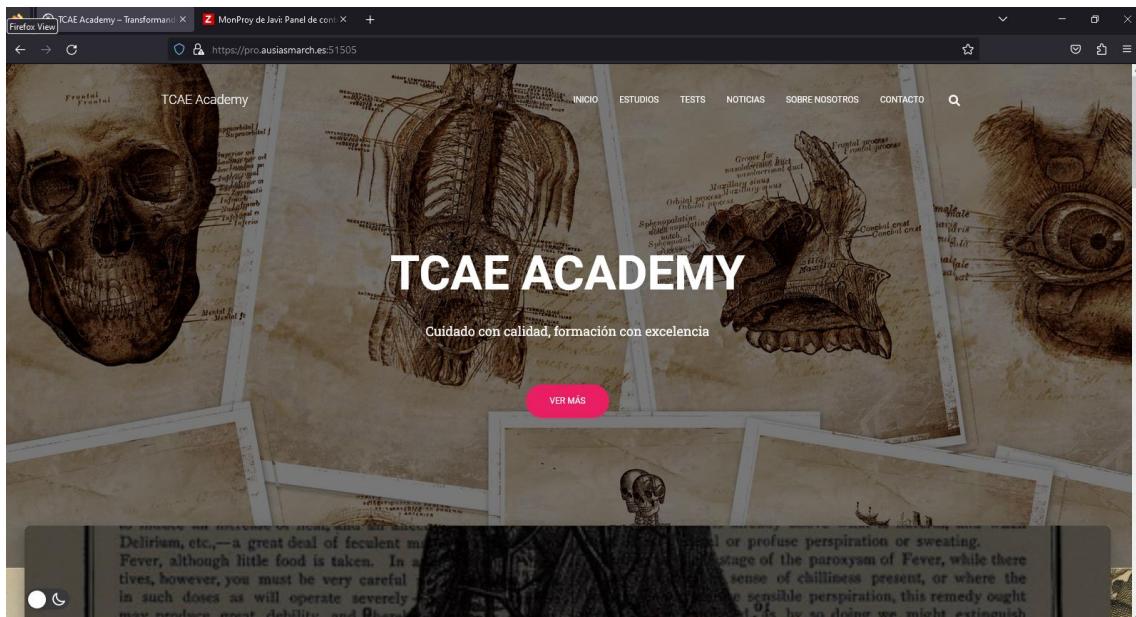
El balanceador detecta que ha fallado:

```

ZEUS - Proxmox Console - Google Chrome
No es seguro | https://pro.ausiasmarch.es:51051/?console=lx&xtermjs=1&vmid=6660&vmname=HAProxy-Balanceador1&nodo=HADES&cmd=
haproxy.service - HAProxy Load Balancer
  Loaded: loaded (/lib/systemd/system/haproxy.service; enabled; vendor preset: enabled)
  Active: active (running) since Sun 2023-06-11 09:26:18 UTC; 17min ago
    Docs: man:haproxy(1)
          file:/usr/share/doc/haproxy/configuration.txt.gz
   Process: 129 ExecStartPre=/usr/sbin/haproxy -Ws -f $CONFIG -c -q $EXTRAOPTS (code=exited, status=0/SUCCESS)
 Main PID: 147 (haproxy)
   Tasks: 3 (limit: 35971)
     Memory: 76.4M
        CPU: 3.027s
      CGroup: /system.slice/haproxy.service
              └─147 /usr/sbin/haproxy -Ws -f /etc/haproxy/haproxy.cfg -p /run/haproxy.pid -s /run/haproxy-master.sock
                  ├─172 /usr/sbin/haproxy -Ws -f /etc/haproxy/haproxy.cfg -p /run/haproxy.pid -s /run/haproxy-master.sock

Jun 11 09:26:17 HAProxy-Balanceador1 systemd[1]: Starting HAProxy Load Balancer...
Jun 11 09:26:18 HAProxy-Balanceador1 haproxy[147]: [NOTICE] (147) : New worker #1 (172) forked
Jun 11 09:26:18 HAProxy-Balanceador1 systemd[1]: Started HAProxy Load Balancer.
Jun 11 09:40:39 HAProxy-Balanceador1 haproxy[172]: [WARNING] (172) : Server wordpress-tcae/wptcae2 is DOWN, reason: Layer4 timeout, check duratio
~
```

Y, por lo tanto, no le redirecciona las solicitudes y la página web sigue funcionando correctamente.



