

Universidad Nacional de La Pampa – Facultad de Ingeniería

Tesina de grado

Título: *Monitoreo de una Infraestructura Informática Utilizando una Estrategia Guiada por Medición y Evaluación*

Nombre del/los autor/es: *Marcos Sebastián Abram*

Grado académico: *Ingeniero en Sistemas*

Director: *Dr. Pablo Becker; Cátedra Ingeniería de Software I*

Co-Director: *Dr. Luis Olsina; Cátedra Ingeniería de Software II*

Lugar de presentación: *General Pico – La Pampa*

Año: *2024*

Fecha de aprobación: *23/08/2024*

Nombre, apellido y filiación institucional del Jurado:

Guillermo Lafuente. Facultad de Ingeniería. Universidad Nacional de La Pampa. General Pico, La Pampa, Argentina.

José Luis Filippi. Facultad de Ingeniería. Universidad Nacional de La Pampa. General Pico, La Pampa, Argentina.

María Belén Rivera. Facultad de Ingeniería. Universidad Nacional de La Pampa. General Pico, La Pampa, Argentina.

Resumen:

Existen diferentes tipos de metas que una organización de TIC (Tecnologías de la Información y la Comunicación) puede establecer como, por ejemplo, metas de evaluación, de testing, de desarrollo, entre otras. Para las metas de evaluación existen diferentes propósitos tales como comprender, mejorar, monitorear, controlar, seleccionar una alternativa, y comparar, por citar algunos. Cualquier meta se operacionaliza por medio de un proyecto. A su vez, un proyecto dado se instancia a partir de una estrategia que especifica procesos (qué hacer) y métodos (cómo hacerlo). En vista de lo anterior, y con el propósito de monitorear la eficiencia de desempeño y fiabilidad de un Data Center en un contexto de uso real, en este trabajo se aplica la estrategia de monitoreo llamada GOCAMEM (Goal-Oriented Context-Aware Measurement, Evaluation and Monitoring).

El aporte principal del presente trabajo consiste en definir un conjunto de requisitos no funcionales (atributos y características de calidad) específicos para eficiencia de desempeño y fiabilidad de un Data Center, y el diseño de sus métricas e indicadores, los cuales permitirán la recolección, análisis y presentación de datos para generar reportes de monitoreo.

A partir de este monitoreo guiado por mediciones y evaluaciones se obtienen datos e información que ayudan a los interesados corporativos a tomar decisiones. Como resultado del caso aplicado se logra determinar que el Data Center en cuestión no hace un uso eficiente de sus recursos y se brindan algunas recomendaciones.

Palabras claves: *Estrategia, Monitoreo, Data Center, Requisitos no Funcionales, Métricas, Indicadores.*

Abstract:

There are different types of goals that an ICT (Information and Communication Technology) organization can establish, such as evaluation goals, testing goals, development goals, among others. For evaluation goals, there are various purposes such as understanding, improving, monitoring, controlling, selecting an alternative, and comparing, to name a few. Any goal is operationalized through a project. In turn, a given project is instantiated from a strategy that specifies processes (what to do) and methods (how to do it). In view of the above, and with the aim of monitoring the performance efficiency and reliability of a Data Center in a real-use context, this work applies the monitoring strategy called GOCAMEM (Goal-Oriented Context-Aware Measurement, Evaluation, and Monitoring).

The main contribution of this work consists of defining a set of non-functional requirements (attributes and quality characteristics) specific to the performance efficiency and reliability of a Data Center, and the design of its metrics and indicators, which will allow the collection, analysis, and presentation of data to generate monitoring reports.

Based on this monitoring guided by measurements and evaluations, data and information are obtained that help corporate stakeholders make decisions. As a result of the applied case, it was determined that the Data Center in question does not make efficient use of its resources, and some recommendations are provided.

Key Words: *Strategy, Monitoring, Data Center, Non-Functional Requirements, Metrics, Indicators.*



Universidad Nacional de La Pampa
Facultad de Ingeniería



TRABAJO FINAL PARA LA CARRERA
INGENIERÍA EN SISTEMAS

Monitoreo de una Infraestructura Informática Utilizando una Estrategia Guiada por Medición y Evaluación

Autor: Marcos Sebastián Abram

Director: Dr. Pablo Becker

Co-Director: Dr. Luis Olsina

General Pico, La Pampa, 2024

Resumen

Existen diferentes tipos de metas que una organización de TIC (Tecnologías de la Información y la Comunicación) puede establecer como, por ejemplo, metas de evaluación, de *testing*, de desarrollo, entre otras. Para las metas de evaluación existen diferentes propósitos tales como comprender, mejorar, monitorear, controlar, seleccionar una alternativa, y comparar, por citar algunos. Cualquier meta se operacionaliza por medio de un proyecto. A su vez, un proyecto dado se instancia a partir de una estrategia que especifica procesos (qué hacer) y métodos (cómo hacerlo). En vista de lo anterior, y con el propósito de monitorear la eficiencia de desempeño y fiabilidad de un *Data Center* en un contexto de uso real, en este trabajo se aplica la estrategia de monitoreo llamada GOCAMEM (*Goal-Oriented Context-Aware Measurement, Evaluation and Monitoring*).

El aporte principal del presente trabajo consiste en definir un conjunto de requisitos no funcionales (atributos y características de calidad) específicos para eficiencia de desempeño y fiabilidad de un *Data Center*, y el diseño de sus métricas e indicadores, los cuales permitirán la recolección, análisis y presentación de datos para generar reportes de monitoreo.

A partir de este monitoreo guiado por mediciones y evaluaciones se obtienen datos e información que ayudan a los interesados corporativos a tomar decisiones. Como resultado del caso aplicado se logra determinar que el *Data Center* en cuestión no hace un uso eficiente de sus recursos y se brindan algunas recomendaciones.

Agradecimientos

En primer lugar, quiero agradecer a mi familia y seres queridos por apoyarme durante todos estos años de estudio. Al Dr. Pablo Becker, mi director, y al Dr. Luis Olsina, mi co-director, por el apoyo constante brindado para la realización de este trabajo, el tiempo prestado para consultar dudas y por la lectura y revisión del trabajo final.

Gracias a mis amistades, y a todos los que de una manera u otra me apoyaron para la realización de este trabajo.

Contenido

1.	Introducción	1
1.1	Motivación y contexto del trabajo	1
1.2	Objetivos y Resultados Esperados	9
1.3	Organización del trabajo final	9
2.	Herramientas y Trabajos Relacionados	12
3.	Fundamentos de Estrategias de Medición y Evaluación	19
3.1	Panorama de la Estrategia GOCAMEM	25
4.	Caso aplicado: Monitoreo de un Data Center	27
4.1	Definir los Requisitos no Funcionales (A1).....	27
4.2	Diseñar la Medición y la Evaluación (A2)	30
4.3	Diseñar el Análisis (A4.1)	41
4.4	Implementar la Medición y la Evaluación (A3)	42
4.5	Analizar los Resultados (A4.2).....	46
5.	Conclusiones y Trabajo Futuro	52
	Referencias	54
	Anexo I: Especificación de Requisitos de Calidad de Recurso	57
	Anexo II: Especificación de Métricas Indirectas y sus Métricas Directas Relacionadas .	59
	Anexo III: Especificación de Indicadores Elementales	75
	Anexo IV: Valores de Medidas Base y Derivadas	89
	Anexo V: Valores de Indicadores Elementales.....	96

Índice de figuras

Figura 1.a) Nube Privada vs b) Nube Pública.....	1
Figura 2. Impacto de la virtualización en arquitectura de aplicación.....	4
Figura 3. Hipervisor.....	5
Figura 4. Hipervisor Tipo 1 (Hipervisor Nativo o Bare-Metal).....	5
Figura 5. Hipervisor Tipo 2 (Hipervisor Alojado).....	6
Figura 6. Arquitectura del Data Center de ABC.....	7
Figura 7. Ecosistema de Zabbix (extraído de [18]).....	12
Figura 8. Dashboard de Atera accedido a través de internet (extraído de [8]).	13
Figura 9. Ecosistema de Pandora FMS (extraído de [26]).....	14
Figura 10. Dashboard de Nagios XI (extraído de [29]).....	15
Figura 11. Ecosistema de la plataforma Zenoss (extraído de [3]).....	15
Figura 12. Modelo de "Calidad en uso" (extraído de ISO/IEC 25010 [15]).....	21
Figura 13. Modelo de "Calidad de producto / sistema" (extraído de ISO/IEC 25010 [15]).	21
Figura 14. Proceso de la Estrategia GOCAMEM (extraído de [25]).	25
Figura 15. Estructura jerárquica de las características de calidad consideradas en este trabajo.	27
Figura 16. Comportamiento de Función cuadrática vs. Función lineal.	34
Figura 17. Niveles de aceptabilidad.....	41
Figura 18. Ciclos de medición y evaluación.....	42
Figura 19. Gráfico de los valores de uso de uno de los procesadores del Data Center obtenidos mediante Zabbix durante la cuarta semana de monitoreo (período correspondiente entre el 8 de agosto y el 14 de agosto, incluidos). En (a) se muestran los registros de los días 8 y 9 de agosto, en (b) los valores de los días 10 y 11 de agosto, y finalmente, en (c) los registros de los días 12, 13 y 14 del mismo mes.	46
Figura 20. Gráfico de barras a partir de los valores obtenidos mediante Zabbix en la evaluación realizada cada semana para cada atributo.....	47

Índice de tablas

Tabla 1. Características técnicas de los servidores.	7
Tabla 2. Comparación de herramientas de monitoreo.....	16
Tabla 3. Categorías de propósitos.....	19
Tabla 4. Plantilla de especificación de métricas directas.....	22
Tabla 5. Plantilla de especificación de métricas indirectas.....	23
Tabla 6. Plantilla de especificación de indicadores elementales.....	24
Tabla 7. Árbol de Requisitos No Funcionales con foco de evaluación en Calidad de Recurso y sus definiciones.	28
Tabla 8. Especificación de la métrica indirecta “Porcentaje de Tiempo de Uso Crítico de Procesador” (%UCP).	30
Tabla 9. Especificación de la métrica directa “Tiempo de Uso Crítico de Procesador” (#TUCP).	31
Tabla 10. Especificación del indicador “Nivel de Satisfacción en el Uso Crítico de Procesador” (NS_UCP).....	32
Tabla 11. Especificación de la métrica indirecta “Porcentaje de Tiempo Activo” (%TA) 36	
Tabla 12. Especificación de la métrica directa “Tiempo de Mantenimiento Programada” (#TMP).	37
Tabla 13. Especificación de la métrica directa “Tiempo de Fallas” (#TF).	38
Tabla 14. Especificación del indicador “Nivel de Satisfacción del Tiempo Activo” (NS_TA).	39
Tabla 15. Requisitos no funcionales y valores de indicadores elementales para cada una de las semanas en los que se realizó el monitoreo. Nota: los valores de Indicadores Elementales están expresados en %.....	44

1. Introducción

1.1 Motivación y contexto del trabajo

Por cuestiones de privacidad y seguridad, y a veces por cuestiones legales [11] algunas organizaciones cuentan con sus propios recursos informáticos para la administración de datos y aplicaciones empresariales, sin la utilización de servicios de terceros como por ejemplo de la nube pública. El conjunto de recursos informáticos, que incluye servidores (servers), unidades de almacenamiento (storages), firewalls, switches, entre otros, forman parte de la infraestructura informática de una organización. Esta infraestructura es conocida como Data Center.

Dentro de este contexto, una opción para la organización es la configuración de una nube privada. Como se observa en la Figura 1.a), esta modalidad de computación en la nube está diseñada exclusivamente para una sola entidad, brindando un alto grado de control, privacidad y seguridad al aprovechar la infraestructura del Data Center existente para alojar servicios y aplicaciones en un entorno virtualizado. Por otro lado, en la Figura 1.b) se representa el caso de la nube pública, donde la nube es accesible por varias organizaciones.

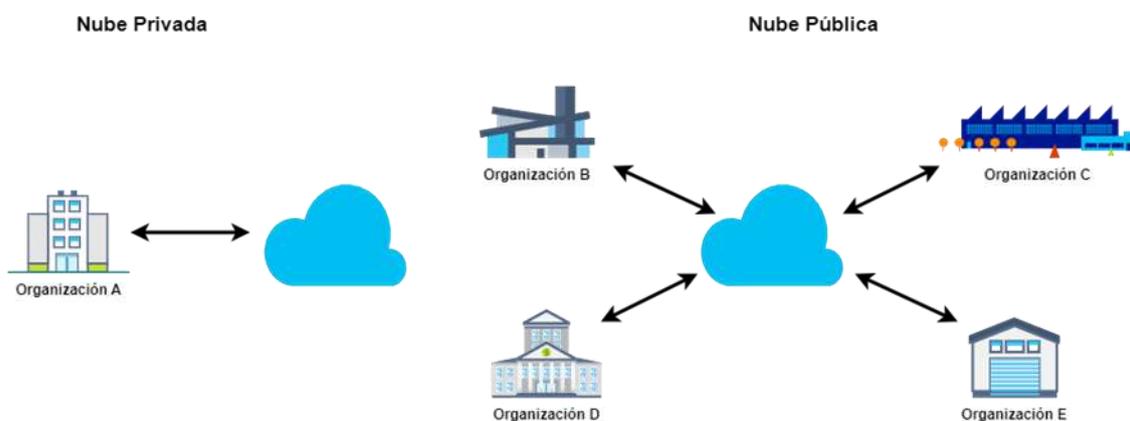


Figura 1.a) Nube Privada vs b) Nube Pública.

Los Data Centers son elementos (entidades) fundamentales para cualquier tipo de organización, ya que permiten almacenar, procesar, distribuir y proteger la información, y mediante ciertos mecanismos de seguridad disminuir los riesgos de pérdida o robo de datos. Estos son creados y mantenidos por las organizaciones con el motivo de tener acceso a la información necesaria para garantizar la continuidad de sus operaciones. Además, dotan a las organizaciones de:

- Independencia: Los Data Centers pueden proporcionar a las organizaciones independencia en términos de gestión de sus aplicaciones. En lugar de depender

de servicios de terceros, como proveedores de nube pública, las organizaciones pueden tener control completo sobre su infraestructura de TI (Tecnología de la Información) y la gestión de datos [13].

Este aspecto no es menor en particular para las organizaciones de Argentina. Dada las restricciones económicas de los últimos años, depender en gran medida de servicios de terceros en el exterior, como algún proveedor de la nube pública como Amazon, Azure y Google, entre otros, podría poner algunas trabas a la operatoria de la organización, en gran medida por las restricciones para importar estos servicios y los altos costos [10, 31].

- Soberanía de datos: Los Data Centers propios de una organización ofrecen un mayor control sobre la privacidad de los datos. Al almacenar y gestionar los datos internamente, las organizaciones pueden implementar sus propias políticas de seguridad y cumplimiento, lo cual es especialmente importante para datos sensibles [14, 20]. Tal como se menciona en [11] existe un marco legal regulado por los gobiernos dado el alto crecimiento de las tecnologías tales como inteligencia artificial, computación en la nube y telecomunicación 5G. Este menciona algunos ejemplos del marco regulatorio existente para Brasil, China, India, Rusia y la Unión Europea. El caso más estricto que se encuentra es el de China y Rusia donde los datos tienen que ser almacenados, transmitidos y procesados de forma local.

Con respecto a la Argentina, se encuentra regulada por la Ley de Protección de los Datos Personales Nº 25.326 [2], que lleva más de 20 años sin actualización. Las consideraciones sobre la normativa son mencionadas en [4] y [12]. En lo que respecta a la nube pública, la ley no proporciona directrices específicas, pero los principios generales de protección de datos, seguridad, y transferencia internacional son aplicables. Esto significa que las empresas que utilizan la nube pública para almacenar o procesar datos personales deben asegurarse de que el proveedor de servicios en la nube cumple con los requisitos de la ley argentina, especialmente en lo que respecta a la transferencia y almacenamiento de datos en jurisdicciones extranjeras [14].

- Continuidad de Operaciones: Los Data Centers son cruciales para la continuidad del negocio. A través de sistemas de respaldo y recuperación de desastres, ayudan a asegurar que las operaciones comerciales puedan continuar sin interrupciones significativas, incluso en casos de fallos de hardware o desastres naturales [13, 16]. En otras palabras, cuando los datos o las transacciones sean esenciales o críticos para una organización, se debe considerar llevarlos a cabo en las instalaciones locales (on-premise) para tener un mejor control y gobernanza sobre ellos.

Por cuestiones de eficiencia, fiabilidad y seguridad, entre otros aspectos de calidad, es importante monitorear ciertos atributos de un Data Center, y así detectar de forma temprana posibles problemas y anomalías en propiedades del mismo o en su comportamiento. Asimismo, es necesario obtener reportes de monitoreo con cierta frecuencia, para poder analizar el comportamiento a lo largo del tiempo y en base a estos realizar ajustes o sugerir cambios. Estos reportes son de interés para los responsables, administradores y analistas de infraestructura de una organización.

En el presente trabajo, se evalúan algunos atributos de un Data Center perteneciente a la empresa ABC (nombre ficticio utilizado por motivos de privacidad). Esta organización, con sede central en Córdoba y sucursales en General Pico dentro de Argentina y en el exterior en Perú, cuenta con más de 30 años de experiencia en la industria de la tecnología. Es socio estratégico de Microsoft, DELL, IBM, y CISCO, entre otras grandes compañías tecnológicas. Brinda servicios y soluciones en distintos campos, como por ejemplo ciberseguridad, análisis de datos, aplicaciones de negocio e infraestructura on-premise y cloud. Cuenta con más de 300 colaboradores que trabajan para diferentes clientes e industrias tales como automotriz, banca, energía, manufacturas, minería, y finanzas, por mencionar algunas.

El Data Center de la empresa ABC se encuentra ubicado in situ (en la sucursal de General Pico) y hace uso de la tecnología de virtualización [13, 19] para optimizar y compartir el uso de los recursos de uno o varios servidores físicos. La virtualización implica la creación de máquinas virtuales (VM, por sus siglas en inglés) dentro de un mismo servidor físico, las cuales funcionan como computadoras independientes y pueden ejecutar diferentes sistemas operativos y aplicaciones.

Las empresas pueden operar usando servidores virtuales en lugar de servidores físicos con el objetivo de hacer un uso más eficiente de los servidores y, en consecuencia, reducir la inversión requerida en infraestructura física. Con la virtualización las organizaciones no están limitadas a instalar un servidor para cada tipo de sistema operativo o aplicación [13]. Permite tener una mayor flexibilidad y rapidez frente a cambios tecnológicos. En la Figura 2 se puede ver el cambio de paradigma que brinda la virtualización.

Una máquina virtual [13] es un software que emula un sistema informático y puede ejecutar programas como si fuera un sistema físico real. Proporciona la funcionalidad de un sistema físico real, pero es creada y gestionada por software. Una VM puede ejecutar su propio sistema operativo y aplicaciones de manera aislada del hardware subyacente, lo que permite ejecutar múltiples entornos virtuales en un solo servidor físico.

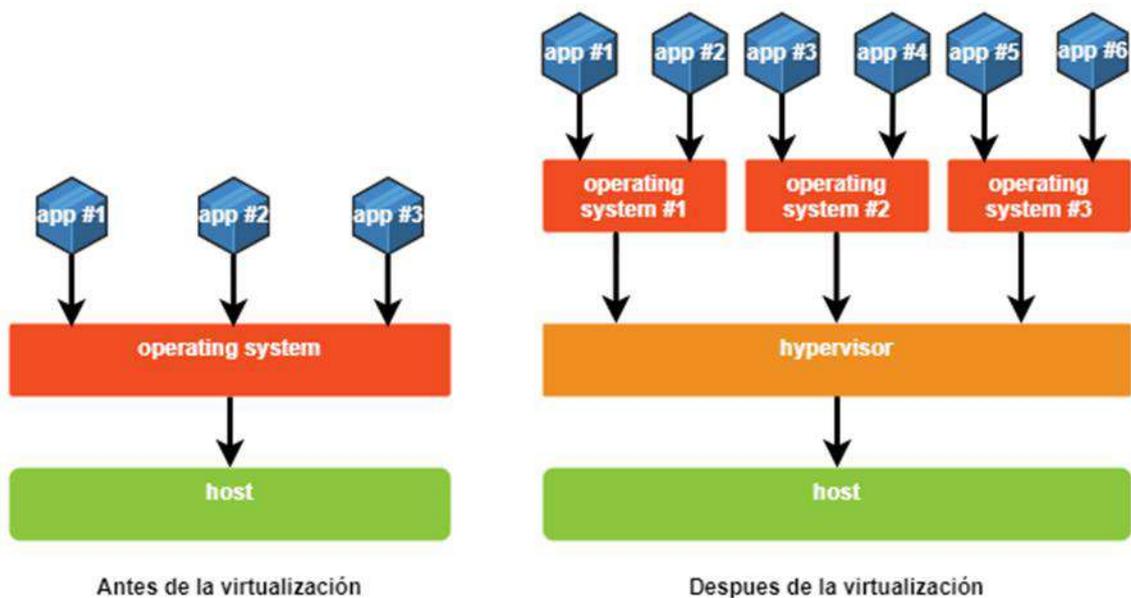


Figura 2. Impacto de la virtualización en arquitectura de aplicación.

Los principales beneficios de la virtualización son:

- Mayor Flexibilidad: Permite escalar recursos de forma dinámica según las necesidades. Las máquinas virtuales pueden ser reasignadas, ampliadas o reducidas en recursos con facilidad.
- Alta Redundancia y Confiabilidad de Red: Mejora la tolerancia a fallos tanto de software como de hardware, permitiendo la migración rápida de VMs. Proporciona aislamiento entre las máquinas virtuales. Si una máquina virtual se ve comprometida, no afecta a las otras que están en el mismo hardware.
- Seguridad: Proporciona aislamiento entre las máquinas virtuales. Si una máquina virtual se ve comprometida, no afecta a las otras que están en el mismo hardware.
- Eficiencia en el Desarrollo: Permite ejecutar sistemas en desarrollo sin necesidad de reiniciar el hardware físico. Permite actualización de sistemas en caliente. Además, no se necesitan múltiples equipos físicos.
- Eficiencia en recursos: Mejora la utilización de los recursos del servidor, permitiendo operar múltiples sistemas operativos y aplicaciones en un solo servidor físico. A las VM se le asigna los recursos que se crean necesario para su funcionamiento. Segmentación estratégica de recursos.

Para gestionar las máquinas virtuales, se emplea un software especializado denominado hipervisor (ver Figura 3), el cual se encarga de asignar los recursos de los servidores a las máquinas virtuales y de supervisar su funcionamiento.

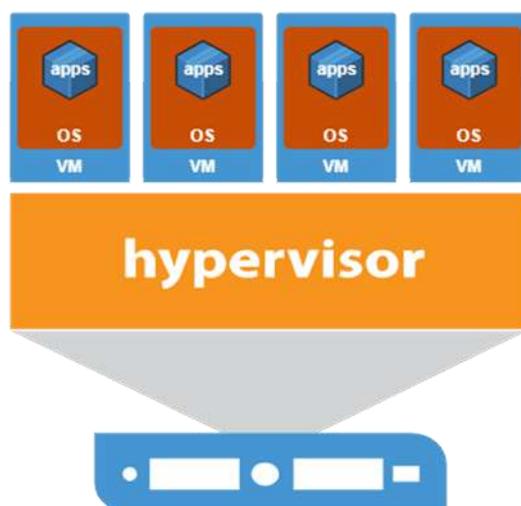


Figura 3. Hipervisor.