14.7. Fallo de todos los servidores GlusterFS

Para comprobar que el servicio 'gluster-tcaewpvol' funciona, se van a parar todos los servidores del almacenamiento distribuido, así el servicio 'entrará en acción' y detendrá apache2 para que el balanceador no redirija el tráfico.

Los nodos de GlusterFS están detenidos:

Type ↑	Description	Disk usage...	Memory us...	CPU usage	Uptime	Host CPU ...	Host Mem...
qemu	5551 (Gluster1)				-		
qemu	5552 (Gluster2)				-		
qemu	5553 (Gluster3)				-		

Tras ello, el servicio creado detiene apache2:

```
► QEMU (WordpressTCAE1) - noVNC - Google Chrome
No es seguro | https://pro.ausiamarch.es:51051/?console=kvm&novnc=1&vmid=8881&vmname=WordpressTCAE1&node=HADES&resize=off&cmd=
admin1@WordpressTCAE1:~$ systemctl status gluster-tcaewpvol.service
gluster-tcaewpvol.service - Comprueba volumen GlusterFS. Fallo, para apache2. Monta el volumen. Montado, enciende apache2.
  Loaded: loaded (/etc/systemd/system/gluster-tcaewpvol.service; enabled; vendor preset: enabled)
  Active: active (running) since Sun 2023-06-11 09:51:03 UTC; 15s ago
    Main PID: 468894 (gluster-tcaewpvol)
      Tasks: 2 (limit: 4572)
     Memory: 536.0K
        CPU: 105ms
       CGroup: /system.slice/gluster-tcaewpvol.service
               └─468894 /bin/bash /usr/local/bin/gluster-tcaewpvol.sh
                 ├─46894 sleep 1
                 └─46894 sleep 1

Jun 11 09:51:03 WordpressTCAE1 systemd[1]: Started Comprueba volumen GlusterFS. Fallo, para apache2. Monta el volumen. Montado, enciende apache2...
admin1@WordpressTCAE1:~$ _
```

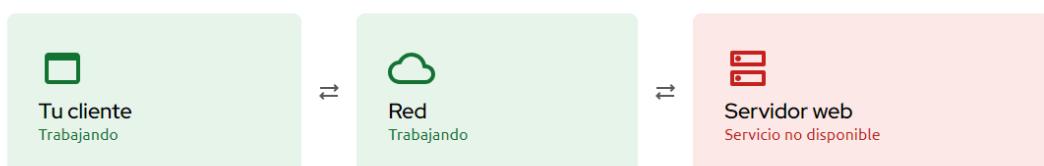
En la siguiente captura se observa cómo está detenido:

```
► QEMU (WordpressTCAE1) - noVNC - Google Chrome
No es seguro | https://pro.ausiamarch.es:51051/?console=kvm&novnc=1&vmid=8881&vmname=WordpressTCAE1&node=HADES&resize=off&cmd=
admin1@WordpressTCAE1:~$ systemctl status apache2
apache2.service - The Apache HTTP Server
  Loaded: loaded (/lib/systemd/system/apache2.service; enabled; vendor preset: enabled)
  Active: inactive (dead) since Sun 2023-06-11 09:52:15 UTC; 13s ago
    Docs: https://httpd.apache.org/docs/2.4/
   Process: 882 ExecStart=/usr/sbin/apachectl start (code=exited, status=0/SUCCESS)
  Process: 359703 ExecReload=/usr/sbin/apachectl graceful (code=exited, status=0/SUCCESS)
  Process: 469139 ExecStop=/usr/sbin/apachectl graceful-stop (code=exited, status=0/SUCCESS)
 Main PID: 893 (code=exited, status=0/SUCCESS)
    CPU: 23min 50.279s

Jun 10 00:00:08 WordpressTCAE1 systemd[1]: Reloading The Apache HTTP Server.
Jun 11 00:00:16 WordpressTCAE1 systemd[1]: Reloading The Apache HTTP Server...
Jun 11 00:00:16 WordpressTCAE1 apachectl[358706]: AH00558: apache2: Could not reliably determine the server's fully qualified domain name, using 127.0.1.1. Set
Jun 11 09:52:15 WordpressTCAE1 systemd[1]: Reloaded The Apache HTTP Server...
Jun 11 09:52:15 WordpressTCAE1 apachectl[469141]: AH00112: Warning: DocumentRoot [/var/www/TChE-Academy/wordpress/wp/wordpress] does not exist
Jun 11 09:52:15 WordpressTCAE1 apachectl[469141]: AH00558: apache2: Could not reliably determine the server's fully qualified domain name, using 127.0.1.1. Set
Jun 11 09:52:15 WordpressTCAE1 systemd[1]: apache2.service: Deactivated successfully.
Jun 11 09:52:15 WordpressTCAE1 systemd[1]: Stopped The Apache HTTP Server.
```