Existen dos tipos principales de hipervisores: el Tipo 1, o hipervisor nativo, que se ejecuta directamente en el hardware del host tal como se muestra en la Figura 4 y el Tipo 2, o hipervisor alojado, que se ejecuta sobre un sistema operativo existente, ver Figura 5.

Algunas características de los hipervisores Tipo 1 (Hipervisor Nativo o Bare-Metal) son:

- Se ejecuta directamente en el hardware del servidor, sin necesidad de un sistema operativo subyacente.
- Ofrece mejor rendimiento y eficiencia ya que hay menos capas entre el hardware y las máquinas virtuales.
- Mayormente utilizado en entornos empresariales y de centros de datos.

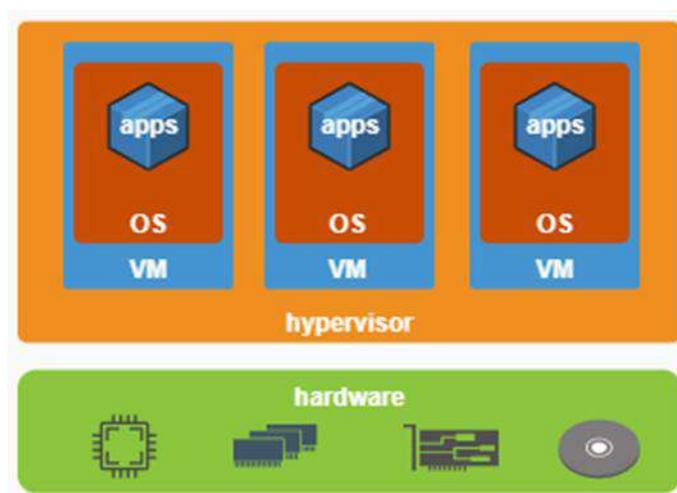


Figura 4. Hipervisor Tipo 1 (Hipervisor Nativo o Bare-Metal).

En cuanto a los hipervisores Tipo 2 (Hipervisor Alojado) se pueden mencionar las siguientes características:

- Se ejecuta sobre un sistema operativo existente.
- Es más fácil de instalar y configurar para usuarios no especializados.
- Adecuado para pruebas, desarrollo y uso personal.
- Puede tener un rendimiento ligeramente inferior comparado con los hipervisores Tipo 1 debido a la capa adicional del sistema operativo anfitrión.

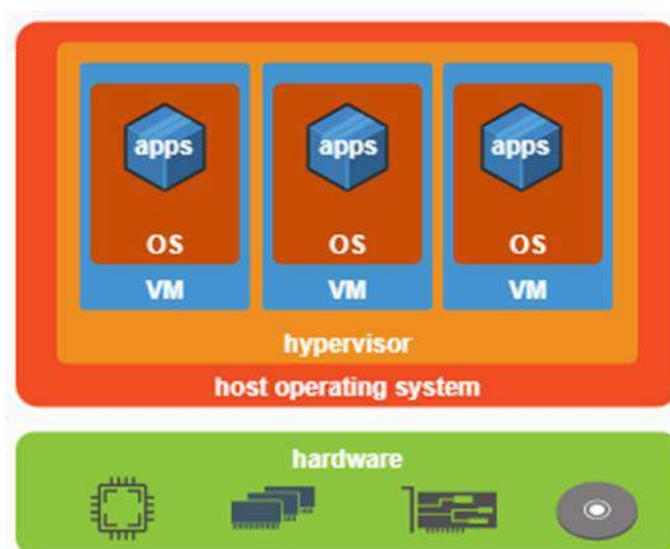


Figura 5. Hipervisor Tipo 2 (Hipervisor Alojado).

Entre los hipervisores más populares en el mercado se encuentran VMware ESXi, Microsoft Hyper-V, Citrix XenServer, KVM y Oracle VM. VMware ESXi es conocido por su robustez y amplia adopción en entornos empresariales. Microsoft Hyper-V es popular en entornos que ya dependen de productos de Microsoft.

El Data Center de la organización ABC evaluado en este trabajo consta de tres servidores modelo Dell PowerEdge R740 y tres unidades de almacenamiento de 5TB SSD. Cada servidor implementa un hipervisor para gestionar y virtualizar eficientemente los recursos de hardware, y todos están interconectados mediante la red.

El uso del hipervisor permite que los tres servidores operen como una sola unidad, lo cual facilita la administración y mejora el rendimiento del Data Center. Estos utilizan VMware ESXi como solución de hipervisor de Tipo 1. En la Figura 6 se muestra la arquitectura del Data Center, y en la Tabla 1 se detallan las especificaciones técnicas de los servidores. Cabe destacar que los 3 servidores tienen las mismas características.

Tabla 1. Características técnicas de los servidores.

COMPONENTE	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS
SERVIDOR	Dell PowerEdge R740
MEMORIA RAM	768 GB (LRDIMM, DDR4, 3200MHz)
PROCESADOR	Intel(R) Xeon(R) Gold 6130 CPU @ 2.10GHz

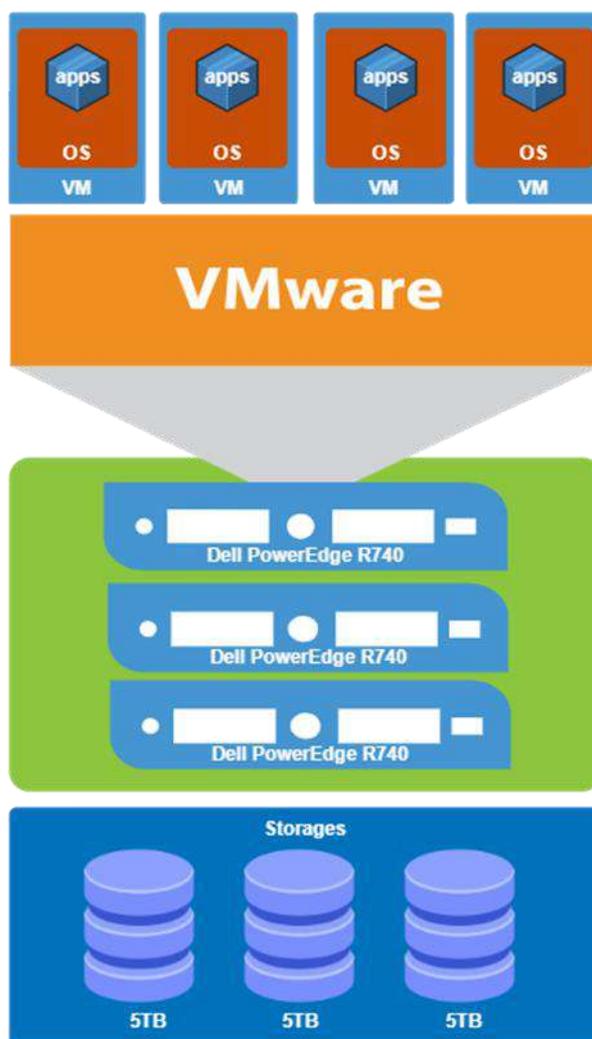


Figura 6. Arquitectura del Data Center de ABC.

En conjunto, estos componentes de hardware conforman la infraestructura del Data Center monitoreado, y desempeñan un papel fundamental en el soporte y la ejecución de las máquinas virtuales, garantizando la eficiencia y disponibilidad de los servicios ofrecidos por la empresa ABC.

El Data Center se encuentra actualmente en producción y está siendo monitoreado a través de una herramienta llamada Zabbix. Esta es una herramienta de monitoreo en tiempo real ampliamente utilizada en entornos de infraestructura informática. Proporciona la capacidad de supervisar y recopilar datos de diversos dispositivos, servidores y aplicaciones, permitiendo analizar el rendimiento, la

disponibilidad y otros aspectos clave del sistema. Zabbix ofrece una interfaz flexible y personalizable, generación de reportes y la capacidad de configurar alertas para detectar posibles problemas de manera proactiva. Es una solución versátil y escalable que brinda a los administradores de sistemas y redes una visión completa de su entorno informático. En la subsección 1.3 se describen otras herramientas similares.

Sin embargo, a pesar de los beneficios de Zabbix, hay algunos datos y reportes producidos que no son de mucho valor para la toma de ciertas decisiones y no brinda la información que la empresa ABC está necesitando. Una desventaja de Zabbix, en el contexto de la visualización de datos, reside en sus capacidades limitadas en comparación con herramientas especializadas en esta área, como Power BI o Grafana. A pesar de su eficacia como sistema de monitoreo en tiempo real y gestión de alertas, su limitación reside en la capacidad para generar reportes detallados. Siendo una solución de código abierto, la funcionalidad de reportes en Zabbix enfrenta restricciones en términos de escalabilidad y flexibilidad para la creación de informes complejos, lo que resulta en un proceso costoso y, a menudo, poco práctico para el uso cotidiano. Generalmente, los reportes se generan solo cuando surge una necesidad específica. En este contexto, la estrategia adoptada por la empresa ABC ha sido extraer los datos de Zabbix y procesarlos externamente. A pesar de sus ventajas en la recolección y el monitoreo de datos de infraestructuras de TI, no lo es en cuanto a opciones avanzadas de análisis y reportería.

Específicamente, para la empresa ABC es de interés monitorear la eficiencia de desempeño en base al uso de memoria RAM, CPU y almacenamiento, y la fiabilidad con respecto a su disponibilidad. Contar con información sobre estos aspectos ayudará a la empresa a, por ejemplo, decidir si le es conveniente continuar con el Data Center conforme a las características arriba descritas, o si sería más rentable migrar a un servicio en la nube. Además, no se está realizando un análisis longitudinal, es decir, un análisis a lo largo del tiempo, sino que sólo se realizan observaciones puntuales a partir de mediciones en tiempo real.

Con el objetivo de obtener información más oportuna para la empresa ABC, se decidió monitorear el Data Center haciendo uso de una estrategia de monitoreo guiada por medición y evaluación. En [24] se especifica una familia de estrategias para alcanzar diferentes propósitos de evaluación como comprender, mejorar [6], monitorear y comparar, por citar sólo algunos ejemplos. Una estrategia es un recurso clave de una organización ya que define un curso de acción específico a seguir, el cual debe indicar con claridad qué hacer y cómo hacerlo.

De manera resumida, los autores en [24] indican que las estrategias deben contar con especificaciones bien definidas de proceso y de métodos, además de un vocabulario común y consistente del dominio de medición y evaluación. Las especificaciones de proceso describen un conjunto de actividades, tareas, productos de trabajo, roles, etc. para alcanzar un objetivo específico. Por otro lado, las especificaciones de los métodos representan las formas particulares de realizar las tareas. Finalmente, los vocabularios establecen explícitamente los términos y relaciones necesarios del dominio para

especificar procesos y métodos de manera consistente. El uso de un vocabulario común del dominio es muy útil para evitar ambigüedades, inconsistencias e incompletitud en las especificaciones de proceso y métodos para estrategias de un determinado dominio de aplicación, y por lo tanto favorecer una comunicación homogénea entre las partes interesadas.

1.2 Objetivos y Resultados Esperados

Con la intención de realizar el monitoreo de manera sistemática y disciplinada, en el presente trabajo se seguirá el proceso de la estrategia denominada GOCAMEM (*Goal-Oriented Context-Aware Measurement, Evaluation and Monitoring*). Esta es una estrategia que utiliza métricas e indicadores –al igual que el resto de las estrategias de la familia- destinadas en este caso a monitorear propiedades y comportamiento de una entidad o de varias entidades en una situación dada. Y, a partir de las medidas y valores de indicadores se generan reportes para que las personas interesadas puedan tomar decisiones basadas en datos e información robusta y consistente.

Cabe mencionar que, si bien el monitoreo se realizará sobre el Data Center de la empresa ABC y los resultados obtenidos (medidas y valores de indicadores) serán específicos para el caso abordado, el conjunto de atributos, métricas e indicadores que se diseñan para este trabajo también podrán ser utilizados por otras organizaciones para el monitoreo de su infraestructura o bien por la propia empresa ABC en futuros servicios de monitoreo sobre infraestructuras de clientes, detectando posibles problemas con el fin de concretar una venta de una solución o recursos informáticos.

Por lo tanto, el aporte principal del presente trabajo consiste en definir un conjunto de requisitos no funcionales (atributos y características de calidad) específicos para Data Centers y el diseño de sus métricas e indicadores. La implementación de las actividades de medición y evaluación permitirá realizar un análisis sistemático y brindar recomendaciones para la toma de decisiones. Estos resultados fueron publicados en un artículo científico presentado en el evento 11° Congreso Nacional de Ingeniería Informática / Sistemas de Información (CoNaIISI):

- Abram, M., Becker, P., Olsina, L. (2023). Monitoreo de una Infraestructura Informática Utilizando una Estrategia Guiada por Medición y Evaluación. Actas del 11vo Congreso Nacional de Ingeniería Informática / Sistemas de Información (CoNaIISI), S. M. de Tucumán, 2-3 nov., pp. 1-14, (2023). ISSN 2347-0372.

1.3 Organización del trabajo final

El presente trabajo final está dividido en cinco capítulos. En el Capítulo 1 se introdujo la motivación y el contexto organizacional detrás de este trabajo, presentando el tema a tratar, los objetivos y los resultados esperados.

En el Capítulo 2 se centra en el análisis y comparación de diversas herramientas y trabajos relacionados con el monitoreo. Se inicia el capítulo presentando un panorama general de sistemas de monitoreo disponibles en el mercado, destacando sus características principales, ventajas y desventajas. Además, se incluye una tabla comparativa que sintetiza las características clave de estas herramientas para facilitar su comparación. También se hace referencia a investigaciones enfocadas en el monitoreo, ilustrando la diversidad de enfoques y aplicaciones en el campo del monitoreo de redes.

En el Capítulo 3 se dan los fundamentos de una Familia de Estrategias guiadas por Medición y Evaluación, y se hace foco en la estrategia de monitoreo denominada GOCAMEM, la cual se utiliza en este trabajo para monitorear el Data Center de la empresa ABC.

En el Capítulo 4 se ilustra la aplicación de la estrategia GOCAMEM en un caso real. Este caso práctico tiene como objetivo ilustrar la aplicación y utilidad de una estrategia de monitoreo guiada por medición y evaluación. Además, siguiendo las actividades de la estrategia se presenta un conjunto de requisitos no funcionales (atributos y características de calidad) específicos para eficiencia de desempeño y fiabilidad de un *Data Center*, y el diseño de sus métricas e indicadores, los cuales permitirán la recolección, análisis y presentación de datos para generar reportes de monitoreo y la toma de decisiones.

Por último, el Capítulo 5 presenta las principales conclusiones obtenidas de este trabajo, se brindan algunas recomendaciones, y se exponen las líneas de avance futuras.

2. Herramientas y Trabajos Relacionados

Actualmente, el mercado ofrece una amplia variedad de sistemas de monitoreo de red, cada uno con características diferentes. Algunos de ellos son:

- Zabbix (<https://www.zabbix.com/>) [18]: es una plataforma integral (tal como se muestra en la Figura 7) para el monitoreo de redes, servidores y aplicaciones, destacándose por su capacidad para escalar y adaptarse a cualquier tamaño de infraestructura de TI. Ofrece monitoreo en tiempo real abarcando desde la infraestructura de red hasta el estado del hardware y el software, incluyendo también la seguridad de los datos. Su funcionalidad de autodescubrimiento de dispositivos facilita la configuración y adaptación a cambios en la red. Zabbix automáticamente detecta nuevos dispositivos a medida que se añaden a la red, configura el monitoreo basado en plantillas predefinidas y ajusta las alertas y umbrales según las características específicas del dispositivo de forma automática. Zabbix es capaz de enviar notificaciones proactivas ante incidencias, lo que permite una rápida respuesta ante posibles problemas.
 - Ventajas: Alta escalabilidad, código abierto y capacidad de autodescubrimiento.
 - Desventajas: Complejidad en la configuración inicial y una interfaz de usuario menos intuitiva.

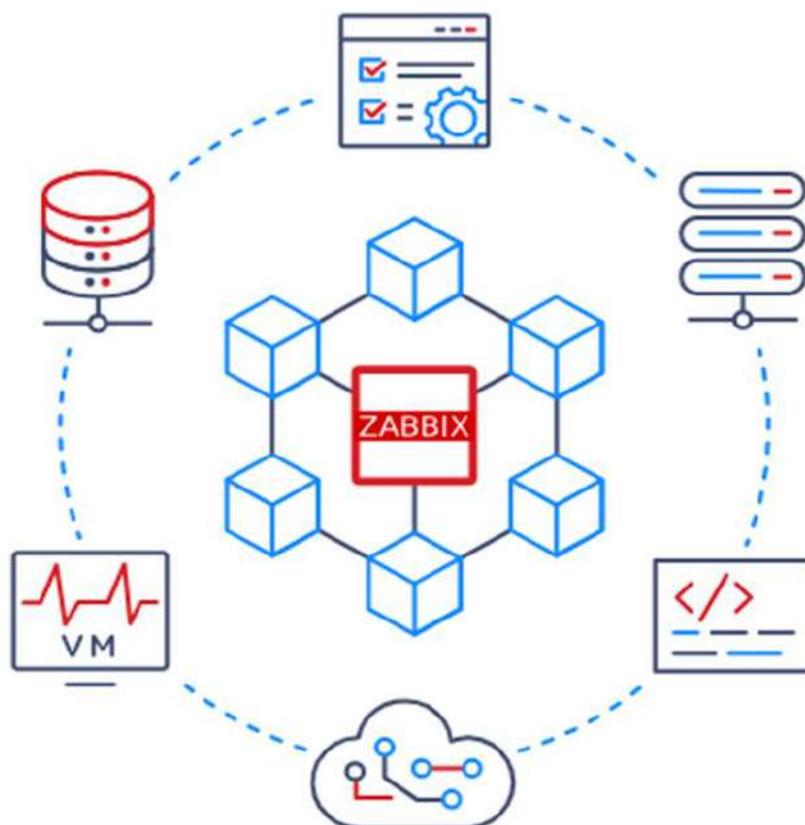


Figura 7. Ecosistema de Zabbix (extraído de [18]).

- Atera (<https://www.atera.com/>) [8]: es la solución ideal para Proveedores de Servicios de Monitoreo (MSPs, por sus siglas en inglés), empresas especializadas en ofrecer servicios de TI, que buscan una plataforma de monitoreo y gestión remota bajo el modelo de Software como Servicio (SaaS, por sus siglas en inglés). Este modelo permite a los MSPs supervisar y gestionar proactivamente la infraestructura de TI de sus clientes, garantizando así un rendimiento óptimo y la disponibilidad de los sistemas. La plataforma todo-en-uno de Atera incluye herramientas para el seguimiento en tiempo real del estado del hardware, gestión de actualizaciones de software, acceso remoto y soporte técnico, lo que simplifica la gestión de TI y permite a los profesionales concentrarse en ofrecer un servicio más que en la configuración y mantenimiento de la plataforma de monitoreo. Así, Atera se convierte en un aliado fundamental para los MSPs, facilitando una operación de TI robusta y confiable para sus clientes. En la Figura 8 se muestra una captura de pantalla de la aplicación.
 - Ventajas: Modelo todo-en-uno, basado en la nube, ideal para MSPs.
 - Desventajas: Puede no adaptarse perfectamente a organizaciones que no son proveedores de servicios.

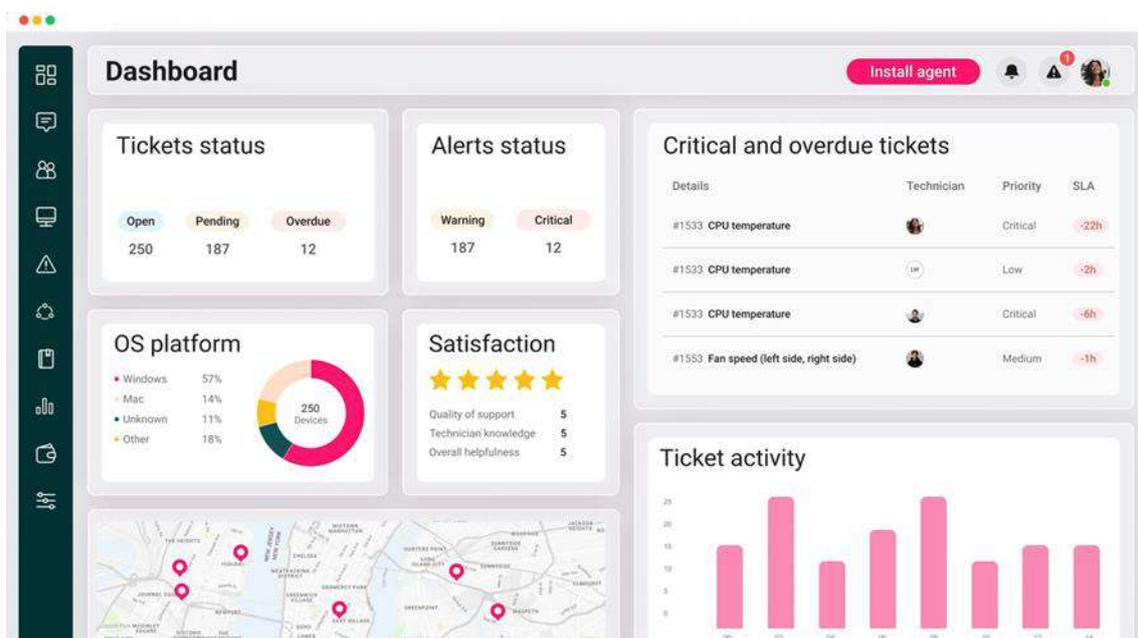


Figura 8. Dashboard de Atera accedido a través de internet (extraído de [8]).

- PandoraFMS (<https://pandorafms.com/es/>) [26]: es una solución flexible que sirve tanto para monitorear complejas infraestructuras de TI como para integrar proyectos de IoT (Internet de las Cosas) y seguimiento de indicadores específicos. Su versatilidad lo hace adecuado tanto para grandes empresas como para proyectos específicos que requieren monitoreo personalizado. Pandora FMS permite centralizar la información de monitoreo en una única plataforma, facilitando el

análisis y la toma de decisiones basadas en datos concretos recolectados con el monitoreo (ver Figura 9).

- Ventajas: Flexibilidad para monitorear cualquier tecnología, y alta personalización.
- Desventajas: Curva de aprendizaje lenta, y posibles limitaciones en la documentación y soporte para los usuarios de la versión de código abierto.