Por lo que, el balanceador servirá el error personalizado en vez de la página de wordpress:

503 Servicio no disponible (Error del lado del servidor)



¿Que ha pasado?

El servidor está temporalmente sobrecargado o inactivo

¿Que puedo hacer?

Por favor, intente nuevamente en unos minutos

Cuando GlusterFS vuelve a estar en funcionamiento, 'gluster-tcaewpvol' monta el volumen y enciende apache2, por lo que la web ya se podrá servir.

14.8. Detección de errores con Zabbix

El servidor de monitorización ha detectado y registrado todas las acciones realizadas anteriormente:

The screenshot shows a list of 16 problems in the Zabbix interface. The columns include: Hora (Hour), Gravedad (Severity), Problema (Problem), Duración (Duration), and Acciones (Actions). The severities range from Promedio (orange) to Crítica (red). The problems listed include issues with WordpressTCA, Zabbix agent availability, Apache processes, and Gluster services.

Hora	Gravedad	Problema	Duración	Acciones
11:58:07	Promedio	WordpressTCA E3	6m 3s	Actualizar
11:57:57	Promedio	WordpressTCA E2	6m 13s	Actualizar
11:57:47	Promedio	WordpressTCA E1	6m 23s	Actualizar
11:57:40	Advertencia	gluster1	6m 30s	Actualizar
11:57:30	Advertencia	gluster3	6m 40s	Actualizar
11:57:22	Advertencia	gluster2	6m 48s	Actualizar
11:56:35	Crítica	WordpressTCA E3	7m 35s	Actualizar
11:56:32	Crítica	WordpressTCA E2	7m 38s	Actualizar
11:56:32	Crítica	WordpressTCA E1	7m 38s	Actualizar
11:53:02	Crítica	WordpressTCA E1	11m 8s	Actualizar
11:47:40	Informativa	WordpressTCA E2	16m 30s	Actualizar
11:47:35	Advertencia	WordpressTCA E2	16m 35s	Actualizar
11:23:54	Advertencia	BalanceadorDB 1	40m 16s	Actualizar
11:21:16	Advertencia	RedisNodeA2	42m 54s	Actualizar

Cabe añadir que, algunos servicios ya se han encendido en el momento de hacer estas capturas, por lo que esos problemas han sido marcados como resueltos de forma automática por el servidor.



Además, también se observa que las notificaciones han sido enviadas a Telegram:

The screenshot shows five notifications sent via Telegram to the administrator. Each notification details a problem (e.g., Zabbix agent unavailable), its status (e.g., Resolved or Unavailable), and the time it was reported.

Fecha/Hora	Mensaje	Estado
2023-06-11 11:57:57	Report problems to Zabbix administrators (problemas graves)	Original problem ID: 809/2
2023-06-11 11:57:48	Report problems to Zabbix administrators (problemas graves)	Problem: Zabbix agent is not available (for 3m)
2023-06-11 11:57:39	Report problems to Zabbix administrators (problemas graves)	Resolved in 6m 0s: Zabbix agent is not available (for 3m)
2023-06-11 11:57:27	Report problems to Zabbix administrators (problemas graves)	Resolved in 5m 0s: Zabbix agent is not available (for 3m)
2023-06-11 11:57:24	Report problems to Zabbix administrators (problemas graves)	Resolved in 6m 59s: Unavailable by ICMP ping

14.9. Ataque de denegación de servicios

A modo de ejemplo, se va a realizar un ataque de denegación de servicios para simular tráfico abusivo y así demostrar que con la infraestructura montada la página web soporta mucho tráfico.

La técnica presentada se ha realizado en un entorno controlado y con propósitos educativos. *No me hago responsable del mal uso que se le pueda dar.*

El ataque se va a realizar con 'slowhttptest'. Consiste en una herramienta open-source, la cual envía una cantidad muy grande de peticiones sin las cabeceras HTTP incompletas (sin el CRLF, indica el final de la cabecera), de tal forma que el servidor no considera las sesiones establecidas y las deja abiertas afectando al número de conexiones máximas configuradas o maxclients.

La orden a ejecutar para la denegación de servicios es:

```
- sudo slowhttptest -c 20000 -i 10 -u  
https://pro.ausiasmarch.es:51505
```

Tras iniciarla, va indicando el estado de la web ('service available'):

```
root@kali:/home/kali  
Archivo Acciones Editar Vista Ayuda  
Sun Jun 11 06:23:14 2023:  
slowhttptest version 1.8.2  
- https://github.com/shekyan/slowhttptest  
test type: SLOW HEADERS  
number of connections: 20000  
URL: https://pro.ausiasmarch.es:51505/  
verb: GET  
cookie:  
Content-Length header value: 4096  
follow up data max size: 68  
interval between follow up data: 10 seconds  
connections per seconds: 50  
probe connection timeout: 5 seconds  
test duration: 240 seconds  
using proxy: no proxy  
  
Sun Jun 11 06:23:14 2023:  
slow HTTP test status on 25th second:  
  
initializing: 0  
pending: 28  
connected: 502  
error: 0  
closed: 6  
service available: YES
```

La herramienta envía 20.000 mil solicitudes al servidor web cada 10 segundos. Si el ataque no finaliza en unos 4 o 5 minutos se detiene. En este tiempo se enviarían un total aproximado de 600.000 conexiones.

Como se observa en esta imagen no ha conseguido tirar abajo la web:

```

root@kali:~/home/kali
Archivo  Acciones  Editar  Vista  Ayuda
follow up data max size: 68
interval between follow up data: 10 seconds
connections per seconds: 50
probe connection timeout: 5 seconds
test duration: 240 seconds
using proxy: no proxy

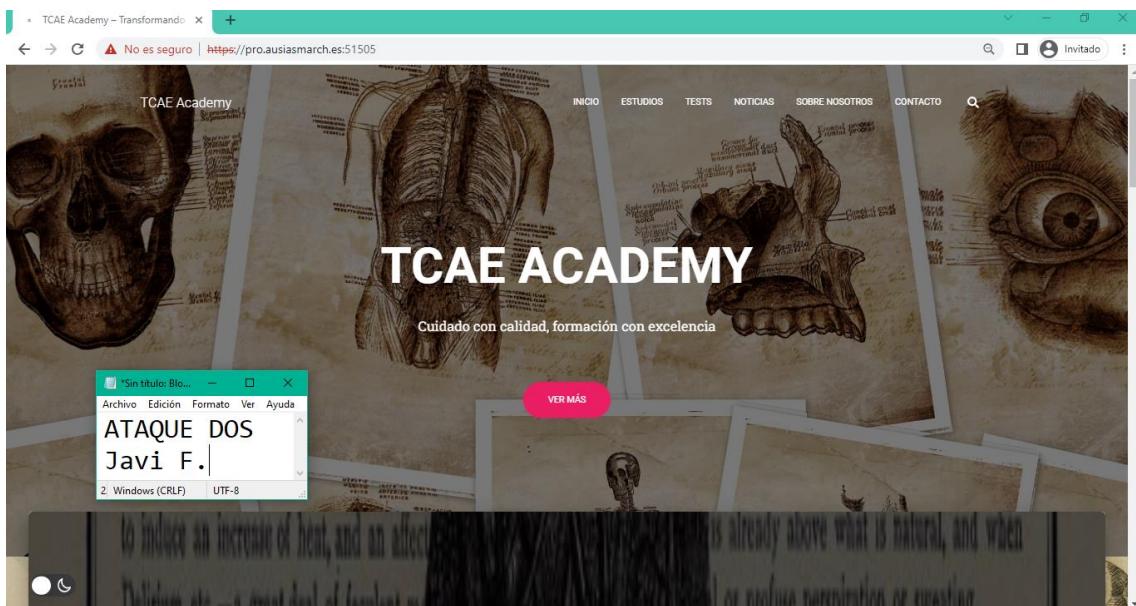
Sun Jun 11 06:26:49 2023:
slow HTTP test status on 240th second:

initializing: 0
pending: 5
connected: 3475
error: 0
closed: 34
service available: YES
Sun Jun 11 06:26:53 2023:
Test ended on 244th second
Exit status: Hit test time limit

[root@kali ~]#