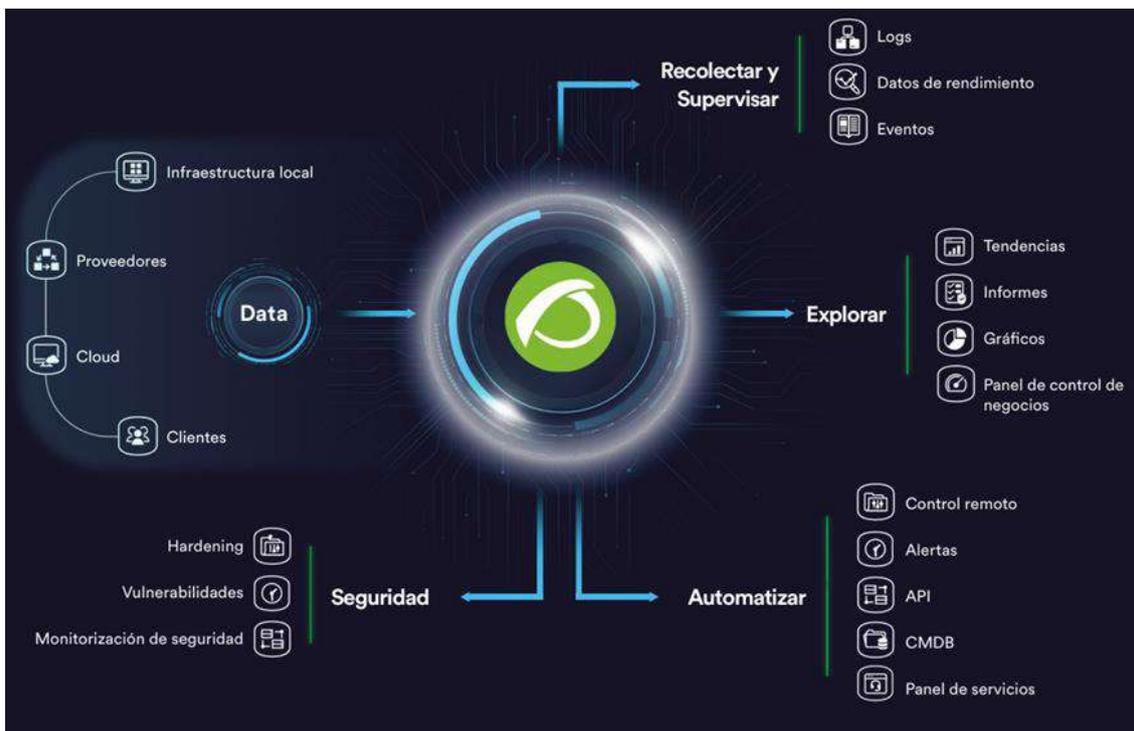


Figura 9. Ecosistema de Pandora FMS (extraído de [26]).

- Nagios (<https://www.nagios.org/>) [29]: es reconocido por su robustez y la gran comunidad que lo respalda, ofreciendo una vasta cantidad de plugins que extienden sus capacidades de monitoreo. Permite a los administradores de TI mantenerse al tanto del estado de la red, identificando problemas potenciales antes de que se conviertan en incidentes críticos. Aunque su configuración inicial puede requerir más esfuerzo, su poder y flexibilidad lo hacen una elección popular para monitorear infraestructuras complejas.
 - Ventajas: Amplia comunidad y extensibilidad a través de plugins.
 - Desventajas: Configuración manual intensiva y una interfaz de usuario anticuada como se puede ver en la Figura 10.



Figura 10. Dashboard de Nagios XI (extraído de [29]).

- Zenoss (<https://www.zenoss.com/>) [3]: se especializa en el monitoreo de entornos híbridos, combinando la monitorización de recursos físicos, virtuales y en la nube integral (tal como se muestra en la Figura 11). Proporciona una visión completa y en tiempo real de toda la infraestructura de TI, facilitando la identificación de problemas y su resolución antes de que afecten las operaciones. Zenoss es ideal para organizaciones que operan en entornos de TI complejos y dinámicos, ofreciendo capacidades avanzadas para el análisis de eventos y la gestión de servicios.
 - Ventajas: Visión en tiempo real de todo el entorno de TI y análisis avanzado de eventos.
 - Desventajas: Puede implicar una inversión significativa y requerir conocimientos especializados para su implementación.



Figura 11. Ecosistema de la plataforma Zenoss (extraído de [3]).

La Tabla 2 compara las herramientas mencionadas y sintetiza aspectos clave como la licencia, escalabilidad, facilidad de uso, flexibilidad de monitoreo, soporte, integraciones, capacidades de visualización y reporte, especialización, requisitos de infraestructura, y automatización.

Tabla 2. Comparación de herramientas de monitoreo.

	ZABBIX	ATERA	PANDORA FMS	NAGIOS	ZENOSS
LICENCIA	Código abierto	Comercial (SaaS)	Código abierto y Comercial	Código abierto y Comercial	Comercial
ESCALABILIDAD	Alta	Moderada a Alta	Alta	Alta	Alta
FACILIDAD DE CONFIGURACIÓN Y USO	Media	Alta	Media	Media	Media
FLEXIBILIDAD DE MONITOREO	Muy Alta	Alta	Muy Alta	Alta	Alta
SOPORTE	Comunidad y Comercial	Comercial	Comunidad y Comercial	Comunidad y Comercial	Comercial
INTEGRACIONES	Alta	Moderada	Alta	Alta	Alta
EXTENSIBILIDAD (APIS, PLUGINS)	Alta	Moderada	Alta	Alta	Alta
VISUALIZACIÓN	Buenas	Buenas	Buenas	Básicas	Buenas
REPORTERÍA	No Muy Buenas	Buenas	Buenas	Básicas	Buenas
ESPECIALIZACIÓN	General	MSPs	General/IoT	General	Infraestructura Híbrida
INFRAESTRUCTURA	Local	Basado en la Nube	Local/Basado en la Nube	Local	Local/Basado en la Nube
AUTOMATIZACIÓN Y RESPUESTA A INCIDENTES	Avanzada	Avanzada	Avanzada	Básica a Moderada	Avanzada

Si bien estas herramientas son de utilidad, a la hora de obtener reportes y realizar un análisis, las mismas se encuentran limitadas ya que son herramientas de uso general, y muchas veces no se adecuan a las necesidades específicas de una organización. En muchos casos la solución puede encontrarse en herramientas adicionales que pueden integrarse con la plataforma, aunque esto no siempre es posible. En cuanto a la empresa ABC, ésta cuenta con su propio sistema que integra datos de distintas plataformas, como Zabbix, en una sola.

Además de herramientas de monitoreo general como las antes mencionadas, se han desarrollado trabajos que abordan el monitoreo de ciertos parámetros de la calidad de las infraestructuras informáticas. Por ejemplo, en [17] se aborda el monitoreo de la temperatura en los Data Centers con el fin de minimizar la energía de enfriamiento requerida. Para este propósito, se realizan mediciones de la temperatura en ubicaciones clave en el Data Center y se envía la información capturada a través de una red de sensores inalámbricos a un cliente de monitoreo. Las aplicaciones incluyen el control continuo de la temperatura, la recopilación de datos para el modelado térmico y la

detección de temperatura para el control en tiempo real del flujo de aire frío y la asignación de la carga de trabajo.

Por otro lado, en [16] se comenta que la mayoría de los sistemas tradicionales de gestión del rendimiento o desempeño de la red utilizan un método de medición pasivo, lo cual dificulta comprender con precisión las situaciones que rodean a las redes variables en el tiempo. Por lo tanto, los autores presentan un marco de medición basado en la arquitectura de monitoreo de Grid para la medición del rendimiento de la red.

Finalmente, cabe mencionar que en [30] se aplica una estrategia de monitoreo y control denominada GOCAMEMC que, junto a GOCAMEM, es parte de la familia de estrategias especificadas en [24]. Este trabajo surge ante la necesidad de Aguas del Colorado S.A.P.E.M. –proveedor de servicios de Internet del estado que brinda servicio al 90% de la provincia de La Pampa- de contar con un sistema de alarmas que, a partir de una estrategia de medición, evaluación, monitoreo y control interprete los datos brindados por su herramienta de monitoreo de red referidos a la disponibilidad del servicio y performance de sus proveedores.

A diferencia de los sistemas y herramientas antes citadas, e inclusive de [30], el presente trabajo aborda la problemática del monitoreo de un Data Center y el análisis longitudinal de parámetros que permitan tomar decisiones a corto y mediano plazo, partiendo de los datos tomados en tiempo real de la infraestructura monitoreada, tal como se ilustrará en la Capítulo 4.

3. Fundamentos de Estrategias de Medición y Evaluación

Cualquier organización establece metas. Existen diferentes tipos de metas, tales como de evaluación, testing, desarrollo, mantenimiento. En particular, las metas de evaluación tienen diferentes propósitos como, por ejemplo, comprender, mejorar, predecir, monitorear, seleccionar alternativa, comparar y adoptar. Cualquiera de estas metas se operacionaliza por medio de un proyecto, el cual sigue una estrategia para alcanzar el propósito. Cabe aclarar que una estrategia debería estar compuesta por procesos (qué hacer) y métodos (cómo hacerlo).

En cuanto a los propósitos de las metas de evaluación, algunos de estos pueden implicar cambios en la entidad evaluada y otros no. Estos propósitos se pueden agrupar en 3 categorías (ver Tabla 3). *Comprender, monitorear y predecir*, pertenecen a la categoría *Entender y caracterizar*, donde mirándolos desde el punto de vista del proceso no requieren actividades de cambio. Mientras que *mejorar, monitorear y controlar*, pertenecen a la categoría de *Control y cambio*, y requieren actividades de cambio. La última categoría es la de *Adoptar alternativa*, donde se incluye los propósitos *seleccionar alternativa y comparar y adoptar*; estas pueden o no requerir actividades de cambio.

Tabla 3. Categorías de propósitos.

CATEGORÍA	METAS DE EVALUACIÓN	ACTIVIDADES DE CAMBIO
ENTENDER Y CARACTERIZAR	Comprender, Monitorear, Predecir	No requieren actividades de cambio
CONTROL Y CAMBIO	Mejorar, Monitorear y Controlar	Requieren actividades de cambio
ADOPTAR ALTERNATIVA	Seleccionar Alternativa, Comparar y Adoptar	Pueden o no requerir actividades de cambio (según caso)

Para alcanzar los propósitos de evaluación mencionados se han especificado una familia de estrategias de medición y evaluación. A continuación, se resumen algunas de las estrategias asociadas con cada propósito (en [24] se pueden observar otras):

1. Propósito Comprender:

- Estrategia: GOCAME (Goal-Oriented Context-Aware Measurement and Evaluation)
- Proceso: Incluye actividades para definir requisitos no funcionales, ejecutar la medición y evaluación, y realizar un análisis de los datos.

2. Propósito Mejorar:

- Estrategia: GOCAMEI (Goal-Oriented Context-Aware Measurement, Evaluation, and Improvement)

- Proceso: Incluye actividades para definir requisitos no funcionales, ejecutar la medición y evaluación, realizar un análisis para identificar áreas de mejora, y actividades para diseñar e implementar cambios.

3. **Propósito Monitorear:**

- Estrategia: GOCAMEM (Goal-Oriented Context-Aware Measurement, Evaluation, Monitor)
- Proceso: Enfocado en actividades de medición, evaluación y análisis continuos, permitiendo el monitoreo constante de la entidad y su contexto a fin de detectar desvíos en los parámetros supervisados.

La estrategia aplicada para este trabajo se enfoca en este propósito. La especificación del proceso de GOCAMEM y más detalles se verán en la subsección 3.1.

4. **Propósito Monitorear y Controlar:**

- Estrategia: GOCAMEMC (Goal-Oriented Context-Aware Measurement, Evaluation, Monitor, and Control)
- Proceso: Enfocado en actividades de medición, evaluación y análisis continuos, permitiendo el monitoreo constante y control de desviaciones con posibilidad de implementar acciones correctivas y preventivas.

5. **Propósito Comparar y Adoptar:**

- Estrategia: GOCAMECom (Goal-Oriented Context-Aware Measurement, Evaluation and Comparison)
- Proceso: Diseñado para la comparación de entidades y la adopción de fortalezas identificadas, con la opción de implementar cambios.

6. **Propósito Seleccionar una Alternativa:**

- Estrategia: GOCAMES (Goal-Oriented Context-Aware Measurement, Evaluation, and Selection)
- Proceso: Centrado en la evaluación y selección de la mejor alternativa entre entidades competitivas.

En cuanto a la definición de sus métodos podemos encontrar diferentes medios tales como, especificación de requisitos no funcionales (de calidad) en la forma de árbol de requisitos, métricas directas, métricas indirectas e indicadores.

Existen estándares oficiales orientados a modelar requisitos de calidad. Uno de ellos es el estándar ISO/IEC 25010 [15]. El modelo de calidad propuesto en dicho estándar está especificado como un árbol de características, sub-características y propiedades/atributos, tanto para sistemas de información como para sistemas en uso. Sin embargo, este modelo de calidad, tanto el de calidad en uso (ver Figura 12) y calidad

de producto/sistema (ver Figura 13), especifica la estructura del mismo, pero no especifica de manera concreta los atributos. Estos modelos se puedan utilizar como base al momento del diseño de requisitos no funcionales, pero es necesario realizar un esfuerzo extra para instanciar un árbol de requisitos para un dominio dado, con el fin de aplicar una estrategia de medición y evaluación.

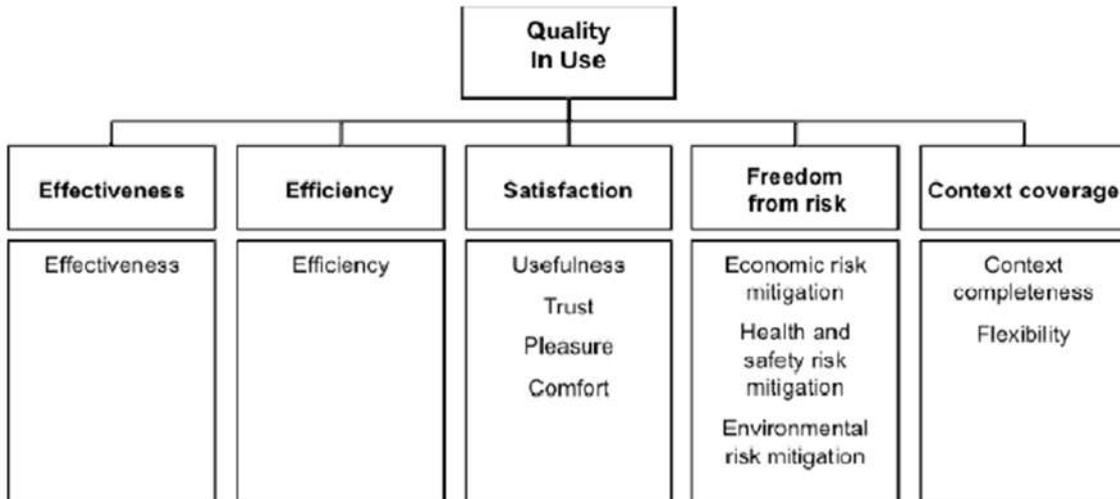


Figura 12. Modelo de "Calidad en uso" (extraído de ISO/IEC 25010 [15]).

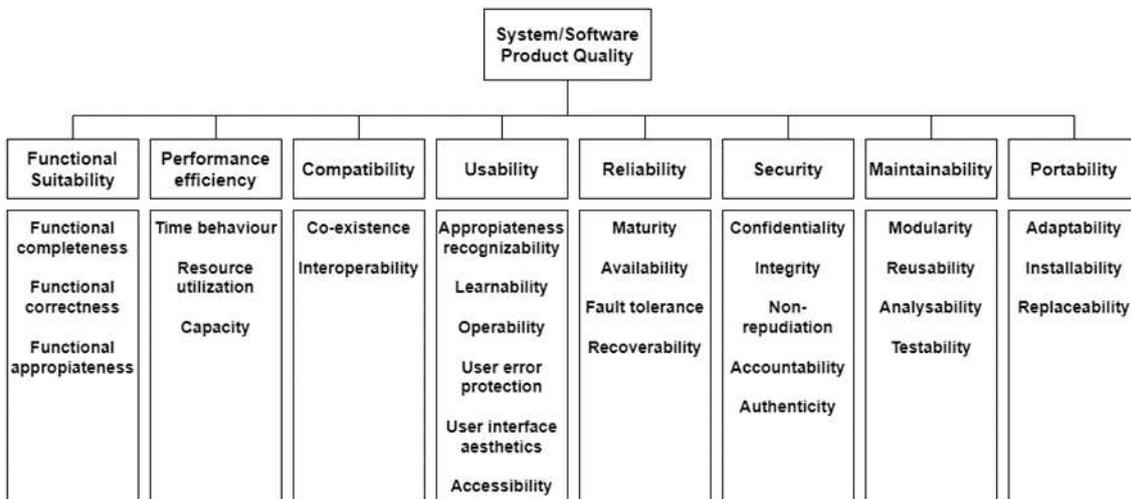


Figura 13. Modelo de "Calidad de producto / sistema" (extraído de ISO/IEC 25010 [15]).

En este trabajo final, se ha tomado el modelo ISO/IEC 25010 [15] como referencia principal y se ha adaptado para satisfacer las necesidades específicas de evaluación y medición establecida. La adaptación se ha realizado considerando los objetivos específicos de la empresa ABC y los requisitos particulares del dominio de aplicación. En definitiva, un modelo de calidad es un artefacto útil, pero al mismo tiempo abstracto, el cual requiere un esfuerzo de instanciación para el caso de uso en particular.

En relación con las métricas directas e indirectas, es esencial comprender su función en el proceso de medición. Las métricas cuantifican los atributos del árbol de requisitos no funcionales. Una métrica define un procedimiento de medición o de cálculo y una escala. Las métricas directas, producen medidas base que no dependen de otras medidas, ofrecen una valoración inicial y específica de los atributos. Por otro lado, las métricas indirectas, dependen de otras métricas, generan medidas derivadas que proporcionan una visión más profunda y compleja, considerando factores interrelacionados.

En la Tabla 4 se ilustra la plantilla de especificación de métricas directas, mientras que en la Tabla 5, se muestra la plantilla de especificación de métricas indirectas.

Tabla 4. Plantilla de especificación de métricas directas.

Métrica Directa
Atributo que cuantifica:
Nombre de la métrica: Objetivo: Autor: [Versión:]
Procedimiento de Medición: Tipo: [Objetivo Subjetivo] Especificación:
Escala (Numérica Categórica): Tipo de escala: [Nominal Ordinal Intervalo Proporción Absoluta] Tipo de valor: Representación:
Unidad: (solo para escalas numéricas) Nombre: Descripción: Acrónimo:
Herramienta de Recolección: (si requerida)

Tabla 5. Plantilla de especificación de métricas indirectas.

Métrica Indirecta
Atributo que cuantifica:
Nombre de la métrica: Objetivo: Autor: [Versión:]
Procedimiento de Cálculo: Fórmula: Especificación:
Escala (Numérica Categórica): Tipo de escala: [Nominal Ordinal Intervalo Proporción Absoluta] Tipo de valor: Representación:
Unidad: (solo para escalas numéricas) Nombre: Descripción: Acrónimo:
Herramienta de Cálculo:
Métricas directas relacionadas:

En cuanto a los indicadores, estos reflejan el nivel de aceptabilidad en el que se encuentran los atributos y características definidos en el árbol de requisitos no funcionales.

Existen dos tipos de indicadores, elementales y derivados. Un indicador elemental es aquel que interpreta el valor medido de un atributo. En cambios, los indicadores derivados permiten conocer el grado de satisfacción alcanzado por una característica.

En el presente trabajo final, no se diseñaron indicadores derivados, ya que las características y sub-características se utilizaron solamente para categorizar o agrupar atributos relacionados, pero no era necesario obtener un valor que los agregue.

A continuación, en la Tabla 6, se ilustra la plantilla de especificación de indicadores elementales.

Tabla 6. Plantilla de especificación de indicadores elementales.

Indicador Elemental		
Nombre del atributo que interpreta:		
Nombre del Indicador:		
Autor:	[Versión:]	
Modelo Elemental:		
Especificación:		
Criterios de Decisión (Niveles de Aceptabilidad):		
Nombre Criterio 1:		
Rango:		
Descripción:		
Nombre Criterio 2:		
Rango:		
Descripción:		
Escala (Numérica Categórica):		
Tipo de escala:	Tipo de valor:	Representación:
Unidad:		
Nombre:	Descripción:	Acrónimo:

La familia de estrategias aquí mencionada cuenta con un marco conceptual basado en un conjunto de ontologías, las cuales proveen un modelo de dominio que define los conceptos, propiedades y relaciones necesarias para especificar los datos y metadatos utilizados en las actividades y artefactos del proceso de medición y evaluación, como así también, instanciar métodos y herramientas de soporte para automatizar todo o parte del proceso. Si es de interés para el lector, las ontologías pueden hallarse en [21, 22, 23].

Las estrategias de medición y evaluación brevemente descriptas (además de otras), incluyendo sus procesos, métodos y ontologías, han sido el producto de años de investigación y del aporte realizado por distintos miembros del grupo GIDIS_Web de la Facultad de Ingeniería de la UNLPam. Como resultado de esta línea de investigación, el

grupo GIDIS_Web ha publicado diferentes artículos científicos, como por ejemplo [5, 7, 24, 27, 28], por citar unos pocos relacionados a diferentes estrategias.

El presente trabajo se nutre de esa investigación y aplica una estrategia específica a un caso particular. En concreto, en este trabajo se aplica una estrategia existente llamada GOCAMEM para monitorear ciertos parámetros de interés de un Data Center de una empresa real. Por lo tanto, a continuación, se describe dicha estrategia desarrollada por el grupo GIDIS_Web, y luego, en el Capítulo 4, se muestra cómo el autor de este trabajo aplicó la estrategia mencionada para realizar el monitoreo del Data Center. Como resultado, se obtiene información útil para brindar recomendaciones a la empresa para la toma de decisiones. Además, otro aporte propio de este trabajo es la definición de un conjunto de requisitos no funcionales (atributos y características de calidad) específicos para Data Centers y el diseño de sus métricas e indicadores.

3.1 Panorama de la Estrategia GOCAMEM

El proceso de la estrategia GOCAMEM cuenta con un conjunto de actividades que permiten definir los requisitos no funcionales, identificar las métricas e indicadores, y efectuar la medición, evaluación y análisis de los resultados. En la Figura 14 se utiliza el lenguaje SPEM (*Software & Systems Process Engineering Metamodel*) [9] para modelar las perspectivas funcionales y de comportamiento [25] del proceso de la estrategia GOCAMEM.

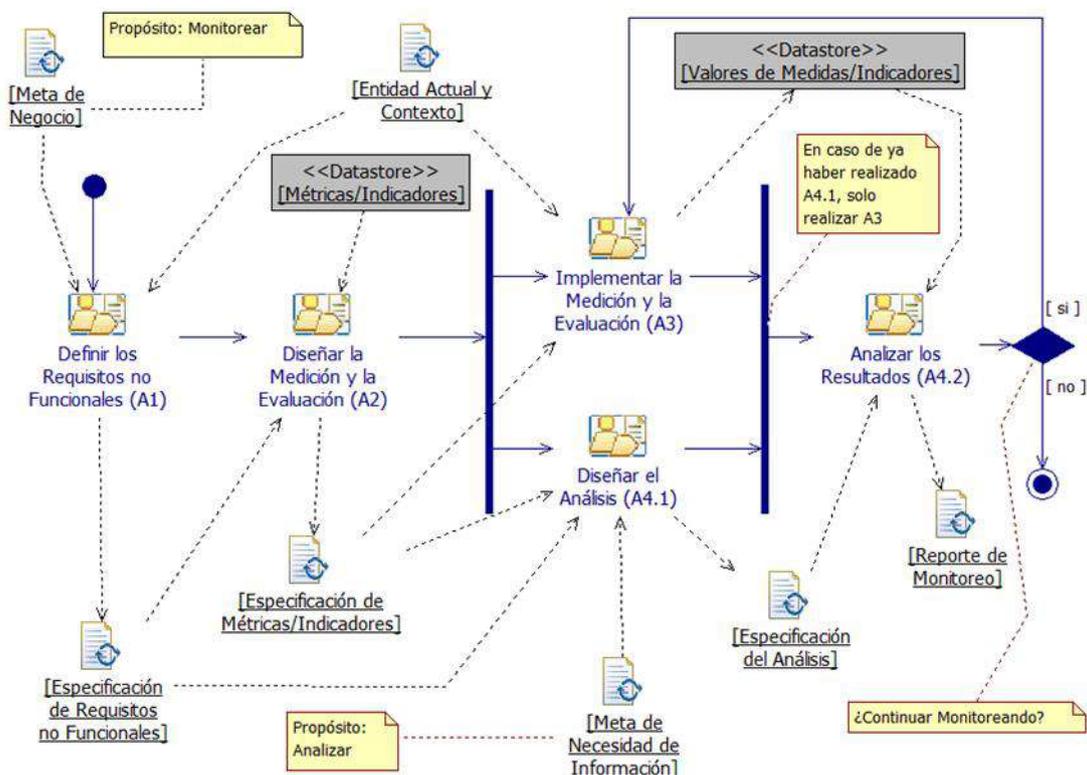


Figura 14. Proceso de la Estrategia GOCAMEM (extraído de [25]).

Como se observa en la Figura 14, el proceso comienza con la actividad Definir los Requisitos no Funcionales (A1). La misma está destinada a definir las características y los atributos a evaluar (notar que estas características podrían ser adoptadas y/o adaptadas desde modelos de calidad en el caso de existir estándares internacionales o de facto para las entidades en cuestión). A su vez, se puede establecer opcionalmente el contexto de la entidad a evaluar.

Luego, en la actividad Diseñar la Medición y la Evaluación (A2), se definen o se seleccionan desde un repositorio las métricas que cuantificarán los atributos y los indicadores elementales y derivados que se utilizarán para conocer el nivel de desempeño de la entidad y por lo tanto del nivel de aceptabilidad de sus atributos y características, respectivamente. En el caso de no existir métricas e indicadores adecuados, estos deberán ser diseñados en esta actividad.

Por su parte, la actividad Implementar la Medición y la Evaluación (A3) consiste en obtener las medidas para cada uno de los atributos y los valores de indicadores para todos los requisitos no funcionales.

En paralelo con A3 se puede Diseñar el Análisis (A4.1). A partir de esta actividad se obtiene el documento “Especificación del Análisis”, el cual sirve de entrada para la actividad Analizar los Resultados (A4.2). Esta produce un “Reporte de Monitoreo” donde se registran las conclusiones y recomendaciones sobre el comportamiento actual de la entidad evaluada.

La actividad A4.2 permite realizar un análisis comparativo, de evolución y tendencias para el nivel de desempeño de los indicadores elementales y derivados, como así también establecer líneas base con el fin de ajustar criterios de decisión. Esto es posible debido a que, tal como muestra el proceso de la Figura 14, existe un ciclo donde se repiten las actividades A3 y A4.2.

4. Caso aplicado: Monitoreo de un Data Center

Como se comentó en el Capítulo de Introducción, la empresa ABC necesitaba conocer el uso de los recursos de su Data Center con el fin de poder tomar decisiones respecto a si le era conveniente continuar con este o le sería más rentable migrar a un servicio en la nube.

Particularmente, la meta de negocio establecida para este caso fue: *“Monitorear la eficiencia de desempeño y la fiabilidad del Data Center de la organización ABC durante un mes, con una frecuencia semanal”*. Como ya se adelantó, en la Tabla 1 se indican las características particulares del Data Center evaluado durante un período de cuatro semanas.

A continuación, se comentan las actividades llevadas a cabo según la estrategia GOCAMEM y se muestran ejemplos de los productos de trabajo generados e insumidos a lo largo del proceso (recordar Figura 14).

4.1 Definir los Requisitos no Funcionales (A1)

Como se observa en la Figura 14, a partir de la meta de negocio se desarrolló la actividad A1. Como resultado se definieron un conjunto de requisitos no funcionales (RNFs). En la Tabla 7 se muestran, en la forma de árbol, las características, sub-características y atributos considerados en este trabajo junto con sus definiciones.

La característica de más alto nivel denominada Calidad de Recurso (con el código 1 en la Tabla 7) surge de la definición de la Meta de Negocio, mientras que el resto de las características (es decir, Eficiencia de Desempeño y Fiabilidad) y sub-características (es decir, Comportamiento Temporal, Utilización de Recurso y Disponibilidad) surgen de considerar el modelo de calidad interna y externa propuesto en [15] para sistemas y productos de software, aunque adaptando sus definiciones (ver Figura 15).

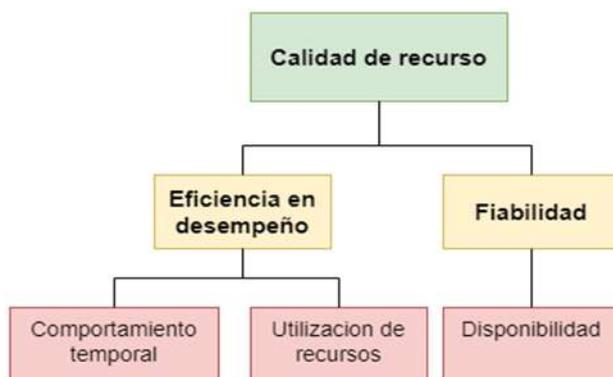


Figura 15. Estructura jerárquica de las características de calidad consideradas en este trabajo.

A su vez, se emplearon doce atributos combinados a las sub-características, los cuales se diseñaron a partir de las propiedades de mayor interés o relevancia para la organización ABC. Particularmente, se consideraron aquellos atributos relacionados al uso de procesador, memoria RAM y almacenamiento como así también los relacionados con la fiabilidad de la entidad Data Center a evaluar teniendo en cuenta el período y frecuencia con la cual se debía realizar el monitoreo.

Tabla 7. *Árbol de Requisitos No Funcionales con foco de evaluación en Calidad de Recurso y sus definiciones.*

CARACTERÍSTICAS / ATRIBUTOS	DEFINICIÓN: Grado en el cual...
1. CALIDAD DE RECURSO	... el recurso provee eficiencia de desempeño en base a al uso de memoria RAM, CPU y almacenamiento, y además brinda fiabilidad con respecto a su disponibilidad.
1.1 EFICIENCIA DE DESEMPEÑO	... el recurso provee un desempeño apropiado, relativo a la cantidad de memoria RAM, CPU y almacenamiento usados, bajo ciertas condiciones.
1.1.1 COMPORTAMIENTO TEMPORAL	... los tiempos de procesamiento, uso de memoria RAM y uso de almacenamiento alcanzan los requisitos, cuando realizan sus funciones.
1.1.1.1 COMPORTAMIENTO TEMPORAL DE MEMORIA RAM	... el tiempo de uso alto y crítico de la memoria RAM cumplen con los requisitos.
<i>1.1.1.1.1 USO ALTO DE MEMORIA RAM</i>	... el tiempo de uso alto de la memoria RAM cumple con los requisitos.
<i>1.1.1.1.2 USO CRÍTICO DE MEMORIA RAM</i>	... el tiempo de uso crítico de la memoria RAM cumple con los requisitos.
1.1.1.2 COMPORTAMIENTO TEMPORAL DE PROCESADOR	... el tiempo de uso alto y crítico del procesador cumplen con los requisitos.
<i>1.1.1.2.1 USO ALTO DE PROCESADOR</i>	... el tiempo de uso alto del procesador, cumple con los requisitos.
<i>1.1.1.2.2 USO CRÍTICO DE PROCESADOR</i>	... el tiempo de uso crítico del procesador cumple con los requisitos.
1.1.1.3 COMPORTAMIENTO TEMPORAL DE ALMACENAMIENTO	... el tiempo de uso alto y crítico de almacenamiento cumplen con los requisitos.
<i>1.1.1.3.1 USO ALTO DE ALMACENAMIENTO</i>	... el tiempo de uso alto de almacenamiento cumple con los requisitos.
<i>1.1.1.3.2 USO CRÍTICO DE ALMACENAMIENTO</i>	... el tiempo de uso crítico de almacenamiento cumple con los requisitos.
1.1.2 UTILIZACIÓN DE RECURSOS	... se hace uso de los recursos, cuando realizan sus funciones.
<i>1.1.2.1 UTILIZACIÓN DE MEMORIA RAM</i>	... el uso de memoria RAM cumple con los requisitos.
<i>1.1.2.2 UTILIZACIÓN DE PROCESADOR</i>	... el uso del procesador cumple con los requisitos.
<i>1.1.2.3 UTILIZACIÓN DE ALMACENAMIENTO</i>	... el uso de almacenamiento cumple con los requisitos.
1.2 FIABILIDAD	... se espera que los recursos funcionen de forma adecuada, bajo condiciones específicas, dentro de un periodo especificado.

1.2.1 DISPONIBILIDAD	... los recursos están operativos y accesibles cuando se requiere para su uso.
<i>1.2.1.1 TIEMPO ACTIVO</i>	... los recursos están operativos y accesibles.
<i>1.2.1.2 TIEMPO NO DISPONIBLE POR MANTENIMIENTO PROGRAMADO</i>	... los recursos no están operativos y accesibles por mantenimiento.
<i>1.2.1.3 TIEMPO NO DISPONIBLE POR FALLAS</i>	... los recursos no están operativos y accesibles por fallas.

En cuanto a los atributos “Uso Alto De Memoria RAM” (1.1.1.1.1), “Uso Alto De Procesador” (1.1.1.2.1) y “Uso Alto De Almacenamiento” (1.1.1.3.1) puede entenderse como un punto de equilibrio entre la infrautilización y la sobreutilización de dichos recursos. En este sentido, el "uso alto" representa un nivel de utilización que maximiza la eficiencia del recurso sin comprometer su capacidad o rendimiento. Cuando un recurso, se utiliza en un nivel considerado "alto", indica que está siendo aprovechado de manera efectiva para satisfacer las demandas del sistema o las aplicaciones. Este nivel de uso alto sugiere que el recurso está siendo empleado de manera óptima y que se está aprovechando al máximo su capacidad sin llegar a estar infrautilizado.

Ahora bien, es importante destacar que el uso alto no debe confundirse con la sobreutilización. La sobreutilización ocurre cuando un recurso se utiliza por encima de su capacidad máxima, lo que puede llevar a problemas de rendimiento, cuellos de botella y degradación del rendimiento. Teniendo presente esto último, también se han incorporado los atributos “Uso Crítico De Memoria RAM” (1.1.1.1.2), “Uso Crítico de Procesador” (1.1.1.2.2) y “Uso Crítico De Almacenamiento” (1.1.1.3.2), lo cuales se refieren a situaciones en las que el uso del recurso alcanza niveles que comprometen el rendimiento y la estabilidad, en este caso, de los servidores.

Estos atributos relacionados con el “uso alto” y “uso crítico” pertenecen a la subcategoría de más alto nivel denominada Eficiencia De Desempeño (codificado 1.1 en la Tabla 7). Se categoriza de esta manera ya que su comportamiento está relacionado y afecta directamente a la eficiencia con la cual se utilizan los recursos.

Por otro lado, “Tiempo No Disponible Por Mantenimiento Programado” (1.2.1.2) se refiere al período durante el cual los equipos están intencionalmente fuera de servicio o no disponibles para realizar tareas de mantenimiento preventivo o actualizaciones. Este tipo de mantenimiento se planifica con anticipación y se comunica a los usuarios afectados para minimizar el impacto en las operaciones normales. Su objetivo principal es prevenir fallas futuras, mejorar la eficiencia, actualizar sistemas o aplicar mejoras de seguridad. Se lleva a cabo durante ventanas de tiempo específicas elegidas para minimizar la interrupción de los servicios críticos o las operaciones empresariales. Aunque resulta en un tiempo de inactividad, tiene un enfoque proactivo que busca optimizar la eficiencia de los equipos o sistema, reduciendo el riesgo de incidentes no planificados. En cambio “Tiempo No Disponible Por Fallas” (1.2.1.3) se refiere al período en que los equipos están inesperadamente fuera de servicio debido a una falla o error. Este tipo de interrupción no se planifica y ocurre sin aviso previo, requiriendo atención

inmediata para restablecer su funcionamiento normal. Tiene un efecto negativo directo en la operatividad y afecta su confianza. La rapidez en la respuesta y la eficacia en la resolución son de gran importancia para minimizar este impacto.

Toda la información antes descrita, es decir, tanto el árbol de RNFs como las definiciones de sus características, sub-características y atributos (ver Tabla 7), conforman el documento “Especificación de Requisitos No Funcionales”. Este es la salida de A1, tal como se puede apreciar en la Figura 14.

4.2 Diseñar la Medición y la Evaluación (A2)

Una vez concluida A1, se debe llevar a cabo la actividad “Diseñar la Medición y la Evaluación” (A2). Como se puede ver en Figura 14, A2 consume la “Especificación de Requisitos No Funcionales” producido en A1. En la actividad A2, se debe definir para cada atributo del árbol de RNFs una métrica indirecta y sus métricas directas relacionadas. Una métrica representa el modo o método específico y particular para cuantificar un atributo.

Por ejemplo, para cuantificar al atributo “Uso Crítico de Procesador” (codificado 1.1.1.2.2 en la Tabla 7) se definió la métrica indirecta “Porcentaje de Tiempo de Uso Crítico de Procesador” (%UCP). Esta métrica permite obtener el porcentaje de tiempo de uso crítico de procesador promedio entre los 3 servidores.

La especificación de esta métrica indirecta se encuentra en la Tabla 8. Como se indica en la especificación, esta métrica tiene otras métricas relacionadas. Una de ellas es la métrica directa “Tiempo de uso Crítico de Procesador”, la cual cuantifica el tiempo que se hace uso crítico de procesador para un único servidor. Se considera que se hace uso crítico cuando el porcentaje de uso es mayor a 95% ya que a estos niveles se pueden comprometer el rendimiento por estar muy cerca de su capacidad máxima. La especificación de esta métrica directa relacionada se encuentra en la Tabla 9.

Tabla 8. Especificación de la métrica indirecta “Porcentaje de Tiempo de Uso Crítico de Procesador” (%UCP).

Métrica Indirecta
Nombre del Atributo a Cuantificar: Uso Crítico de Procesador
Nombre de Métrica: Porcentaje de Tiempo de Uso Crítico de Procesador (%UCP)
Objetivo: Determinar el porcentaje de tiempo en el cual se hace uso considerado “Crítico” de procesador, respecto al tiempo total de uso
Autor: Marcos Abram

Versión: 1.0
<p>Procedimiento de Calculo:</p> <p>Formula: $\%UCP = \left(\frac{\sum_{i=1}^n \#TUCP_i}{n \times \#TS} \right) \times 100$; If $\#TS = 0$, then $\%UCP = 0$</p> <p>Donde n es la cantidad de servidores.</p>
<p>Escala: Numérica</p> <p>Tipo de Escala: Ratio</p> <p>Tipo de Valor: Real</p> <p>Representación: Continua</p>
<p>Unidad:</p> <p>Nombre: Porcentaje</p> <p>Descripción: Representa la proporcionalidad de una parte respecto a un total que se considera dividido en cien unidades.</p> <p>Acrónimo: %</p>
<p>Métricas Directas Relacionadas:</p> <p>#TUCP: Cantidad de Tiempo de Uso Crítico de Procesador</p> <p>#TS: Cantidad de Tiempo de Servicio</p>

Tabla 9. Especificación de la métrica directa "Tiempo de Uso Crítico de Procesador" (#TUCP).

Métrica Directa
Nombre de Métrica: Cantidad de Tiempo de Uso Crítico de Procesador (#TUCP)
<p>Objetivo: Determinar el tiempo en el cual se hace uso considerado "Crítico" de procesador</p> <p>Autor: Marcos Abram</p> <p>Versión: 1.0</p>
<p>Procedimiento de Medición:</p> <p>Tipo: Objetivo</p> <p>Especificación: Un usuario experto determinado obtiene a través de una herramienta el periodo total de tiempo en el cual se hace uso "Crítico" de procesador.</p>

<p>Se considera uso “Crítico” según si PUP (Porcentaje de uso de procesador):</p> <ul style="list-style-type: none"> ● PUP \geq 95%
<p>Escala: Numérica</p> <p>Tipo de Escala: Ratio</p> <p>Tipo de Valor: Real</p> <p>Representación: Continua</p>
<p>Unidad:</p> <p>Nombre: Hora</p> <p>Descripción: Medida de tiempo que equivale a 60 minutos.</p> <p>Acrónimo: Hs</p>
<p>Herramientas:</p> <p>Zabbix</p>

Debido a que los valores medidos no representan el nivel de satisfacción o aceptabilidad de un requisito elemental (atributo), se debe realizar una transformación que convierta el valor medido a un nuevo valor que pueda ser interpretado. Por lo tanto, en la actividad A2, para cada atributo también se especificó un indicador elemental.

A modo de ejemplo, en la Tabla 10 se muestra la especificación del indicador elemental para el atributo “Uso Crítico de Procesador” (1.1.1.2.2).

Tabla 10. Especificación del indicador “Nivel de Satisfacción en el Uso Crítico de Procesador” (NS_UCP).

Indicador Elemental	
Nombre del Atributo: Uso Crítico de Procesador	
Nombre de la Métrica: Porcentaje de Tiempo de Uso Crítico de Procesador (%UCP)	
Nombre de Indicador: Nivel de Satisfacción en el Uso Crítico de Procesador (NS_UCP)	
Autor: Marcos Abram	Versión: 1.0
Función Elemental:	
Especificación:	

$$NS_UCP = \frac{x^2}{100} - 2x + 100$$

Cuando x es %UCP



Criterio de Decisión [Niveles de Aceptabilidad]

Nombre: **Insatisfactorio**

Rango: [0; 60]

Descripción: Indica que las acciones correctivas deben realizarse con alta prioridad

Nombre: **Marginal**

Rango: (60; 85]

Descripción: Indica que se deben realizar acciones correctivas.

Nombre: **Satisfactorio**

Rango: (85; 100]

Descripción: Indica que las acciones correctivas no son necesarias ya que el atributo cumple con el nivel de satisfacción de calidad requerido

Escala: Numérica

Tipo de Escala: Ratio

Tipo de Valor: Real

Representación: Continua
<p>Unidad:</p> <p>Nombre: Porcentaje</p> <p>Descripción: Representa la proporcionalidad de una parte respecto a un total que se considera dividido en cien unidades.</p> <p>Acrónimo: %</p>

La especificación de este indicador se define mediante la función cuadrática $f(x)$, en lugar de una lineal como podría haber sido $g(x)$ (ver Figura 16):

■ $f(x) = \frac{x^2}{100} - 2x + 100$
■ $g(x) = -x + 100$

La función $g(x)$ fue tomada a modo de ejemplo. En este caso particular, los vértices para $g(x)$ son $(0, 100)$ y $(100, 0)$. El vértice $(0, 100)$ corresponde al punto donde la función alcanza su valor máximo de y , mientras que el vértice $(100, 0)$ indica el punto donde la función alcanza su valor mínimo de y dentro del intervalo $\{0, 100\}$.

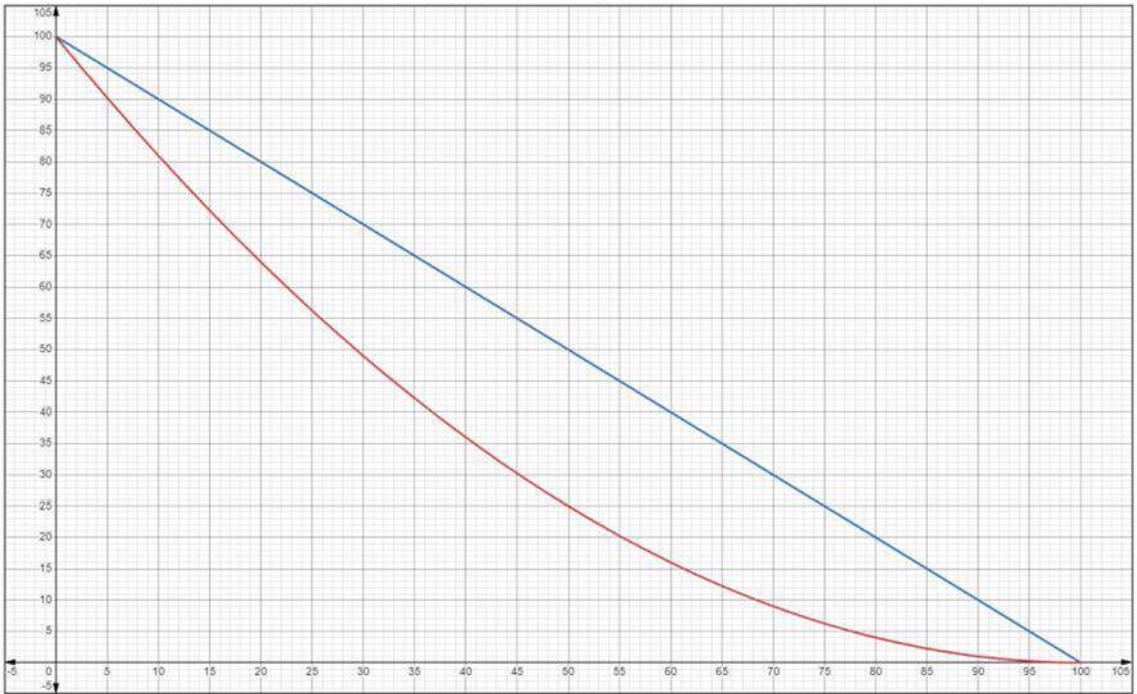


Figura 16. Comportamiento de Función cuadrática vs. Función lineal.

Esta elección de $f(x)$ se debe a que se considera que el impacto que tiene el porcentaje de tiempo de uso crítico del procesador no es lineal tal como muestra la función $g(x)$, si no que las variaciones, tienen un impacto negativo sobre el rendimiento. A medida que el tiempo de uso crítico del procesador aumenta, el impacto en la satisfacción no es uniforme, tal como muestra $f(x)$ en la Figura 16. Por lo tanto, la función $f(x)$, al permitir una variación no constante en la relación entre el tiempo de uso crítico y la satisfacción, representa de forma más adecuada el impacto que tienen los servidores bajo diferentes niveles de uso.