```

Y la web sigue estando disponible:



14.10. Fallo de 1 servidor Proxmox VE

A continuación, se va a realizar la prueba de fallo en uno de los nodos de proxmox. Para ello, se va a apagar un nodo desde Morfeo, este será Hades ya que, en estos momentos todas las máquinas que conmutan se encuentran ahí, de forma que pasarán al nodo de Poseidón, lo harán a este y no a Zeus por la prioridad que se estableció en el grupo de HA.

Para ello, desde Morfeo se va a detener el proxmox:

Type	Description	Disk usage...	Memory us...	CPU usage	Uptime	Host CPU...	Host Mem...	Tags
qemu	2023203 (PROXMOX-7nd)	0.0 %	62.0 %	1.1% of 32...	4 days 04:28...	35.2% of 1...		
qemu	2023220 (PROXMOX-7nd)	0.0 %	71.0 %	1.1% of 32...	4 days 04:27...	34.3% of 1...		
storage	morfeoRep (morfeo)	21.1 %	-	-	-	-	-	-

Desde el panel de control de Zeus, se observa que ha caído:

ID	Estado	Nodo	Nombre	Reiniciar M...	Max. Reloc...	Grupo	Descripción
ct.3331	started	HADES	Zabbix-1	1	1	MainGroup	
ct.3334	started	HADES	Zabbix-DB1	0	1	MainGroup	
ct.4441	started	HADES	Balancead...	1	1	MainGroup	
ct.4442	started	HADES	Balancead...	1	1	MainGroup	
ct.6660	started	HADES	HAProxy-B...	1	1	MainGroup	
ct.6662	started	HADES	HAProxy-B...	1	1	MainGroup	
ct.7771	started	HADES	RedisNode...	1	1	MainGroup	
ct.7772	started	HADES	RedisNode...	1	1	MainGroup	
ct.7773	started	HADES	RedisNode...	1	1	MainGroup	
ct.7774	started	HADES	RedisNode...	1	1	MainGroup	

Tras ello, todas las máquinas pasan de un nodo a otro de forma automática (*observar panel lateral*).

ID	Estado	Nodo	Nombre	Reiniciar M...	Max. Reloc...	Grupo	Descripción
ct.3331	started	POSEIDON	Zabbix-1	1	1	MainGroup	
ct.3334	started	POSEIDON	Zabbix-DB1	0	1	MainGroup	
ct.4441	started	POSEIDON	Balancead...	1	1	MainGroup	
ct.4442	started	POSEIDON	Balancead...	1	1	MainGroup	
ct.6660	started	POSEIDON	HAProxy-B...	1	1	MainGroup	
ct.6662	started	POSEIDON	HAProxy-B...	1	1	MainGroup	
ct.7771	started	POSEIDON	RedisNode...	1	1	MainGroup	
ct.7772	started	POSEIDON	RedisNode...	1	1	MainGroup	
ct.7773	started	POSEIDON	RedisNode...	1	1	MainGroup	
ct.7774	started	POSEIDON	RedisNode...	1	1	MainGroup	

14.11. Demostración del concepto de quórum con Proxmox VE

Para llevar a la práctica el concepto de quórum explicado en el marco conceptual se han detenido dos Proxmox, Poseidón y Hades.

Como mínimo se necesitan 2 servidores para ‘tomar las decisiones’, si solo hay uno activo estas no son confiables y seguras, de modo que detecta los 3 proxmox como fallo.

Es por ello que, en la siguiente imagen se observa que su estado es: ‘Dead?’ . Es decir, no lo reconoce.