Este indicador, al igual que el resto de los indicadores elementales, considera tres niveles de aceptabilidad. A seguir, se comentan los niveles y rangos describiendo los criterios de decisión y su interpretación para el atributo “Uso Crítico de Procesador” (1.1.1.2.2).

Niveles de aceptabilidad de los indicadores elementales:

- rojo/Insatisfactorio (valores menores o iguales a 60%)
- ◆ amarillo/Marginal (valores mayores a 60% y menores o igual a 85%)
- verde/Satisfactorio (valores mayores a 85%)

Para el atributo elemental “Uso Crítico de Procesador” (1.1.1.2.2), la escala de satisfacción es inversa al tiempo de uso crítico del procesador, donde un menor tiempo de uso crítico representa una mayor satisfacción y un tiempo de uso crítico más alto se correlaciona con menor satisfacción. El nivel Insatisfactorio (■) se da cuando el uso crítico de procesador está en el rango de 0% a 60%. Esto indica que hay una sobreutilización significativa de los recursos de procesador disponibles, lo que sugiere que la infraestructura local podría ser insuficiente para cubrir las necesidades, lo cual no es sostenible a largo plazo. El nivel Marginal (◆) es cuando el uso crítico de procesador es mayor a 60% y menor o igual a 85%. En este caso, aunque no hay una carga pesada en la CPU, el indicador actúa como una alerta temprana, señalando un uso del CPU que, sin ser crítico, necesita atención para evitar futuras complicaciones. Es un momento clave para revisar y optimizar procesos, así como para considerar mejoras en la infraestructura. También refleja un balance entre el rendimiento y la utilización de CPU, indicando que hay margen si por algún motivo se necesita aumentar la carga de trabajo, pero con el debido cuidado. Finalmente, el nivel Satisfactorio (●) es cuando el nivel de satisfacción de uso crítico de procesador se encuentra por encima del 85%. Esto indica que hay suficiente capacidad de procesamiento disponible para manejar picos inesperados de demanda o para escalar las operaciones. Esto refleja que la infraestructura está bien dimensionada para las necesidades actuales, permitiendo flexibilidad y eficiencia operativa.

Los rangos de aceptabilidad se diseñaron con el aporte del líder técnico de área de infraestructura de la empresa ABC. Este cuenta con más de 20 años de experiencia en gestión de infraestructura. Estos se diseñaron en conjunto y gracias a su aporte, observaciones y aprendizajes previos. Notar que los niveles de aceptabilidad pueden ser

modificados para ser más flexibles o estrictos según el caso de estudio en cuestión. Para este caso fueron diseñados basándose únicamente en la experiencia previa en el área de trabajo.

Siguiendo con otro ejemplo, para cuantificar al atributo “Tiempo Activo” (codificado 1.2.1.1 en la Tabla 7) se definió la métrica indirecta “Porcentaje de Tiempo Activo” (%TA). Esta métrica permite obtener el porcentaje de tiempo en el que un recurso está operativo y accesible.

La especificación de esta métrica indirecta se encuentra en la Tabla 11. Como se indica en la especificación, esta métrica tiene otras 3 métricas relacionadas. Una de ellas es la métrica directa “Tiempo de Mantenimiento Programado”, la cual cuantifica el tiempo en el que un recurso no está operativo y accesible por tareas de mantenimiento programadas. En cambio, la otra métrica directa es “Tiempo de Fallas”, cuantifica el tiempo en el que un recurso no está operativo y accesible por fallas. Las especificaciones de estas métricas directas relacionadas se encuentran en las Tablas 12 y 13, respectivamente. La última y tercera métrica directa relacionada es “Tiempo de Servicio”, este es un valor constante que representa el periodo en el cual se realizó la medición, en este caso, los periodos son de una semana por iteración.

Retomando con la métrica indirecta “Porcentaje de Tiempo Activo” (%TA), se utiliza una fórmula que considera el “Tiempo de Servicio” (#TS) y resta el “Tiempo de Mantenimiento Programado” (#TMP) y el “Tiempo de Fallas” (#TF) para cada unidad, promediando luego este resultado para el número *n* de unidades en consideración y expresándolo como un porcentaje. Las unidades consideradas son servidores y unidades de almacenamiento.

Tabla 11. Especificación de la métrica indirecta “Porcentaje de Tiempo Activo” (%TA)

Métrica Indirecta
<p>Nombre del Atributo a Cuantificar: Tiempo Activo</p> <p>Nombre de Métrica: Porcentaje de Tiempo Activo (%TA)</p>
<p>Objetivo: Determinar el porcentaje de tiempo en el que un recurso está operativo y accesible con respecto a un periodo de tiempo predeterminado utilizado para la medición.</p> <p>Autor: Marcos Abram</p> <p>Versión: 1.0</p>
<p>Procedimiento de Calculo:</p> <p>Formula: $\%TA = \left(\frac{\sum_{i=1}^n (\#TS - \#TF_i - \#TMP_i)}{n \times \#TS} \right) \times 100; \text{ If } \#TS = 0, \text{ then } \%TA = 0$</p>

Donde n es la cantidad de servidores y unidades de almacenamiento.
<p>Escala: Numérica</p> <p>Tipo de Escala: Ratio</p> <p>Tipo de Valor: Real</p> <p>Representación: Continua</p>
<p>Unidad:</p> <p>Nombre: Porcentaje</p> <p>Descripción: Representa la proporcionalidad de una parte respecto a un total que se considera dividido en cien unidades.</p> <p>Acrónimo: %</p>
<p>Métricas Directas Relacionadas:</p> <p>#TS: Tiempo de Servicio</p> <p>#TMP: Tiempo de Mantenimiento Programado</p> <p>#TF: Tiempo de Fallas</p>

Tabla 12. Especificación de la métrica directa "Tiempo de Mantenimiento Programada" (#TMP).

Métrica Directa
Nombre de Métrica: Tiempo de Mantenimiento Programado (#TMP)
<p>Objetivo: Determinar el periodo de tiempo en el que un recurso no está operativo y accesible por tareas de mantenimiento programadas</p> <p>Autor: Marcos Abram</p> <p>Versión: 1.0</p>
<p>Procedimiento de Medición:</p> <p>Tipo: Objetivo</p> <p>Especificación: Un usuario experto determinado obtiene a través de una herramienta el periodo total de tiempo en el cual un recurso no estuvo operativo y accesible por tareas de mantenimiento.</p>

<p>Escala: Numérica</p> <p>Tipo de Escala: Ratio</p> <p>Tipo de Valor: Real</p> <p>Representación: Continua</p>
<p>Unidad:</p> <p>Nombre: Hora</p> <p>Descripción: Medida de tiempo que equivale a 60 minutos.</p> <p>Acrónimo: Hs</p>
<p>Herramientas:</p> <p>Zabbix</p>

Tabla 13. Especificación de la métrica directa "Tiempo de Fallas" (#TF).

<p>Métrica Directa</p>
<p>Nombre de Métrica: Tiempo de Fallas (#TF)</p>
<p>Objetivo: Determinar el periodo de tiempo en el que un recurso no está operativo y accesible por fallas</p> <p>Autor: Marcos Abram</p> <p>Versión: 1.0</p>
<p>Procedimiento de Medición:</p> <p>Tipo: Objetivo</p> <p>Especificación: Un usuario experto determinado obtiene a través de una herramienta el periodo total de tiempo en el cual un recurso no estuvo operativo y accesible por fallas.</p>
<p>Escala: Numérica</p> <p>Tipo de Escala: Ratio</p> <p>Tipo de Valor: Real</p> <p>Representación: Continua</p>

<p>Unidad:</p> <p>Nombre: Hora</p> <p>Descripción: Medida de tiempo que equivale a 60 minutos.</p> <p>Acrónimo: Hs</p>
<p>Herramientas:</p> <p>Zabbix</p>

A modo de ejemplo, en la Tabla 14 se muestra la especificación del indicador elemental para el atributo “Tiempo Activo” (1.2.1.1). Este indicador, al igual que el resto de los indicadores elementales, considera tres niveles de aceptabilidad con iguales rangos. A seguir, se comentan los niveles y rangos describiendo los criterios de decisión y su interpretación para el atributo 1.2.1.1.

Tabla 14. Especificación del indicador “Nivel de Satisfacción del Tiempo Activo” (NS_TA).

Indicador Elemental
<p>Nombre del Atributo: Tiempo Activo</p> <p>Nombre de la Métrica: Porcentaje de Tiempo Activo (%TA)</p> <p>Nombre de Indicador: Nivel de Satisfacción del Tiempo Activo (NS_TA)</p>
<p>Autor: Marcos Abram</p> <p>Versión: 1.0</p>
<p>Función Elemental:</p> <p>Especificación:</p> $NS_TA = \begin{cases} 3x - 200; & 95 < \%TA \leq 100 \\ 85; & 90 < \%TA \leq 95 \\ 80; & 80 < \%TA \leq 90 \\ 60; & 60 < \%TA \leq 80 \\ 40; & 40 < \%TA \leq 60 \\ 20; & 20 < \%TA \leq 40 \\ 0; & 0 \leq \%TA \leq 20 \end{cases}$

<p>Criterio de Decisión [Niveles de Aceptabilidad]</p> <p>Nombre: Insatisfactorio</p> <p>Rango: [0; 60]</p> <p>Descripción: Indica que las acciones correctivas deben realizarse con alta prioridad</p> <p>Nombre: Marginal</p> <p>Rango: (60; 85]</p> <p>Descripción: Indica que se deben realizar acciones correctivas.</p> <p>Nombre: Satisfactorio</p> <p>Rango: (85; 100]</p> <p>Descripción: Indica que las acciones correctivas no son necesarias ya que el atributo cumple con el nivel de satisfacción de calidad requerido</p>
<p>Escala: Numérica</p> <p>Tipo de Escala: Ratio</p> <p>Tipo de Valor: Real</p> <p>Representación: Continua</p>
<p>Unidad:</p> <p>Nombre: Porcentaje</p> <p>Descripción: Representa la proporcionalidad de una parte respecto a un total que se considera dividido en cien unidades.</p> <p>Acrónimo: %</p>

La especificación de este indicador cuenta con una función por partes. Cuando %TA se ubica entre [0;95%], el indicador está definido por distintas funciones constantes que pueden tomar estos valores:

◆ 85;	si	$90 < \%TA \leq 95$
◆ 80;	si	$80 < \%TA \leq 90$
◆ 60;	si	$60 < \%TA \leq 80$
■ 40;	si	$40 < \%TA \leq 60$
■ 20;	si	$20 < \%TA \leq 40$
■ 0;	si	$0 \leq \%TA \leq 20$

Sin embargo, para el rango (95;100%] de %TA, el valor de NS_TA está dado por la función $3x - 200$, el cual refleja la importancia de qué %TA se acerque al 100% para considerarse un resultado aceptable.

La definición de todas las métricas e indicadores utilizados en el presente proyecto se encuentra en los Anexos II y III, respectivamente.

Como ya se indicó, para este trabajo no se definieron indicadores derivados, ya que las características y sub-características se utilizaron sencillamente para categorizar o agrupar atributos relacionados, pero no con la intención de obtener un valor que agregue o integre los valores de los atributos relacionados.

Si bien el proceso modelado en la Figura 14 indica que en la actividad A2 las métricas e indicadores se toman desde un repositorio (ver <<datastore>> “Métricas/Indicadores”), para este caso, al no existir métricas e indicadores para los atributos aquí identificados, se debió diseñar cada una de las métricas e indicadores. Una vez finalizada A2, esta actividad produjo como resultado el documento “Especificación de Métrica/Indicadores” tal como se muestra en Figura 14.

4.3 Diseñar el Análisis (A4.1)

En paralelo con A3 se puede realizar el diseño del análisis. Esta actividad consume el documento “Especificación de Requisitos No Funcionales” producido en A1, la “Especificación de Métrica/Indicadores” producida en A2 y una meta de necesidad de información (la cual da soporte a la meta de negocio principal) que posee la siguiente declaración: “Analizar la eficiencia de desempeño y la fiabilidad del Data Center de la organización ABC durante un mes, con una frecuencia semanal”.

En cuanto a la actividad A4.1, a partir de los criterios de decisión –también llamados niveles de aceptabilidad- se decidió utilizar la metáfora de semáforo para facilitar la visualización de los niveles de satisfacción alcanzados (ver Figura 16):

- rojo/Insatisfactorio (valores menores o iguales a 60%)
- ◆ amarillo/Marginal (valores mayores a 60% y menores o igual a 85%)
- verde/Satisfactorio (valores mayores a 85%)



Figura 17. Niveles de aceptabilidad.

Además, considerando que se estaba realizando un monitoreo a lo largo del tiempo, se decidió utilizar un gráfico de columnas que muestre los valores de cada semana agrupados por atributo y así facilitar la visualización de tendencias.

4.4 Implementar la Medición y la Evaluación (A3)

Una vez diseñada la medición, la evaluación y el análisis, se comenzó con el monitoreo, es decir, con los ciclos de ejecución de las actividades A3 y A4.2 hasta cubrir el período de monitoreo establecido en la meta de negocio (4 semanas). Por lo tanto, en cada ciclo (específicamente al final de cada semana) se llevaba a cabo la actividad A3 Implementar la Medición y la Evaluación produciendo los valores de las medidas e indicadores para cada atributo, y luego, a partir de los valores obtenidos, se brindaba a los interesados corporativos el correspondiente reporte semanal con un análisis longitudinal.

En la Figura 18 se ilustra el orden de ejecución de los 4 ciclos que consumió la medición y evaluación. Los ciclos tenían una duración de una semana.

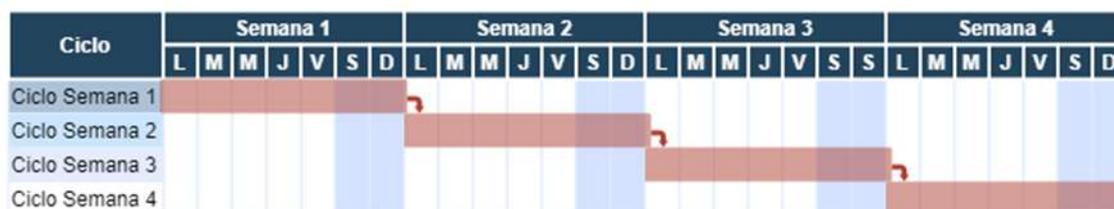


Figura 18. Ciclos de medición y evaluación.

En el primer ciclo, es decir, al final de la primera semana de monitoreo, se obtuvieron todas las medidas de los atributos. Por ejemplo, para el atributo “Uso Crítico de Procesador” (1.1.1.2.2) el valor fue 0,03%. Esta medida derivada se produjo aplicando el procedimiento de cálculo especificado en la Tabla 8. Las medidas base (utilizadas para calcular esta y otras medidas derivadas) se pueden ver en el Anexo IV.

Luego, las medidas derivadas obtenidas en el primer ciclo de monitoreo se utilizaron para calcular los valores de los indicadores elementales. Por ejemplo, para el atributo 1.1.1.2.2, el valor de indicador obtenido fue 99,94% (●). Los valores de los indicadores elementales para la primera semana se muestran en la segunda columna de la Tabla 15.

Una vez finalizada la primera semana se preparó el correspondiente reporte para entregar a los interesados, y se dio comienzo al segundo ciclo de monitoreo obteniendo los nuevos valores de las medidas e indicadores. Por ejemplo, siguiendo con el atributo 1.1.1.2.2, al final de la segunda semana ahora el valor medido fue 0,003% y en consecuencia el del indicador 99,99% (●). Si bien el nivel de aceptabilidad no cambió, igual hubo una leve mejora en el uso del CPU. Los valores de todos los indicadores para la segunda semana se muestran en la tercera columna de la Tabla 15, mientras que los

valores para la tercera y cuarta semana se muestran en las columnas cuarta y quinta, respectivamente.

En relación con los atributos "Uso Alto de Memoria RAM" (1.1.1.1.1) y "Uso Alto de Procesador" (1.1.1.2.1) tuvieron su valor máximo en la primera semana con 9,74% (■) y 4,79% (■) respectivamente, y fueron disminuyendo gradualmente en las semanas siguientes. Finalmente, en cuanto al atributo "Uso Alto de Almacenamiento" (1.1.1.3.2), no se registraron niveles altos de uso de almacenamiento durante el período de monitoreo, manteniéndose constantemente en 0% (■). Este resultado indica un bajo uso de almacenamiento, con una utilización que no superó el nivel Insatisfactorio en ningún período. En consecuencia, ninguno de los tres atributos logró superar el nivel Insatisfactorio, por lo tanto, estos recursos pueden llegar a estar sobredimensionados para el fin que se les están dando.

En cuanto a la subcategoría "Utilización de Recursos" (1.1.2), ninguno de sus atributos logro niveles Satisfactorios (●). Para el atributo "Utilización de Memoria RAM" (1.1.2.1) sus valores fueron variando. Por ejemplo, tal como muestra la Tabla 15, en la primera semana el valor arrojado fue de 59,98% (■), pero luego en la segunda semana aumentó a 64,07% (◆). Sin embargo, en las semanas siguientes, la utilización disminuyó, alcanzando un mínimo de 45,96% (■) en la última semana.

Similar a "Utilización de Memoria RAM" (1.1.2.1), el atributo "Utilización de Procesador" (1.1.2.2), también experimentó variaciones durante el periodo de monitoreo. En la primera semana, la utilización fue de 61,35% (◆). Esta cifra aumentó ligeramente en las siguientes semanas, alcanzando un máximo de 65,85% (◆) en la segunda semana. Sin embargo, al igual que con la memoria RAM, la utilización de procesador disminuyó en las semanas siguientes, llegando al mínimo de 48,16% (■) en la cuarta semana.

Por su parte, el atributo "Utilización de Almacenamiento" (1.1.2.3), mostró una tendencia diferente en comparación con la utilización de memoria RAM y procesador. En las cuatro semanas la utilización fue menor en comparación a los recursos mencionados anteriormente, obteniendo siempre valores Insatisfactorios (■). Hubo una ligera disminución a lo largo de los ciclos, con la cifra más baja registrada en la tercera semana con 30,66% (■).

Siguiendo con la subcategoría "Disponibilidad" (1.2.1), los atributos "Tiempo Activo" (1.2.1.1), el "Tiempo No Disponible por Mantenimiento Programado" (1.2.1.2) y "Tiempo No Disponible Por Fallas" (1.2.1.3) dieron 100% (●) para las semanas 1, 2 y 4, con la excepción de la tercera semana, como se muestra en la cuarta columna de la Tabla 15, donde hubo una baja considerable.

En la semana 3, para el atributo "Tiempo Activo" (1.2.1.1) el valor de la medida fue 85,60%. Esta se obtuvo aplicando el procedimiento de cálculo de la Tabla 11 y por lo tanto el valor del indicador siguiendo la especificación de la Tabla 14 fue de 80% (◆). Para esta misma semana también se puede ver el "Tiempo No Disponible por Mantenimiento Programado" (1.2.1.2) donde la medida derivada fue de 0% y el

indicador arrojó 100% (●). Por último, para el atributo “Tiempo No Disponible Por Fallas” (1.2.1.3) su medida derivada fue de 14,39% y en consecuencia el valor de indicador fue 60% (■). Este último resultado muestra que la disponibilidad se vio afectada en la tercera semana por tareas de mantenimiento y en consecuencia afectó el tiempo activo de este ciclo.

Tabla 15. Requisitos no funcionales y valores de indicadores elementales para cada una de las semanas en los que se realizó el monitoreo. Nota: los valores de Indicadores Elementales están expresados en %.

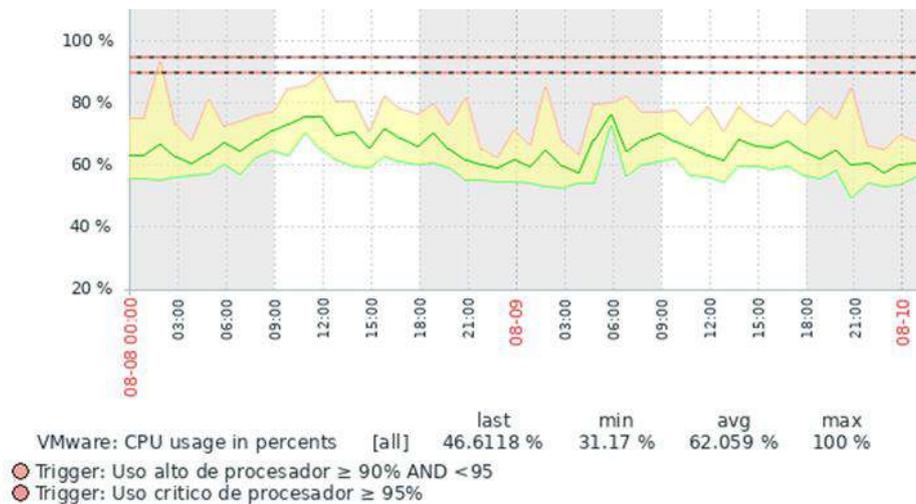
CARACTERÍSTICAS / ATRIBUTOS	EI			
	Semana			
	1	2	3	4
1. CALIDAD DE RECURSO				
1.1 EFICIENCIA DE DESEMPEÑO				
1.1.1 COMPORTAMIENTO TEMPORAL				
1.1.1.1 COMPORTAMIENTO TEMPORAL DE MEMORIA RAM				
1.1.1.1.1 USO ALTO DE MEMORIA RAM	9,74 ■	5 ■	3,74 ■	1 ■
1.1.1.1.2 USO CRITICO DE MEMORIA RAM	99,98 ●	99,82 ●	99,60 ●	99,92 ●
1.1.1.2 COMPORTAMIENTO TEMPORAL DE PROCESADOR				
1.1.1.2.1 USO ALTO DE PROCESADOR	4,79 ■	3,31 ■	3,87 ■	3,46 ■
1.1.1.2.2 USO CRITICO DE PROCESADOR	99,94 ●	99,99 ●	99,52 ●	99,92 ●
1.1.1.3 COMPORTAMIENTO TEMPORAL DE ALMACENAMIENTO				
1.1.1.3.1 USO ALTO DE ALMACENAMIENTO	0 ■	0 ■	0 ■	0 ■
1.1.1.3.2 USO CRITICO DE ALMACENAMIENTO	100 ●	100 ●	100 ●	100 ●
1.1.2 UTILIZACIÓN DE RECURSO				
1.1.2.1 UTILIZACIÓN DE MEMORIA RAM	59,98 ■	64,07 ◆	62,77 ◆	45,96 ■
1.1.2.2 UTILIZACIÓN DE PROCESADOR	61,31 ◆	65,85 ◆	61,09 ◆	48,16 ■
1.1.2.3 UTILIZACIÓN DE ALMACENAMIENTO	41,87 ■	38,96 ■	30,66 ■	31,32 ■
1.2 FIABILIDAD				
1.2.1 DISPONIBILIDAD				
1.2.1.1 TIEMPO ACTIVO	100 ●	100 ●	80 ◆	100 ●
1.2.1.2 TIEMPO NO DISPONIBLE POR MANTENIMIENTO PROGRAMADO	100 ●	100 ●	100 ●	100 ●
1.2.1.3 TIEMPO NO DISPONIBLE POR FALLAS	100 ●	100 ●	60 ■	100 ●

Es importante mencionar que, para facilitar el conteo de muchas de las métricas directas, se utilizaron herramientas que cada cierto tiempo (en el orden de los segundos)

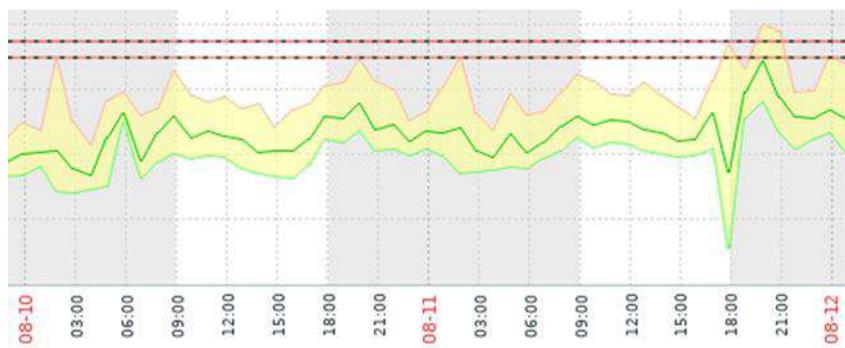
realizaron el registro de los datos en un repositorio, para luego, a través de estas herramientas poder obtener los resultados para cada una de las semanas.

En la Figura 19 se puede apreciar de forma gráfica los valores que la herramienta Zabbix obtuvo para el porcentaje de uso de uno de los procesadores perteneciente a un servidor del Data Center. Estos valores corresponden al registro realizado durante la cuarta semana, es decir, el período correspondiente desde el 8 de agosto hasta el 14 de agosto.

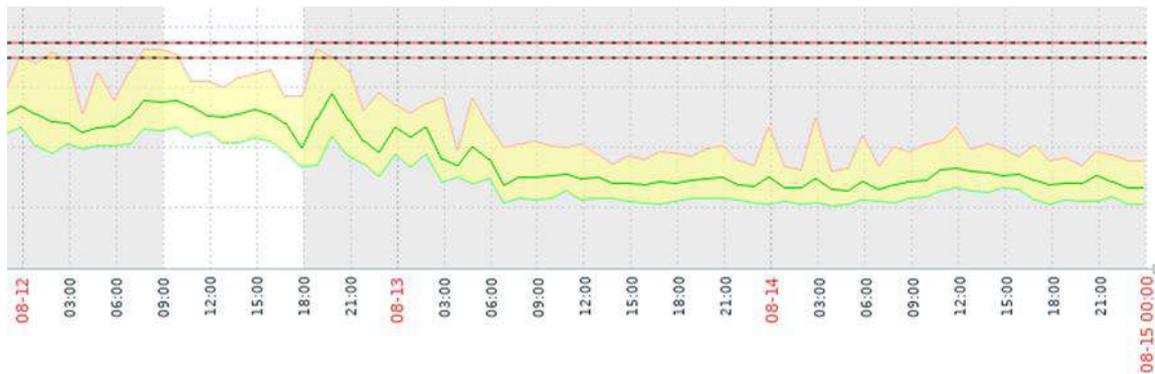
Las líneas rojas con puntos negros de la Figura 19 representan los umbrales a partir de los cuales se consideró que el uso del procesador era Alto o Crítico.



(a)



(b)



(c)

Figura 19. Gráfico de los valores de uso de uno de los procesadores del Data Center obtenidos mediante Zabbix durante la cuarta semana de monitoreo (período correspondiente entre el 8 de agosto y el 14 de agosto, incluidos). En (a) se muestran los registros de los días 8 y 9 de agosto, en (b) los valores de los días 10 y 11 de agosto, y finalmente, en (c) los registros de los días 12, 13 y 14 del mismo mes.

Particularmente, en este trabajo se consideró uso Alto del procesador cuando el mismo tiene una carga de al menos un 90% y uso Crítico, cuando se alcanza el 95%. Notar que estos criterios se tienen en cuenta en la especificación de algunas métricas, como por ejemplo en la métrica directa “Tiempo de Uso Crítico de Procesador” (ver Tabla 4). Los valores obtenidos por las herramientas y que luego se usaron para realizar las mediciones al final de cada semana pueden observarse en el Anexo IV.

4.5 Analizar los Resultados (A4.2)

Conforme a lo establecido en A4.1, en la Figura 20 se muestra un gráfico de columnas con los valores obtenidos para cada atributo en cada una de las semanas monitoreadas. En dicho gráfico se puede apreciar el fondo con los colores de los criterios de decisión, lo cual facilita visualizar si los valores caen en el rango Insatisfactorio (■), Marginal (◆) o Satisfactorio (●).

En cuanto a la actividad A4.2, a seguir, se comenta parte del informe producido al final de la cuarta semana. Este informe se realizó considerando los valores de la cuarta semana, pero teniendo en cuenta también los valores de las semanas anteriores. Notar que se omite la documentación de los análisis y reportes realizados al final de las semanas anteriores y se considera solo el análisis de la última semana por ser el más rico en cuanto a cantidad de datos y útil para mostrar tendencias y brindar las recomendaciones a los interesados.

Como se observa en la Tabla 15, los valores obtenidos en la cuarta semana para los atributos que están relacionados al uso alto del recurso (RAM, CPU y almacenamiento) caen en el nivel Insatisfactorio (■). Específicamente, Uso Alto de

Memoria RAM (1.1.1.1.1) obtuvo 1% (■), mientras que Uso Alto de Procesador (1.1.1.2.1) 3,46% (■) y Uso Alto de Almacenamiento (1.1.1.3.1) obtuvo 0% (■).

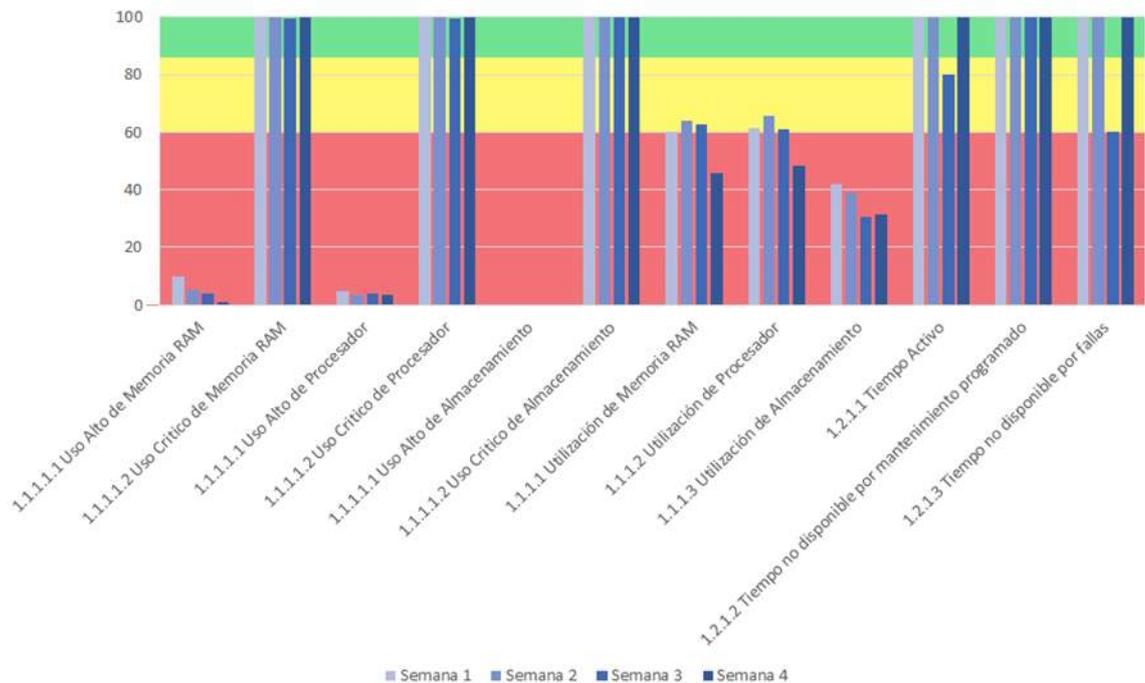


Figura 20. Gráfico de barras a partir de los valores obtenidos mediante Zabbix en la evaluación realizada cada semana para cada atributo.

Es importante notar que al comparar los valores del atributo Uso Alto de Memoria RAM (1.1.1.1.1) obtenidos en cada ciclo de monitoreo, los valores siempre caen en el nivel Insatisfactorio (■) y, además, el nivel de desempeño ha ido disminuyendo con el paso del tiempo. También es notable que los valores de desempeño son siempre muy bajos (menores al 10%). Todo esto significa que estos recursos están siendo infrutilizados la mayor parte del tiempo.

En cuanto a los atributos relacionados al uso crítico del recurso (RAM, CPU y almacenamiento), estos caen en el nivel Satisfactorio (●). Como se observa en la Tabla 6, los atributos Uso Crítico de Memoria RAM (1.1.1.1.2), Uso Crítico de Procesador (1.1.1.2.2) y Uso Crítico de Almacenamiento (1.1.1.3.2) obtuvieron valores muy cercanos al 100% durante todas las semanas. Esto significa que muy pocas veces los recursos se utilizan al límite o cercano a este umbral. En otras palabras, los recursos son suficientes para el uso habitual que hace de los mismos la organización ABC.

En cuanto a los atributos de la categoría Utilización de Recursos (1.1.2), en la última semana, los atributos Utilización de Memoria RAM (1.1.2.1), Utilización de Procesador (1.1.2.2) y Utilización de Almacenamiento (1.1.2.3) cayeron en el nivel Insatisfactorio (■). Cabe destacar que, en las semanas previas, los valores de desempeño alcanzados por los atributos Utilización de Memoria RAM (1.1.2.1) y Utilización de

Procesador (1.1.2.2) eran mayores, incluso, en algunos casos como en las semanas 2 y 3 con valores que se encontraban dentro del nivel Marginal (◆). Esto significa que en las últimas semanas el uso promedio de estos recursos ha ido disminuyendo, al punto de caer en un nivel de uso promedio muy por debajo de lo esperado o aceptable.

En cuanto a la característica Disponibilidad (1.2.1), se obtuvo para el atributo Tiempo no disponible por mantenimiento programado (1.2.1.2) un valor de 100% (●) en cada una de las semanas. En tanto que para Tiempo Activo (1.2.1.1) y Tiempo no Disponible por Fallas (1.2.1.3), los resultados fueron 100% (● Satisfactorio) en las semanas 1, 2 y 4, mientras que en la tercera semana el atributo Tiempo Activo (1.2.1.1) obtuvo el valor de 80% (◆ Marginal) y el atributo Tiempo no Disponible por Fallas (1.2.1.3) obtuvo 60% (■ Insatisfactorio).

Todo esto significa que en líneas generales no se está teniendo problemas de disponibilidad con el Data Center ya que este ha estado activo la mayor parte del tiempo (3 de las 4 semanas se alcanzó 100% de satisfacción en todos los atributos de Disponibilidad) y que no fue necesario realizar tareas de mantenimiento programado.

Sin embargo, el hecho de que en una de las semanas el Tiempo Activo (1.2.1.1) y el Tiempo no Disponible por Fallas (1.2.1.3) no hayan caído en el nivel satisfactorio no es menor, ya que esto seguramente afectó la operatoria normal de la organización. Dado que la métrica directa “Tiempo de Fallas (#TF)” es utilizada tanto para la métrica indirecta “Porcentaje de Tiempo Activo (%TA)” y para “Porcentaje Tiempo No Disponible por Fallas (%TNDP)” que se cuantifican los atributos Tiempo Activo (1.2.1.1) y el Tiempo no Disponible por Fallas (1.2.1.3) respectivamente. Existe una relación entre ambas, donde por alguna falla (sea de red, energía, etc.), los recursos no estuvieron disponibles y accesibles.

En resumen, de este análisis se desprende que:

- No se está realizando un uso crítico de la Memoria RAM, Procesador y Almacenamiento (todos los valores caen en el nivel Satisfactorio ●). Esto es un buen indicador ya que significa que estos recursos son suficientes.
- El uso promedio de la Memoria RAM, Procesador y Almacenamiento es menor a lo deseable (todos los valores caen en el nivel Insatisfactorio ■ o Marginal ◆). Esto significa que habitualmente no se está realizando un uso intensivo de los recursos, es decir, se cuenta con más recursos de lo que realmente son necesarios para el trabajo habitual en ABC.
- No se está realizando un uso Alto de la Memoria RAM, Procesador y Almacenamiento (todos los valores caen en el nivel Insatisfactorio ■). Esto no es un buen indicador ya que significa que no hay períodos de tiempo en los cuales los recursos se estén usando de manera intensiva. Esto significa que los recursos son muy superiores a los requeridos.
- En una de las semanas el Data Center no estuvo disponible durante un tiempo mayor al esperado (valores Marginal ◆ e Insatisfactorio ■ en la tercera

semana). Esto no es menor ya que al verse comprometido el acceso a los recursos, se pone en juego la operatoria normal de la organización.

La infraestructura informática on-premise de la organización ABC está sobredimensionada para sus necesidades actuales debido a que cuando se planificó la misma, hace más de 20 años, las soluciones tecnológicas eran muy diferentes. En aquel entonces, no existían servicios avanzados basados en la nube como SaaS (Software as a Service) o IaaS (Infrastructure as a Service), lo que obligaba a las empresas a construir y mantener sus propios sistemas con capacidad suficiente para anticipar cualquier futura demanda. Esta infraestructura, heredada y adaptada a las limitaciones tecnológicas del pasado, fue diseñada para manejar más capacidad de la que actualmente se necesita. Hoy en día, las empresas pueden aprovechar los servicios en la nube para ajustar la capacidad de su infraestructura de manera flexible y rentable, pagando solo por lo que realmente utilizan.

El bajo uso de recursos en la infraestructura informática on-premise de la organización ABC tiene repercusiones en términos de costos. Mantener una infraestructura sobredimensionada implica gastos innecesarios en mantenimiento y consumo energético para equipos que no están siendo utilizados a su máxima capacidad. Estos costos operativos adicionales constituyen una carga financiera que podría haberse evitado mediante una infraestructura ajustada a las necesidades reales de la empresa. Además, el mantenimiento y la actualización de equipos físicos representan un gasto continuo que puede ser considerablemente reducido a través de la migración a servicios en la nube, los cuales permiten pagar únicamente por los recursos efectivamente utilizados y de ser necesario, se puede escalar la capacidad de manera flexible y rentable. Destinar recursos financieros a una infraestructura local sobredimensionada también representa una oportunidad perdida, ya que los fondos invertidos en mantener esta infraestructura podrían haberse utilizado en otros proyectos estratégicos, optimizando así el uso del presupuesto en tecnología para fomentar la innovación, la eficiencia y el crecimiento de la organización.

En lo que respecta al rendimiento, una infraestructura infrautilizada puede conllevar un desempeño subóptimo, dado que no se aprovechan adecuadamente los recursos disponibles para mejorar la velocidad y la eficiencia de las aplicaciones. Esto puede resultar en una menor agilidad en la respuesta a las demandas del negocio y en una eficiencia operativa reducida. En contraposición, los servicios en la nube ofrecen la posibilidad de optimizar el rendimiento mediante la provisión de recursos bajo demanda y el ajuste dinámico de la capacidad según las necesidades, garantizando que los sistemas operen de manera eficiente y efectiva.

La escalabilidad también se ve comprometida por el bajo uso de recursos, dado que la empresa se encuentra limitada por una infraestructura rígida que no puede adaptarse fácilmente a las fluctuaciones en la demanda. Los servicios en la nube permiten montar y desmontar infraestructuras de manera flexible, minimizando los costos asociados con la adquisición y mantenimiento de equipos físicos. Asimismo, la

nube pública ofrece una interoperabilidad superior, facilitando la integración con otros servicios y sistemas, algo cada vez más demandado en el contexto tecnológico actual. En contraste, la nube privada puede presentar limitaciones y constituir una barrera para la innovación y la competitividad, salvo en industrias con estrictas necesidades legales y de privacidad. Incluso en estos casos, se observa una tendencia hacia modelos híbridos que combinan infraestructura local con la nube pública, dado que la infraestructura local tiende a minimizarse o desaparecer con el tiempo debido a sus altos costos y menor flexibilidad.

A partir de lo anterior, se recomienda considerar la opción de adoptar otra solución como puede ser contratar un servicio de infraestructura en la nube pública. Quienes brindan este tipo de servicio suelen contar con un modelo llamado serverless, en la cual solo se abona por el uso y no por la capacidad. El enfoque serverless ofrece ventajas como una mayor agilidad en el desarrollo de aplicaciones, y una reducción de costos al eliminar la necesidad de mantener servidores en funcionamiento continuo. Otras de las ventajas es que no es necesario administrar la infraestructura, dado que es escalable y proveen alta disponibilidad y tolerancia a fallas.

En el caso de ser necesario contar con infraestructura propia por motivos del negocio, la nube pública también cuenta con el modelo IaaS (Infrastructure as a Service) que permite el aprovisionamiento de recursos de forma sencilla, mejora la escala y rendimiento, y además aumenta la seguridad y fiabilidad.

Además, se podrían reemplazar, siempre y cuando el negocio lo permita, las aplicaciones que actualmente corren sobre esta infraestructura por otras soluciones web o móviles. Este tipo de solución se conoce como SaaS (Software as a Service). Hoy en día muchas herramientas y plataformas tienen su propia SaaS e incentivan a que sus clientes opten por este servicio y dejen atrás el modelo on-premise.

También se podría optar por migrar solo una parte de las aplicaciones que el negocio permita hacia la nube pública, generando un híbrido entre estas. Esta alternativa podría producir una reducción de la infraestructura. Reducir el equipo informático permitiría bajar los costos de mantenimiento y energéticos.

5. Conclusiones y Trabajo Futuro

En el presente trabajo final, hemos realizado el monitoreo de un Data Center de la empresa ABC (nombre ficticio utilizado por motivos de privacidad requerida por la organización), la cual dispone de la sede central en Córdoba y sucursales en General Pico. Concretamente, el monitoreo se realizó sobre 3 servidores y 3 unidades de almacenamiento, a lo largo de 4 semanas, bajo condiciones reales de uso. Las características principales que fueron monitoreadas son la Eficiencia de Desempeño y la Fiabilidad.

Para esto se aplicó la estrategia llamada GOCAMEM, la cual permitió monitorear propiedades y comportamiento del Data Center, para luego, a partir de las medidas y valores de indicadores obtenidos, generar reportes con el fin de que los interesados corporativos puedan tomar decisiones basadas en datos e información robusta y consistente.

Este estudio con evaluación cuantitativa permitió observar principalmente el bajo uso de los recursos del Data Center en cuestión por parte de la empresa ABC. Como resultado del análisis se le recomendó la opción de contratar un proveedor de servicio en la nube bajo la modalidad serverless luego de analizar los costos -aspecto que está fuera del alcance de este trabajo. Como también optar por otras alternativas de servicios como IaaS o SaaS. Además, se recomendó como otra posible alternativa, optar por un modelo híbrido, en el cual se migran algunas de las aplicaciones a las soluciones nube mencionadas, sumado a una posible reducción de los recursos informáticos.

Como resultado de este trabajo, además de la aplicación de la estrategia GOCAMEM en un caso real, se obtuvo como resultado un árbol de requisitos no funcionales junto a la especificación de sus métricas e indicadores los cuales pueden ser aplicados nuevamente en el futuro para este u otro Data Center, reduciendo considerablemente el tiempo de ejecución de las actividades A1 y A2.

Cabe indicar una vez más, tal como se mencionó en la subsección 1.2 del Capítulo 1, que este caso aplicado fue aceptado como trabajo completo [1] y expuesto por el autor de este trabajo final en el congreso nacional denominado CoNalISI 2023.

Es importante destacar que además de los requisitos no funcionales utilizados en este trabajo (recordar Tabla 7), también pueden considerarse otros aspectos para otras situaciones similares. Por ejemplo, atributos relacionados a la tolerancia a fallas y redundancia de recursos. Por lo tanto, un trabajo futuro es la adaptación del árbol de requisitos no funcionales aquí diseñado para incluir estos y otros aspectos no considerados en este trabajo por no ser de relevancia para la empresa ABC al momento de la solicitud de evaluación.

Adicionalmente, considerando la recomendación dada a la empresa ABC, un trabajo futuro podría ser la aplicación de la estrategia GOCAMES (Goal-Oriented Context-

Aware Measurement, Evaluation and Selection), con el fin de seleccionar la mejor alternativa entre las opciones recomendadas.

GOCAMES es parte de la familia de estrategias documentadas en [24]. La misma ayuda a seleccionar la alternativa más adecuada entre un conjunto de entidades competitivas en un contexto dado, para un conjunto de características y atributos relacionados a calidad y/o costo. En este caso planteado, las entidades podrían ser, según el camino que se adopte, proveedores de servicios serverless en la nube, como también proveedores de IaaS y SaaS. En síntesis, el análisis en esta estrategia consiste en determinar las fortalezas y debilidades de las entidades evaluadas, lo que permite compararlas con el fin de seleccionar y adoptar la alternativa más adecuada considerando aspectos de calidad y también de costo si se requiere.

Referencias

- [1] Abram, M., Becker, P., Olsina, L. (2023). Monitoreo de una Infraestructura Informática Utilizando una Estrategia Guiada por Medición y Evaluación. Actas del 11vo Congreso Nacional de Ingeniería Informática / Sistemas de Información (CoNaIISI), S. M. de Tucumán, 2-3 nov., pp. 1-14, (2023). ISSN 2347-0372.
- [2] Agencia de Acceso a la Información Pública. (n.d.). Nuevo Proyecto de Ley de Protección de Datos Personales. Presidencia de la Nación. Accedido el 07 de enero de 2024 desde: <https://www.argentina.gob.ar/aaip/datospersonales/proyecto-ley-datos-personales>
- [3] Ani Gujrathi (22 de marzo de 2022). Zenoss Core Sunset. Zenoos. Accedido el 28 de agosto de 2023 desde <https://www.zenoss.com/blog/zenoss-core-sunset>
- [4] Allonca, Juan & Piccirilli, Darío. (2014). Consideraciones Legales Relativas a la Privacidad en Proyectos de Cloud Computing en el Exterior de Argentina. Revista Latinoamericana de Ingeniería de Software. 2. 77. 10.18294/relais.2014.77-90.
- [5] Becker, P., Olsina, L., Papa, M.F. (2022). Strategy for Improving Source Code Compliance to a Style Guide. XXVIII Congreso Argentino de Ciencias de la Computación (CACIC 2022), La Rioja, Argentina, 3-6 Oct., pp. 312-321, Available at <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/149102>.
- [6] Becker, P., Papa, M.F., Tebes, G., Olsina L. (2022). Discussing the Applicability of a Process Core Ontology and Aspects of its Internal Quality. In: Software Quality Journal, Springer, 1-36. DOI: 10.1007/s11219-022-09592-3.
- [7] Becker, P., Tebes, G., Peppino, D., Olsina, L. (2019). Applying an Improving Strategy that embeds Functional and Non-Functional Requirements Concepts. Journal of Computer Science and Technology, vol. 19, no. 2, pp. 153–175, 2019, doi: 10.24215/16666038.19.e15.
- [8] Brelsford, H. Atera's Agile Innovation results in MSP Opportunities. Accedido el 28 de agosto de 2023 desde <https://d12tbd6xzgxi73.cloudfront.net/app/uploads/2020/02/Atera-Network-Discovery-White-Paper.pdf>
- [9] Curtis, B., Kellner, M., & Over, J. (1992) Process Modelling. Communications of the ACM, 35 (9), 75-90.
- [10] DLA Piper. (n.d.). Argentina: New exchange control restrictions. DLA Piper. Accedido el 03 de enero de 2024 desde: <https://www.dlapiper.com/en/us/insights/publications/2023/12/argentina-new-exchange-control-restrictions/>
- [11] Emily Wu. (2021). Belfer Center for Science and International Affairs. (julio de 2021). Sovereignty and Data Localization. Belfer Center for Science and International

Affairs. Accedido el 03 de enero de 2024 desde: <https://www.belfercenter.org/publication/sovereignty-and-data-localization>

[12] Frene, L. (2019, 8 de octubre). Consideraciones Jurídicas sobre Servicios Cloud en la Argentina. RCTZZ. Accedido el 07 de enero de 2024 desde: <https://rctzz.com.ar/consideraciones-juridicas-sobre-servicios-cloud-en-la-argentina/>

[13] Geng, H. (2014). Data Center Handbook. Wiley.