ID	Estado	Nodo	Nombre	Reiniciar M...	Max. Reloc...	Grupo	Descripción
ct.3331	started	POSEIDON	Zabbix-1	1	1	MainGroup	
ct.3334	started	POSEIDON	Zabbix-DB1	0	1	MainGroup	
ct.4441	started	POSEIDON	Balancead...	1	1	MainGroup	
ct.4442	started	POSEIDON	Balancead...	1	1	MainGroup	
ct.6660	started	POSEIDON	HAProxy-B...	1	1	MainGroup	
ct.6662	started	POSEIDON	HAProxy-B...	1	1	MainGroup	
ct.7771	started	POSEIDON	RedisNode...	1	1	MainGroup	

15- CONCLUSIÓN

Teniendo en cuenta los aspectos y los temas comentados a lo largo de estas páginas, este proyecto deja en evidencia la necesidad de implantar tecnologías en alta disponibilidad y adaptarse a varios entornos tecnológicos. Es por ello que, resulta imprescindible asegurar la continuidad de los servicios para evitar problemas mayores y, como consecuencia, pérdidas económicas. Aunque no siempre se pueden controlar todas las situaciones, es importante atender las necesidades emergentes.

Así pues, la sociedad cambia y con ella la tecnología, por lo que es fundamental mantenerse actualizado e investigar nuevas herramientas para impulsar el crecimiento de las empresas. De modo que, la implementación de propuestas de alta disponibilidad representa un desafío para los administradores, ya que implica superar los procedimientos tradicionales.

Por tanto, una vez finalizadas las búsquedas bibliográficas y habiendo trabajado en la HA, se puede concluir que es esencial implantar tecnologías que permitan mantener un alto nivel de disponibilidad y adaptabilidad a diversos entornos tecnológicos. Además, es necesario estar preparados para enfrentar situaciones adversas y responder de manera rápida para evitar complicaciones en los servicios.

Las empresas requieren sistemas en constante funcionamiento para satisfacer las demandas del mercado, lo cual implica desarrollar capacidades técnicas y conocimientos para resolver eficazmente las necesidades emergentes y posicionarse en un nivel superior. Esto supone invertir en tecnologías diferentes y formar profesionales capacitados en su gestión.

En este contexto de cambio constante, surge la siguiente pregunta: ¿Cómo podemos garantizar que nos mantenemos al día con los cambios tecnológicos y nos adaptamos de manera efectiva a las demandas emergentes?

16- BIBLIOGRAFÍA

Abakaldin. (3 de marzo de 2022). *Clustered_File_Systems*.

https://github.com/zabbix/community-templates/blob/main/Applications/Clustered_File_Systems/template_glusterfs_discovery/6.0/template_glusterfs_discovery.yaml

Abakaldin. (3 de marzo de 2022). *Gluster Storage*.

https://github.com/zabbix/community-templates/tree/main/Applications/Clustered_File_Systems/template_glusterfs_discovery/6.0

Amir, Y., y Wool, A. (1996, June). Evaluating quorum systems over the internet. In *Proceedings of Annual Symposium on Fault Tolerant Computing* (pp. 26-35). IEEE.

Atareao. (20 de noviembre de 2018). *Cómo crear un servicio de systemd*.
<https://atareao.es/tutorial/trabajando-con-systemd/como-crear-un-servicio-con-systemd/>

Cachin, C., Guerraoui, R. y Rodrigues, L. (2011). Consensus. *Introduction to Reliable and Secure Distributed Programming*, 203-279.

Canal ACM. (5 de junio de 2018). *John Hennessy and David Patterson 2017 ACM A.M. Turing Award Lecture* [Archivo de Vídeo]. Youtube.
<https://www.youtube.com/watch?v=3LVeEjsn8Ts>

Canal NETVN82. (27 de junio de 2021). *Cómo configurar máquinas virtuales de alta disponibilidad con Proxmox* [Archivo de Vídeo]. Youtube.
https://www.youtube.com/watch?v=ItwQ5n3PTjQ&ab_channel=NETVN82

Coulouris, G. F., Dollimore, J., y Kindberg, T. (2005). *Distributed systems: concepts and design*. Pearson Education.

Denikin. (7 de julio de 2020). *Zabbix official redis template does not pass password*.
<https://www.zabbix.com/forum/zabbix-troubleshooting-and-problems/404686-zabbix-official-redis-template-does-not-pass-password>

Deyimar, A. (24 de enero de 2023). *Qué usar – Nginx vs Apache*.
<https://www.hostinger.es/tutoriales/que-usar-nginx-vs-apache>



Dinahosting. (s.f.). *¿Qué es Apache y para qué sirve? Servidor web.*

<https://dinahosting.com/ayuda/que-es-apache-y-para-que-sirve/>

Drake, M. (12 de junio de 2020). *How To Create a Redundant Storage Pool Using GlusterFS on Ubuntu 18.04.* <https://www.digitalocean.com/community/tutorials/how-to-create-a-redundant-storage-pool-using-glusterfs-on-ubuntu-18-04>

Drake, M. (15 de junio de 2020). *How To Create a Redundant Storage Pool Using GlusterFS on Ubuntu 20.04.* <https://www.digitalocean.com/community/tutorials/how-to-create-a-redundant-storage-pool-using-glusterfs-on-ubuntu-20-04>

Farley, M., Stearns, T., y Hsu, J. (1999). Seguridad e Integridad de datos. *Osborne / McGraw-Hill*

GlusterDocs. (s.f.). *Architecture.* <https://docs.gluster.org/en/main/Quick-Start-Guide/Architecture/>

GlusterDocs. (s.f.). *Gluster On ZFS.* <https://docs.gluster.org/en/latest/Administrator-Guide/Gluster-On-ZFS/>

GlusterDocs. (s.f.). *Monitoring your GlusterFS Workload.* <https://docs.gluster.org/en/latest/Administrator-Guide/Monitoring-Workload/>

HAProxy. (s.f.). *Http-errors.*

<https://www.haproxy.com/documentation/hapee/latest/configuration/config-sections/http-errors/>

Java point. (s.f.). *Web Servers.* <https://www.javatpoint.com/web-servers>

Javier. (31 de julio de 2012). *Zabbix, control de puntos de montaje.* <https://www.elmundoenbits.com/2012/07/zabbix-mount-point-control.html#:~:text=Como%20podemos%20observar%2C%20con%20un,1%2C%20%C3%A9sta%20s%C3%AD%20estar%C3%A1%20montada.>

Jethva, H. (21 de febrero de 2020). *How to Install and Configure MariaDB Galera Cluster on Ubuntu 18.04.* <https://www.atlantic.net/vps-hosting/how-to-install-and-configure-mariadb-galera-cluster-on-ubuntu-18-04/>

Jethva, H. (10 de enero de 2022). *How to Install WordPress on Ubuntu 22.04 using LAMP.* <https://cloudinfrastructureservices.co.uk/how-to-install-wordpress-on-ubuntu-22-04-using-lamp/>

Kumar, S. (26 de octubre de 2015). *Availability & Downtime Calculation.* <https://www.linkedin.com/pulse/best-practice-high-availability-downtime-calculation-shashank/>

Lamport, L. (2019). The part-time parliament. In *Concurrency: the Works of Leslie Lamport* (pp. 277-317).

Limoncelli, T. A., Hogan, C. J., y Chalup, S. R. (2007). *The practice of system and network administration*. Pearson Education.

López Mendoza, M. (5 de octubre de 2020). *Memcached vs Redis.* <https://openwebinars.net/blog/memcached-vs-redis/>

Lucke, R. W. (2004). *Building Clustered Linux Systems (Hewlett-Packard Professional Books (Paperback))*. Prentice Hall PTR.

Lynch, N. A. (1994, May). Atomic Transactions for Multiprocessor Programming: A Formal Approach. In *Specification of Parallel Algorithms* (pp. 125-142).

Majorization. (16 de abril de 2020). *zabbix-complete-works.* <https://github.com/marksugar/zabbix-complete-works/blob/master/app-templates/mariadb-galera-cluster-monitor.xml>

MariaDB. (s.f.). *About Galera Replication.* <https://mariadb.com/kb/en/about-galera-replication/>

Martin, L. (1999). Servidores Nonstop Himalaya para alta disponibilidad. *Windows NT Actual, 6, 46-49.*

Martínez Perales, D. (2 de enero de 2020). *Gluster – Filesystems con Alta Disponibilidad en Linux.* <https://puerto53.com/linux/gluster/filesystems-con-alta-disponibilidad/>

Maurya, H. (5 de noviembre de 2022). *How to Install WordPress on Ubuntu 22.04 LTS Server.* <https://linux.how2shout.com/how-to-install-wordpress-on-ubuntu-22-04-lts-server/>

Menasce, D.A., M. Á., Almeida, V. A., Dowdy, L. W., y Dowdy, L. (2004). *Performance by design: computer capacity planning by example*. Prentice Hall Professional.