[14] Hummel, Patrik & Braun, Matthias & Tretter, Max & Dabrock, Peter. (2021). Data sovereignty: A review. *Big Data & Society*. 8. 205395172098201. 10.1177/2053951720982012. Accedido el 3 de enero de 2024 desde: https://www.researchgate.net/publication/348703352_Data_sovereignty_A_review

[15] ISO/IEC 25010. (2011) Systems and Software Engineering – Systems and software product Quality Requirements and Evaluation (SQuaRE) – System and software quality models.

[16] Khalil, Y. H., & Elmaghraby, A. S. (2011). RESILIENCE OF DATA CENTERS. In T. Saadawi & L. Jordan (Eds.), *CYBER INFRASTRUCTURE PROTECTION* (pp. 183–206). Strategic Studies Institute, US Army War College. <http://www.jstor.org/stable/resrep11979.11>

[17] Kim, H., Ahn, S., Park, B., Song, J., Choi, J. (2006) Functional Architecture of Performance Measurement System Based on Grid Monitoring Architecture. In: Cham, T.J., Cai, J., Dorai, C., Rajan, D., Chua, T.S., Chia, L.T. (eds) *Advances in Multimedia Modeling. MMM 2007. Lecture Notes in Computer Science*, vol 4352. Springer, Berlin, Heidelberg. https://doi.org/10.1007/978-3-540-69429-8_61

[18] Liefing, N. van Baekel, B. (2022) *Zabbix 6 IT Infrastructure Monitoring Cookbook: Explore the new features of Zabbix 6 for designing, building, and maintaining your Zabbix setup*. Packt Publishing; 2nd ed. edition, 506 pp. ISBN-13: 978-1803246918.

[19] Mulchandani, N., & Shanahan, J. N. T. "Jack." (2022). Lessons from Data Center Architecture. In *Software–Defined Warfare: Architecting the DOD’s Transition to the Digital Age* (pp. 6–15). Center for Strategic and International Studies (CSIS). <http://www.jstor.org/stable/resrep43413.5>

[20] Sanders, C. (2023, 17 de mayo). Brindar innovación mientras se mantiene la soberanía digital. News Center Microsoft Latinoamérica. Accedido el 7 de enero de 2024 desde: <https://news.microsoft.com/es-xl/brindar-innovacion-mientras-se-mantiene-la-soberania-digital/>

[21] Olsina, L., Papa, F., & Becker, P. (2023). NFRsTDO v1.2's Terms, Properties, and Relationships -- A Top-Domain Non-Functional Requirements Ontology. Preprint en Research Gate. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.20945.20329>

- [22] Olsina, L., Papa, F., & Becker, P. (2020, Diciembre). IndicatorsLDO v2.0's Terms, Properties, Relationships and Axioms -- An Indicator-based Evaluation Low-Domain Ontology. Preprint en Research Gate. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.27769.08809>
- [23] Olsina, L., Papa, F., & Becker, P. (2020, Noviembre). MetricsLDO v2.0's Terms, Properties, Relationships and Axioms -- A Metric-based Measurement Low-Domain Ontology. Preprint en Research Gate. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.33998.69441>
- [24] Olsina, L., Becker, P. (2017) Family of Strategies for different Evaluation Purposes. In: 20th Conferencia Iberoamericana en Software Engineering (CIBSE'17) held in the framework of ICSE, CABA, Argentina, Published by Curran Associates 2017, pp. 221-234.
- [25] OMG-SPEM (2008) Software & Systems Process Engineering Meta-Model Specification v2.0.
- [26] Pandora FMS team (8 de agosto de 2022) La comparativa más completa: Pandora FMS Open Source vs Pandora FMS Enterprise. Accedido el 28 de agosto de 2023 desde <https://pandorafms.com/blog/es/pandora-fms-opensource-vs-pandora-fms-enterprise/>
- [27] Tebes, G., Peppino, D., Becker, P., Papa, M. F., Rivera, M.B., Olsina, L. (2018). Family of Evaluation Strategies: A Practical Case for Comparing and Adopting Strengths. Journal of Computer Science & Technology, vol. 18, no. 1, pp. 48–60. DOI: 10.24215/16666038.18.e06
- [28] Rivera, B., Becker, P., Papa, M.F., Olsina, L. (2016). A Holistic Quality Evaluation, Selection, and Improvement Approach driven by Multilevel Goals and Strategies. In CLEI Electronic Journal, 19:(3), Paper 3, pp. 1–28, ISSN 0717-5000.
- [29] Ryder, T. Nagios Core Administration Cookbook - Second Edition. Packt. 386 pp. ISBN 9781785889332
- [30] Waiman, N., Papa, M.F., Furch, R., Olsina L. (2020) Estrategia de Monitoreo y Control de la Calidad de Servicio brindado por un ISP: Un Caso Aplicado. In proceedings of ASSE'20, Argentine Symposium on Software Engineering, 49 JAIIO, held virtually Oct. 2020, CABA, Arg., pp. 87-103, ISSN: 2451-7593
- [31] Zalazar, M Por las restricciones para importar, muchas empresas no pueden renovar licencias de software desde la Argentina". (2023, septiembre 6). Infobae. Accedido el 03 de enero de 2024 desde: <https://www.infobae.com/economia/2023/09/06/por-las-restricciones-para-importar-muchas-empresas-no-pueden-renovar-licencias-de-software-desde-la-argentina/>

Anexo I: Especificación de Requisitos de Calidad de Recurso

En este anexo se detallan las características y atributos diseñados. Para una mejor comprensión, se detalla primero el árbol de requisitos con foco de evaluación en Calidad de Recurso y luego se definen sus elementos. Particularmente, la entidad a evaluar en este caso es un Data Center.

1 Calidad de Recurso (*característica de más alto nivel*)

1.1 Eficiencia de desempeño

1.1.1 Comportamiento Temporal

1.1.1.1 Comportamiento Temporal de Memoria RAM

1.1.1.1.1 Uso Alto de Memoria RAM

1.1.1.1.2 Uso Crítico de Memoria RAM

1.1.1.2 Comportamiento Temporal de Procesador

1.1.1.2.1 Uso Alto de Procesador

1.1.1.2.2 Uso Crítico de Procesador

1.1.1.3 Comportamiento Temporal de Almacenamiento

1.1.1.3.1 Uso Alto de Almacenamiento

1.1.1.3.2 Uso Crítico de Almacenamiento

1.1.2 Utilización de Recurso

1.1.2.1 Utilización de Memoria RAM

1.1.2.2 Utilización de Procesador

1.1.2.3 Utilización de Almacenamiento

1.2 Fiabilidad

1.2.1 Disponibilidad

1.2.1.1 Tiempo Activo

1.2.1.2 Tiempo No Disponible por Mantenimiento Programado

1.2.1.3 Tiempo No Disponible por Fallas

CARACTERÍSTICAS / ATRIBUTOS	DEFINICIÓN: GRADO EN EL CUAL...
1. CALIDAD DE RECURSO	... el recurso provee eficiencia de desempeño en base a al uso de memoria RAM, CPU y almacenamiento, y además brinda fiabilidad con respecto a su disponibilidad.
1.1 EFICIENCIA DE DESEMPEÑO	... el recurso provee un desempeño apropiado, relativo a la cantidad de memoria RAM, CPU y almacenamiento usados, bajo ciertas condiciones.
1.1.1 COMPORTAMIENTO TEMPORAL	... los tiempos de procesamiento, uso de memoria RAM y uso de almacenamiento alcanzan los requisitos, cuando realizan sus funciones.

1.1.1.1 COMPORTAMIENTO TEMPORAL DE MEMORIA RAM	... el tiempo de uso alto y crítico de la memoria RAM cumplen con los requisitos.
<i>1.1.1.1.1 USO ALTO DE MEMORIA RAM</i>	... el tiempo de uso alto de la memoria RAM cumple con los requisitos.
<i>1.1.1.1.2 USO CRÍTICO DE MEMORIA RAM</i>	... el tiempo de uso crítico de la memoria RAM cumple con los requisitos.
1.1.1.2 COMPORTAMIENTO TEMPORAL DE PROCESADOR	... el tiempo de uso alto y crítico del procesador cumplen con los requisitos.
<i>1.1.1.2.1 USO ALTO DE PROCESADOR</i>	... el tiempo de uso alto del procesador, cumple con los requisitos.
<i>1.1.1.2.2 USO CRÍTICO DE PROCESADOR</i>	... el tiempo de uso crítico del procesador cumple con los requisitos.
1.1.1.3 COMPORTAMIENTO TEMPORAL DE ALMACENAMIENTO	... el tiempo de uso alto y crítico de almacenamiento cumplen con los requisitos.
<i>1.1.1.3.1 USO ALTO DE ALMACENAMIENTO</i>	... el tiempo de uso alto de almacenamiento cumple con los requisitos.
<i>1.1.1.3.2 USO CRÍTICO DE ALMACENAMIENTO</i>	... el tiempo de uso crítico de almacenamiento cumple con los requisitos.
1.1.2 UTILIZACIÓN DE RECURSOS	... se hace uso de los recursos, cuando realizan sus funciones.
<i>1.1.2.1 UTILIZACIÓN DE MEMORIA RAM</i>	... el uso de memoria RAM cumple con los requisitos.
<i>1.1.2.2 UTILIZACIÓN DE PROCESADOR</i>	... el uso del procesador cumple con los requisitos.
<i>1.1.2.3 UTILIZACIÓN DE ALMACENAMIENTO</i>	... el uso de almacenamiento cumple con los requisitos.
1.2 FIABILIDAD	... se espera que los recursos funcionen de forma adecuada, bajo condiciones específicas, dentro de un periodo especificado.
1.2.1 DISPONIBILIDAD	... los recursos están operativos y accesibles cuando se requiere para su uso.
<i>1.2.1.1 TIEMPO ACTIVO</i>	... los recursos están operativos y accesibles.
<i>1.2.1.2 TIEMPO NO DISPONIBLE POR MANTENIMIENTO PROGRAMADO</i>	... los recursos no están operativos y accesibles por mantenimiento.
<i>1.2.1.3 TIEMPO NO DISPONIBLE POR FALLAS</i>	... los recursos no están operativos y accesibles por fallas.

Anexo II: Especificación de Métricas Indirectas y sus Métricas Directas Relacionadas

En este Anexo se especifican las métricas diseñadas. Para una mejor comprensión, primero se detalla la métrica indirecta y luego las métricas directas relacionadas.

1.1.1.1.1 Uso Alto de Memoria RAM

Métrica Indirecta
Nombre del Atributo a Cuantificar: Uso Alto de Memoria RAM Nombre de Métrica: Porcentaje de Tiempo de Uso Alto de Memoria RAM (%UAM)
Objetivo: Determinar el porcentaje de tiempo en el cual se hace uso considerado “Alto” de memoria RAM, respecto al tiempo total de uso. Autor: Marcos Abram Versión: 1.0
Procedimiento de Calculo: Formula: $\%UAM = \left(\frac{\sum_{i=1}^n \#TUAM_i}{n \times \#TS} \right) \times 100$; If $\#TS = 0$, then $\%UAM = 0$ Donde n es la cantidad de servidores.
Escala: Numérica Tipo de Escala: Ratio Tipo de Valor: Real Representación: Continua
Unidad: Nombre: Porcentaje Descripción: Representa la proporcionalidad de una parte respecto a un total que se considera dividido en cien unidades. Acrónimo: %
Métricas Directas Relacionadas: #TUAM: Cantidad de Tiempo de Uso Alto de Memoria RAM #TS: Cantidad de Tiempo de Servicio

Métrica Directa
Nombre de Métrica: Cantidad de Tiempo de Uso Alto de Memoria RAM (#TUAM)
Objetivo: Determinar el tiempo en el cual se hace uso considerado “Alto” de memoria RAM.

<p>Autor: Marcos Abram Versión: 1.0</p>
<p>Procedimiento de Medición: Tipo: Objetivo Especificación: Un usuario experto determinado obtiene a través de una herramienta el periodo total de tiempo en el cual se hace uso “Alto” de memoria RAM. Se considera uso “Alto” según si PUM (Porcentaje de uso de memoria RAM):</p> <ul style="list-style-type: none"> ● $PUM \geq 90\%$ AND $PUM < 95\%$
<p>Escala: Numérica Tipo de Escala: Ratio Tipo de Valor: Real Representación: Continua</p>
<p>Unidad: Nombre: Hora Descripción: Medida de tiempo que equivale a 60 minutos. Acrónimo: Hs</p>
<p>Herramientas: Zabbix</p>

<p>Métrica Directa</p>
<p>Nombre del Atributo a Cuantificar: Tiempo de Servicio Nombre de Métrica: Cantidad de Tiempo de Servicio (#TS)</p>
<p>Objetivo: Determinar el periodo de tiempo en el que un recurso se compromete a estar operativo. Autor: Marcos Abram Versión: 1.0</p>
<p>Procedimiento de Medición: Tipo: Objetivo Especificación: Un usuario experto determinado releva la cantidad de tiempo en la cual los recursos se comprometen a estar activos, dentro del periodo de tiempo seleccionado para la medición.</p>
<p>Escala: Numérica Tipo de Escala: Ratio Tipo de Valor: Real Representación: Continua</p>
<p>Unidad: Nombre: Hora Descripción: Medida de tiempo que equivale a 60 minutos. Acrónimo: Hs</p>

1.1.1.1.2 Uso Critico de Memoria RAM

Métrica Indirecta
<p>Nombre del Atributo a Cuantificar: Uso critico de memoria RAM Nombre de Métrica: Porcentaje de Tiempo de Uso Critico de Memoria RAM (%UCM)</p>
<p>Objetivo: Determinar el porcentaje de tiempo en el cual se hace uso considerado “Critico” de memoria RAM, respecto al tiempo total de uso. Autor: Marcos Abram Versión: 1.0</p>
<p>Procedimiento de Calculo: Formula: $\%UCM = \left(\frac{\sum_{i=1}^n \#TUCM_i}{n \times \#TS} \right) \times 100$; If $\#TS = 0$, then $\%UCM = 0$ Donde n es la cantidad de servidores.</p>
<p>Escala: Numérica Tipo de Escala: Ratio Tipo de Valor: Real Representación: Continua</p>
<p>Unidad: Nombre: Porcentaje Descripción: Representa la proporcionalidad de una parte respecto a un total que se considera dividido en cien unidades. Acrónimo: %</p>
<p>Métricas Directas Relacionadas: $\#TUCM$: Cantidad de Tiempo de Uso Critico de Memoria RAM $\#TS$: Cantidad de Tiempo de Servicio</p>

Métrica Directa
<p>Nombre de Métrica: Cantidad de Tiempo de Uso Critico de Memoria RAM ($\#TUCM$)</p>
<p>Objetivo: Determinar el tiempo en el cual se hace uso considerado “Critico” de memoria RAM. Autor: Marcos Abram Versión: 1.0</p>
<p>Procedimiento de Medición: Tipo: Objetivo Especificación: Un usuario experto determinado obtiene a través de una herramienta el periodo total de tiempo en el cual se hace uso “Critico” de memoria RAM a través de una herramienta. Se considera uso “Critico” según si PUM (Porcentaje de uso de memoria RAM):</p> <ul style="list-style-type: none"> ● $PUM \geq 95\%$

<p>Escala: Numérica Tipo de Escala: Ratio Tipo de Valor: Real Representación: Continua</p>
<p>Unidad: Nombre: Hora Descripción: Medida de tiempo que equivale a 60 minutos. Acrónimo: Hs</p>
<p>Herramientas: Zabbix</p>

1.1.1.2.1 Uso Alto de Procesador

Métrica Indirecta
<p>Nombre del Atributo a Cuantificar: Uso Alto de Procesador Nombre de Métrica: Porcentaje de Tiempo de Uso Alto de Procesador (%UAP)</p>
<p>Objetivo: Determinar el porcentaje de tiempo en el cual se hace uso considerado “Alto” de procesador, respecto al tiempo total de uso Autor: Marcos Abram Versión: 1.0</p>
<p>Procedimiento de Calculo: Formula: $\%UAP = \left(\frac{\sum_{i=1}^n \#TUAP_i}{n \times \#TS} \right) \times 100$; If $\#TS = 0$, then $\%UAP = 0$ Donde n es la cantidad de servidores.</p>
<p>Escala: Numérica Tipo de Escala: Ratio Tipo de Valor: Real Representación: Continua</p>
<p>Unidad: Nombre: Porcentaje Descripción: Representa la proporcionalidad de una parte respecto a un total que se considera dividido en cien unidades. Acrónimo: %</p>
<p>Métricas Directas Relacionadas: #TUAP: Cantidad de Tiempo de Uso Alto de Procesador #TS: Cantidad de Tiempo de Servicio</p>

Métrica Directa

Nombre de Métrica: Cantidad de Tiempo de Uso Alto de Procesador (#TUAP)
Objetivo: Determinar el tiempo en el cual se hace uso considerado “Alto” de procesador Autor: Marcos Abram Versión: 1.0
Procedimiento de Medición: Tipo: Objetivo Especificación: Un usuario experto determinado obtiene a través de una herramienta el periodo total de tiempo en el cual se hace uso “Alto” de procesador. Se considera uso “Alto” según si PUP (Porcentaje de uso de procesador): <ul style="list-style-type: none"> ● PUP ≥ 90% AND PUP < 95%
Escala: Numérica Tipo de Escala: Ratio Tipo de Valor: Real Representación: Continua
Unidad: Nombre: Hora Descripción: Medida de tiempo que equivale a 60 minutos. Acrónimo: Hs
Herramientas: Zabbix

1.1.1.2.2 Uso Critico de Procesador

Métrica Indirecta
Nombre del Atributo a Cuantificar: Uso Critico de Procesador Nombre de Métrica: Porcentaje de Tiempo de Uso Critico de Procesador (%UCP)
Objetivo: Determinar el porcentaje de tiempo en el cual se hace uso considerado “Critico” de procesador, respecto al tiempo total de uso Autor: Marcos Abram Versión: 1.0
Procedimiento de Calculo: Formula: $\%UCP = \left(\frac{\sum_{i=1}^n \#TUCP_i}{n \times \#TS} \right) \times 100$; If #TS= 0, then %UCP = 0 Donde n es la cantidad de servidores.
Escala: Numérica Tipo de Escala: Ratio Tipo de Valor: Real Representación: Continua

<p>Unidad: Nombre: Porcentaje Descripción: Representa la proporcionalidad de una parte respecto a un total que se considera dividido en cien unidades. Acrónimo: %</p>
<p>Métricas Directas Relacionadas: #TUCP: Cantidad de Tiempo de Uso Critico de Procesador #TS: Cantidad de Tiempo de Servicio</p>

<p>Métrica Directa</p>
<p>Nombre de Métrica: Cantidad de Tiempo de Uso Critico de Procesador (#TUCP)</p>
<p>Objetivo: Determinar el tiempo en el cual se hace uso considerado “Critico” de procesador Autor: Marcos Abram Versión: 1.0</p>
<p>Procedimiento de Medición: Tipo: Objetivo Especificación: Un usuario experto determinado obtiene a través de una herramienta el periodo total de tiempo en el cual se hace uso “Critico” de procesador. Se considera uso “Critico” según si PUP (Porcentaje de uso de procesador):</p> <ul style="list-style-type: none"> ● PUP ≥ 95%
<p>Escala: Numérica Tipo de Escala: Ratio Tipo de Valor: Real Representación: Continua</p>
<p>Unidad: Nombre: Hora Descripción: Medida de tiempo que equivale a 60 minutos. Acrónimo: Hs</p>
<p>Herramientas: Zabbix</p>

1.1.1.3.1 Uso Alto de Almacenamiento

<p>Métrica Indirecta</p>
<p>Nombre del Atributo a Cuantificar: Uso Alto de Almacenamiento Nombre de Métrica: Porcentaje de Tiempo de Uso Alto de Almacenamiento (%UAA)</p>

<p>Objetivo: Determinar el porcentaje de tiempo en el cual se hace uso considerado “Alto” de Almacenamiento, respecto al tiempo total de uso</p> <p>Autor: Marcos Abram</p> <p>Versión: 1.0</p>
<p>Procedimiento de Calculo:</p> <p>Formula: $\%UAA = \left(\frac{\sum_{i=1}^n \#TUAA_i}{n \times \#TS} \right) \times 100$; If $\#TS = 0$, then $\%UAA = 0$</p> <p>Donde n es la cantidad de unidades de almacenamiento.</p>
<p>Escala: Numérica</p> <p>Tipo de Escala: Ratio</p> <p>Tipo de Valor: Real</p> <p>Representación: Continua</p>
<p>Unidad:</p> <p>Nombre: Porcentaje</p> <p>Descripción: Representa la proporcionalidad de una parte respecto a un total que se considera dividido en cien unidades.</p> <p>Acrónimo: %</p>
<p>Métricas Directas Relacionadas:</p> <p>#TUAA: Cantidad de Tiempo de Uso Alto de Almacenamiento</p> <p>#TS: Cantidad de Tiempo de Servicio</p>

<p>Métrica Directa</p>
<p>Nombre de Métrica: Cantidad de Tiempo de Uso Alto de Almacenamiento (#TUAA)</p>
<p>Objetivo: Determinar el tiempo en el cual se hace uso considerado “Alto” de almacenamiento</p> <p>Autor: Marcos Abram</p> <p>Versión: 1.0</p>
<p>Procedimiento de Medición:</p> <p>Tipo: Objetivo</p> <p>Especificación: Un usuario experto determinado obtiene a través de una herramienta el periodo total de tiempo en el cual se hace uso “Alto” de almacenamiento.</p> <p>Se considera uso “Alto” según si PUA (Porcentaje de uso de almacenamiento):</p> <ul style="list-style-type: none"> ● $PUA \geq 90\%$ AND $PUA < 95\%$
<p>Escala: Numérica</p> <p>Tipo de Escala: Ratio</p> <p>Tipo de Valor: Real</p> <p>Representación: Continua</p>
<p>Unidad:</p> <p>Nombre: Hora</p> <p>Descripción: Medida de tiempo que equivale a 60 minutos.</p>