Merge, J. (2 de abril de 2023). *haproxy-custom-errors.* <https://github.com/Jonathan-Rosewood/haproxy-custom-errors>

MiCirca. (14 de diciembre de 2018). *Gluster Storage - Zabbix*.

<https://github.com/MrCirca/zabbix-glusterfs>

Morales, R. (13 de abril de 2013). *Iptables - Aplicando reglas para configurar el cortafuegos.* <https://www.ticarte.com/contenido/iptables-aplicando-reglas-para-configurar-el-cortafuegos>

Muñoz, R. (3 de marzo de 2018). *Clúster RabbitMQ + Failover HAProxy*.
<https://github.com/RafaMunoz/Cluster-RabbitMQ-HAProxy>

Nathan. (22 de noviembre de 2022). *How to install ZABBIX 6.2 on Ubuntu 22*.
<https://www.layerstack.com/resources/tutorials/How-to-install-ZABBIX-on-Ubuntu22>

Ndungu, F. (13 de febrero de 2019). *How to Setup MySQL NDB Cluster on Ubuntu 16.04*.
<https://www.alibabacloud.com/blog/594458>

Nizhegolenko, A. (3 de diciembre de 2018). *High-Availability MySQL cluster with load balancing using HAProxy and Heartbeat*. <https://towardsdatascience.com/high-availability-mysql-cluster-with-load-balancing-using-haproxy-and-heartbeat-40a16e134691>

PenTestPartners. (s.f.). *How to use Keepalived for high availability and load balancing*.
<https://www.pentestpartners.com/security-blog/how-to-use-keepalived-for-high-availability-and-load-balancing/>

Peterman, M. (4 de agosto de 2017). *Galera Cluster monitoring template for Zabbix*.
<https://github.com/MogiePete/zabbix-galera-template>

Portillo, S. (5 de septiembre de 2021). *Como cambiar el idioma de la interfaz web de Zabbix*. <https://tutorialesit.com/cambiar-idioma-interfaz-web-zabbix/>

SIOS. (s.f.). *High Availability*. [https://us.sios.com/resource/high-availability/#:~:text=High%20availability%20\(HA\)%20is%20the,uptime%20at%20least%2099.99%25%20annually.](https://us.sios.com/resource/high-availability/#:~:text=High%20availability%20(HA)%20is%20the,uptime%20at%20least%2099.99%25%20annually.)

Stackoverflow. (s.f.). *How to set password for Redis?*
<https://stackoverflow.com/questions/7537905/how-to-set-password-for-redis>

Tanenbaum, A. S. y Van Steen, M. (2007). *Distributed systems principles and paradigms*.

Technical matters. (5 de junio de 2023). *Galera Cluster for MariaDB*.
<https://www.ionos.com/digitalguide/hosting/technical-matters/mariadb-galera-clusters/>

Tellado, F. (4 de junio de 2023). *El archivo wp-config.php: Todo lo que querías saber y mucho más*. <https://ayudawp.com/wpconfig/>

UCRapuntes. (28 de septiembre de 2022). *Crear un cluster de base de datos MariaDB con Galera*.
http://apuntes.ucr.ac.cr/index.php/Crear_un_cluster_de_base_de_datos_MariaDB_con_Galera#Servidores

Wagner, R. (15 de mayo de 2023). *WP Redis*. <https://github.com/pantheon-systems/wp-redis>

Wallen, J. (31 de agosto de 2022). *How to create a Redis cluster for database failover*.
<https://www.techrepublic.com/article/create-redis-cluster/>

Wallen, J. (6 de noviembre de 2020). *Tutorial: Deploy a Highly Availability GlusterFS Storage Cluster*. <https://thenewstack.io/tutorial-deploy-a-highly-availability-glusterfs-storage-cluster/>

Weygant, P. S. (2000). Primer on Clusters for High Availability. *Technical Paper at Hewlett-Packard Labs, CA*.

Zabbix documentation. (s.f.). *Requirements for MySQL by Zabbix agent*.
https://www.zabbix.com/documentation/4.4/en/manual/config/templates_out_of_the_box/requirements/mysql

Zabbix. (s.f.). *HAProxy by Zabbix agent*.
https://www.zabbix.com/integrations/haproxy#haproxy_agent

Zabbix. (s.f.). *MySQL by Zabbix agent*. <https://www.zabbix.com/la/integrations/mysql>