Acrónimo: Hs
Herramientas: Zabbix

1.1.1.3.2 Uso Critico de Almacenamiento

Métrica Indirecta
Nombre del Atributo a Cuantificar: Uso Critico de almacenamiento Nombre de Métrica: Porcentaje de Tiempo de Uso Critico de Almacenamiento (%UCA)
Objetivo: Determinar el porcentaje de tiempo en el cual se hace uso considerado “Critico” de almacenamiento, respecto al tiempo total de uso Autor: Marcos Abram Versión: 1.0
Procedimiento de Calculo: Formula: $\%UCA = \left(\frac{\sum_{i=1}^n \#TUCA_i}{n \times \#TS} \right) \times 100$; If $\#TS = 0$, then $\%UCA = 0$ Donde n es la cantidad de unidades de almacenamiento.
Escala: Numérica Tipo de Escala: Ratio Tipo de Valor: Real Representación: Continua
Unidad: Nombre: Porcentaje Descripción: Representa la proporcionalidad de una parte respecto a un total que se considera dividido en cien unidades. Acrónimo: %
Métricas Directas Relacionadas: $\#TUCA$: Cantidad de Tiempo de Uso Critico de Almacenamiento $\#TS$: Cantidad de Tiempo de Servicio

Métrica Directa
Nombre de Métrica: Cantidad de Tiempo de Uso Critico de Almacenamiento ($\#TUCA$)
Objetivo: Determinar el tiempo en el cual se hace uso considerado “Critico” de almacenamiento. Autor: Marcos Abram Versión: 1.0
Procedimiento de Medición:

<p>Tipo: Objetivo</p> <p>Especificación: Un usuario experto determinado obtiene a través de una herramienta el periodo total de tiempo en el cual se hace uso “Crítico” de almacenamiento.</p> <p>Se considera uso “Crítico” según si PUA (Porcentaje de uso de almacenamiento):</p> <ul style="list-style-type: none"> ● PUA ≥ 95%
<p>Escala: Numérica</p> <p>Tipo de Escala: Ratio</p> <p>Tipo de Valor: Real</p> <p>Representación: Continua</p>
<p>Unidad:</p> <p>Nombre: Hora</p> <p>Descripción: Medida de tiempo que equivale a 60 minutos.</p> <p>Acrónimo: Hs</p>
<p>Herramientas:</p> <p>Zabbix</p>

1.1.2.1 Utilización de Memoria RAM

<p>Métrica Indirecta</p>
<p>Nombre del Atributo a Cuantificar: Utilización de Memoria RAM</p> <p>Nombre de Métrica: Uso Medio de Memoria RAM (UMM)</p>
<p>Objetivo: Determina la media de uso de memoria RAM.</p> <p>Autor: Marcos Abram</p> <p>Versión: 1.0</p>
<p>Procedimiento de Calculo:</p> <p>Formula: $\%UMM = \frac{\sum_{i=1}^n \#UM_i}{n}$;</p> <p>Donde n es la cantidad de servidores.</p>
<p>Escala: Numérica</p> <p>Tipo de Escala: Ratio</p> <p>Tipo de Valor: Real</p> <p>Representación: Continua</p>
<p>Unidad:</p> <p>Nombre: Porcentaje</p> <p>Descripción: Representa la proporcionalidad de una parte respecto a un total que se considera dividido en cien unidades.</p> <p>Acrónimo: %</p>
<p>Métricas Directas Relacionadas:</p>

#UM: Uso de Memoria RAM

Métrica Directa

Nombre de Métrica: Uso de Memoria RAM (#UM)

Objetivo: Determinar el Uso de Memoria RAM

Autor: Marcos Abram

Versión: 1.0

Procedimiento de Medición:

Tipo: Objetivo

Especificación: Un usuario experto determinado obtiene a través de una herramienta el porcentaje promedio de memoria RAM utilizado.

Escala: Numérica

Tipo de Escala: Ratio

Tipo de Valor: Real

Representación: Continua

Unidad:

Nombre: Porcentaje

Descripción: Representa la proporcionalidad de una parte respecto a un total que se considera dividido en cien unidades.

Acrónimo: %

Herramientas:

Zabbix

1.1.2.2 Utilización de Procesador

Métrica Indirecta

Nombre del Atributo a Cuantificar: Utilización de Procesador

Nombre de Métrica: Uso Medio de Procesador (UMP)

Objetivo: Determina la media de uso de procesador

Autor: Marcos Abram

Versión: 1.0

Procedimiento de Calculo:

Formula: $\% \text{UMP} = \frac{\sum_{i=1}^n \#UP_i}{n}$;

Donde n es la cantidad de servidores.

Escala: Numérica

Tipo de Escala: Ratio Tipo de Valor: Real Representación: Continua
Unidad: Nombre: Porcentaje Descripción: Representa la proporcionalidad de una parte respecto a un total que se considera dividido en cien unidades. Acrónimo: %
Métricas Directas Relacionadas: #UP: Uso de Procesador

Métrica Directa
Nombre de Métrica: Uso de Procesador (#UP)
Objetivo: Determinar el uso procesador Autor: Marcos Abram Versión: 1.0
Procedimiento de Medición: Tipo: Objetivo Especificación: Un usuario experto determinado obtiene a través de una herramienta el porcentaje promedio de procesador utilizado.
Escala: Numérica Tipo de Escala: Ratio Tipo de Valor: Real Representación: Continua
Unidad: Nombre: Porcentaje Descripción: Representa la proporcionalidad de una parte respecto a un total que se considera dividido en cien unidades. Acrónimo: %
Herramientas: Zabbix

1.1.2.3 Utilización de Almacenamiento

Métrica Indirecta
Nombre del Atributo a Cuantificar: Utilización de Almacenamiento

Nombre de Métrica: Uso Medio de Almacenamiento (UMA)
Objetivo: Determina la media de uso de almacenamiento Autor: Marcos Abram Versión: 1.0
Procedimiento de Calculo: Formula: $\%UMA = \frac{\sum_{i=1}^n \#UA_i}{n}$; Donde n es la cantidad de unidades de almacenamiento.
Escala: Numérica Tipo de Escala: Ratio Tipo de Valor: Real Representación: Continua
Unidad: Nombre: Porcentaje Descripción: Representa la proporcionalidad de una parte respecto a un total que se considera dividido en cien unidades. Acrónimo: %
Métricas Directas Relacionadas: #UR: Uso de Almacenamiento

Métrica Directa
Nombre de Métrica: Uso de Almacenamiento (#UA)
Objetivo: Determinar el uso Almacenamiento Autor: Marcos Abram Versión: 1.0
Procedimiento de Medición: Tipo: Objetivo Especificación: Un usuario experto determinado obtiene a través de una herramienta el porcentaje promedio de Almacenamiento utilizado.
Escala: Numérica Tipo de Escala: Ratio Tipo de Valor: Real Representación: Continua
Unidad: Nombre: Porcentaje Descripción: Representa la proporcionalidad de una parte respecto a un total que se considera dividido en cien unidades. Acrónimo: %

Herramientas: Zabbix

1.2.1.1 Tiempo Activo

Métrica Indirecta
Nombre del Atributo a Cuantificar: Tiempo Activo Nombre de Métrica: Porcentaje de Tiempo Activo (%TA)
Objetivo: Determinar el porcentaje de tiempo en el que un recurso está operativo y accesible con respecto a un periodo de tiempo predeterminado utilizado para la medición. Autor: Marcos Abram Versión: 1.0
Procedimiento de Calculo: Formula: $\%TA = \left(\frac{\sum_{i=1}^n (\#TS - \#TF_i - \#TMP_i)}{n \times \#TS} \right) \times 100$; If $\#TS = 0$, then $\%TA = 0$ Donde n es la cantidad de servidores y unidades de almacenamiento.
Escala: Numérica Tipo de Escala: Ratio Tipo de Valor: Real Representación: Continua
Unidad: Nombre: Porcentaje Descripción: Representa la proporcionalidad de una parte respecto a un total que se considera dividido en cien unidades. Acrónimo: %
Métricas Directas Relacionadas: #TS: Tiempo de Servicio #TMP: Tiempo de Mantenimiento Programado #TF: Tiempo de Fallas

Métrica Directa
Nombre de Métrica: Tiempo de Mantenimiento Programado (#TMP)
Objetivo: Determinar el periodo de tiempo en el que un recurso no está operativo y accesible por tareas de mantenimiento programadas Autor: Marcos Abram Versión: 1.0
Procedimiento de Medición:

<p>Tipo: Objetivo</p> <p>Especificación: Un usuario experto determinado obtiene a través de una herramienta el periodo total de tiempo en el cual un recurso no estuvo operativo y accesible por tareas de mantenimiento.</p>
<p>Escala: Numérica</p> <p>Tipo de Escala: Ratio</p> <p>Tipo de Valor: Real</p> <p>Representación: Continua</p>
<p>Unidad:</p> <p>Nombre: Hora</p> <p>Descripción: Medida de tiempo que equivale a 60 minutos.</p> <p>Acrónimo: Hs</p>
<p>Herramientas:</p> <p>Zabbix</p>

<p>Métrica Directa</p>
<p>Nombre de Métrica: Tiempo de Fallas (#TF)</p>
<p>Objetivo: Determinar el periodo de tiempo en el que un recurso no está operativo y accesible por fallas</p> <p>Autor: Marcos Abram</p> <p>Versión: 1.0</p>
<p>Procedimiento de Medición:</p> <p>Tipo: Objetivo</p> <p>Especificación: Un usuario experto determinado obtiene a través de una herramienta el periodo total de tiempo en el cual un recurso no estuvo operativo y accesible por fallas.</p>
<p>Escala: Numérica</p> <p>Tipo de Escala: Ratio</p> <p>Tipo de Valor: Real</p> <p>Representación: Continua</p>
<p>Unidad:</p> <p>Nombre: Hora</p> <p>Descripción: Medida de tiempo que equivale a 60 minutos.</p> <p>Acrónimo: Hs</p>
<p>Herramientas:</p> <p>Zabbix</p>

1.2.1.2 Tiempo no disponible por mantenimiento programado

Métrica Indirecta
Nombre del Atributo a Cuantificar: Tiempo No Disponible por Mantenimiento Programado Nombre de Métrica: Porcentaje Tiempo No Disponible por Mantenimiento Programado (%TNDMP)
Objetivo: Determinar el porcentaje de tiempo en el que un recurso no está operativo y accesible por tareas de mantenimiento programadas, con respecto a un periodo de tiempo predeterminado utilizado para la medición Autor: Marcos Abram Versión: 1.0
Procedimiento de Calculo: Formula: $\%TNDMP = \left(\frac{\sum_{i=1}^n \#TMP_i}{n \times \#TS} \right) \times 100$; If $\#TS = 0$, then $\%TNDMP = 0$ Donde n es la cantidad de servidores y unidades de almacenamiento.
Escala: Numérica Tipo de Escala: Ratio Tipo de Valor: Real Representación: Continua
Unidad: Nombre: Porcentaje Descripción: Representa la proporcionalidad de una parte respecto a un total que se considera dividido en cien unidades. Acrónimo: %
Métricas Directas Relacionadas: #TMP: Tiempo de Mantenimiento Programado #TS: Tiempo de Servicio

1.2.1.3 Tiempo no disponible por fallas

Métrica Indirecta
Nombre del Atributo a Cuantificar: Tiempo No Disponible por Fallas Nombre de Métrica: Porcentaje Tiempo No Disponible por Fallas (%TNDF)
Objetivo: Determinar el porcentaje de tiempo en el que un recurso no está operativo y accesible por fallas, con respecto a un periodo de tiempo predeterminado utilizado para la Medición Autor: Marcos Abram Versión: 1.0
Procedimiento de Calculo: Formula: $\%TNDF = \left(\frac{\sum_{i=1}^n \#TF_i}{n \times \#TS} \right) \times 100$; If $\#TS = 0$, then $\%TNDF = 0$ Donde n es la cantidad de servidores y unidades de almacenamiento.

Escala: Numérica

Tipo de Escala: Ratio

Tipo de Valor: Real

Representación: Continua

Unidad:

Nombre: Porcentaje

Descripción: Representa la proporcionalidad de una parte respecto a un total que se considera dividido en cien unidades.

Acrónimo: %

Métricas Directas Relacionadas:

#TF: Tiempo de Fallas

#TS: Tiempo de Servicio

Anexo III: Especificación de Indicadores Elementales

En este anexo se especifican los indicadores elementales diseñados que permitirán determinar el nivel de satisfacción o desempeño de los atributos del modelo de calidad (ver Anexo I).

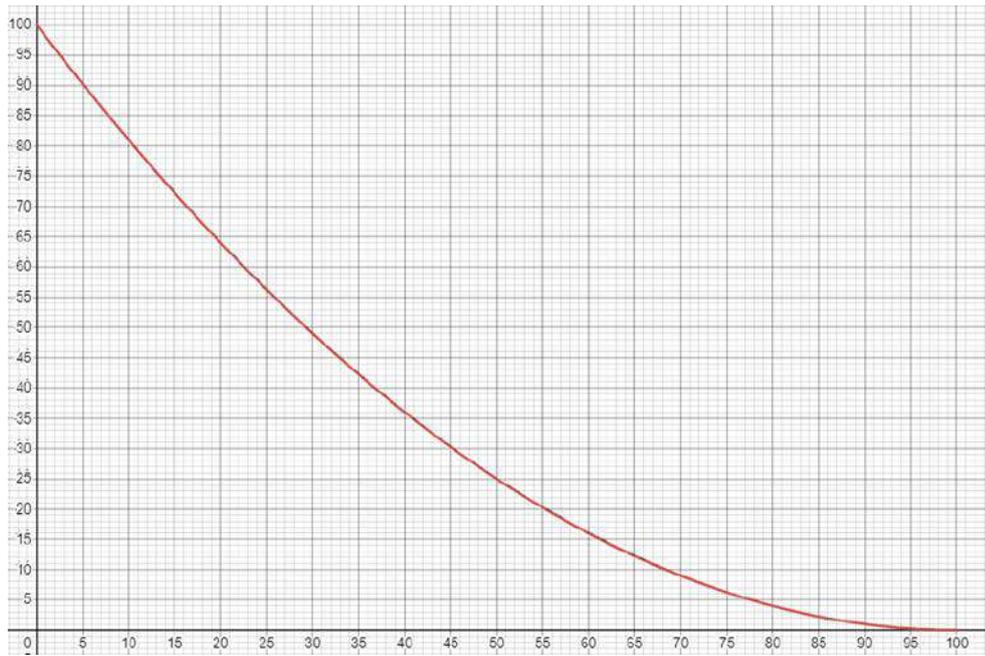
1.1.1.1.1 Uso Alto de Memoria RAM

Indicador Elemental																																												
<p>Nombre del Atributo: Uso Alto de Memoria RAM Nombre de la Métrica: Porcentaje de Tiempo de Uso Alto de Memoria RAM (%UAM) Nombre de Indicador: Nivel de Satisfacción en el Uso Alto de Memoria RAM (NS_UAM)</p>																																												
<p>Autor: Marcos Abram Versión: 1.0</p>																																												
<p>Función Elemental: Especificación:</p> $NS_UAM = \sqrt{100x}$ <p>Cuando x es %UAM</p>  <table border="1"><caption>Datos del gráfico de la función elemental</caption><thead><tr><th>%UAM (x)</th><th>NS_UAM (y)</th></tr></thead><tbody><tr><td>0</td><td>0</td></tr><tr><td>5</td><td>22.36</td></tr><tr><td>10</td><td>31.62</td></tr><tr><td>15</td><td>38.73</td></tr><tr><td>20</td><td>44.72</td></tr><tr><td>25</td><td>50.00</td></tr><tr><td>30</td><td>54.77</td></tr><tr><td>35</td><td>59.16</td></tr><tr><td>40</td><td>63.25</td></tr><tr><td>45</td><td>67.08</td></tr><tr><td>50</td><td>70.71</td></tr><tr><td>55</td><td>74.16</td></tr><tr><td>60</td><td>77.46</td></tr><tr><td>65</td><td>80.62</td></tr><tr><td>70</td><td>83.67</td></tr><tr><td>75</td><td>86.60</td></tr><tr><td>80</td><td>89.44</td></tr><tr><td>85</td><td>92.20</td></tr><tr><td>90</td><td>94.87</td></tr><tr><td>95</td><td>97.47</td></tr><tr><td>100</td><td>100.00</td></tr></tbody></table>	%UAM (x)	NS_UAM (y)	0	0	5	22.36	10	31.62	15	38.73	20	44.72	25	50.00	30	54.77	35	59.16	40	63.25	45	67.08	50	70.71	55	74.16	60	77.46	65	80.62	70	83.67	75	86.60	80	89.44	85	92.20	90	94.87	95	97.47	100	100.00
%UAM (x)	NS_UAM (y)																																											
0	0																																											
5	22.36																																											
10	31.62																																											
15	38.73																																											
20	44.72																																											
25	50.00																																											
30	54.77																																											
35	59.16																																											
40	63.25																																											
45	67.08																																											
50	70.71																																											
55	74.16																																											
60	77.46																																											
65	80.62																																											
70	83.67																																											
75	86.60																																											
80	89.44																																											
85	92.20																																											
90	94.87																																											
95	97.47																																											
100	100.00																																											
<p>Criterio de Decisión [Niveles de Aceptabilidad] Nombre: Insatisfactorio Rango: [0; 60]</p>																																												

<p>Descripción: Indica que las acciones correctivas deben realizarse con alta prioridad</p> <p>Nombre: Marginal</p> <p>Rango: (60; 85]</p> <p>Descripción: Indica que se deben realizar acciones correctivas.</p> <p>Nombre: Satisfactorio</p> <p>Rango: (85; 100]</p> <p>Descripción: Indica que las acciones correctivas no son necesarias ya que el atributo cumple con el nivel de satisfacción de calidad requerido</p>
<p>Escala: Numérica</p> <p>Tipo de Escala: Ratio</p> <p>Tipo de Valor: Real</p> <p>Representación: Continua</p>
<p>Unidad:</p> <p>Nombre: Porcentaje</p> <p>Descripción: Representa la proporcionalidad de una parte respecto a un total que se considera dividido en cien unidades.</p> <p>Acrónimo: %</p>

1.1.1.1.2 Uso Critico de Memoria RAM

Indicador Elemental
<p>Nombre del Atributo: Uso Critico de Memoria RAM</p> <p>Nombre de la Métrica: Porcentaje de Tiempo de Uso Critico de Memoria RAM (%UCM)</p> <p>Nombre de Indicador: Nivel de Satisfacción en el Uso Critico de Memoria RAM (NS_UCM)</p>
<p>Autor: Marcos Abram</p> <p>Versión: 1.0</p>
<p>Función Elemental:</p> <p>Especificación:</p> $NS_UCM = \frac{x^2}{100} - 2x + 100$ <p>Cuando x es %UCM</p>



Criterio de Decisión [Niveles de Aceptabilidad]

Nombre: **Insatisfactorio**

Rango: [0; 60]

Descripción: Indica que las acciones correctivas deben realizarse con alta prioridad

Nombre: **Marginal**

Rango: (60; 85]

Descripción: Indica que se deben realizar acciones correctivas.

Nombre: **Satisfactorio**

Rango: (85; 100]

Descripción: Indica que las acciones correctivas no son necesarias ya que el atributo cumple con el nivel de satisfacción de calidad requerido

Escala: Numérica

Tipo de Escala: Ratio

Tipo de Valor: Real

Representación: Continua

Unidad:

Nombre: Porcentaje

Descripción: Representa la proporcionalidad de una parte respecto a un total que se considera dividido en cien unidades.

Acrónimo: %

1.1.1.2.1 Uso Alto de Procesador

Indicador Elemental

Nombre del Atributo: Uso Alto de Procesador

Nombre de la Métrica: Porcentaje de Tiempo de Uso Alto de Procesador (%UAP)

Nombre de Indicador: Nivel de Satisfacción en el Uso Alto de Procesador (NS_UAP)

Autor: Marcos Abram

Versión: 1.0

Función Elemental:

Especificación:

$$NS_UAP = \sqrt{100x}$$

Cuando x es %UAP



Criterio de Decisión [Niveles de Aceptabilidad]

Nombre: **Insatisfactorio**

Rango: [0; 60]

Descripción: Indica que las acciones correctivas deben realizarse con alta prioridad

Nombre: **Marginal**

Rango: (60; 85]

Descripción: Indica que se deben realizar acciones correctivas.

Nombre: **Satisfactorio**

Rango: (85; 100]

Descripción: Indica que las acciones correctivas no son necesarias ya que el atributo cumple con el nivel de satisfacción de calidad requerido

Escala: Numérica

Tipo de Escala: Ratio

Tipo de Valor: Real

Representación: Continua

Unidad:

Nombre: Porcentaje

Descripción: Representa la proporcionalidad de una parte respecto a un total que se considera dividido en cien unidades.

Acrónimo: %

1.1.1.2.2 Uso Critico de Procesador

Indicador Elemental

Nombre del Atributo: Uso Critico de Procesador

Nombre de la Métrica: Porcentaje de Tiempo de Uso Critico de Procesador (%UCP)

Nombre de Indicador: Nivel de Satisfacción en el Uso Critico de Procesador (NS_UCP)

Autor: Marcos Abram

Versión: 1.0

Función Elemental:

Especificación:

$$NS_UCP = \frac{x^2}{100} - 2x + 100$$

Cuando x es %UCP



Criterio de Decisión [Niveles de Aceptabilidad]

Nombre: **Insatisfactorio**

Rango: [0; 60]

Descripción: Indica que las acciones correctivas deben realizarse con alta prioridad

Nombre: **Marginal**

Rango: (60; 85]

<p>Descripción: Indica que se deben realizar acciones correctivas.</p> <p>Nombre: Satisfactorio</p> <p>Rango: (85; 100]</p> <p>Descripción: Indica que las acciones correctivas no son necesarias ya que el atributo cumple con el nivel de satisfacción de calidad requerido</p>
<p>Escala: Numérica</p> <p>Tipo de Escala: Ratio</p> <p>Tipo de Valor: Real</p> <p>Representación: Continua</p>
<p>Unidad:</p> <p>Nombre: Porcentaje</p> <p>Descripción: Representa la proporcionalidad de una parte respecto a un total que se considera dividido en cien unidades.</p> <p>Acrónimo: %</p>

1.1.1.3.1 Uso Alto de Almacenamiento

Indicador Elemental
<p>Nombre del Atributo: Uso Alto de Almacenamiento</p> <p>Nombre de la Métrica: Porcentaje de Tiempo de Uso Alto de Almacenamiento (%UAA)</p> <p>Nombre de Indicador: Nivel de Satisfacción en el Uso Alto de Almacenamiento (NS_UAA)</p>
<p>Autor: Marcos Abram</p> <p>Versión: 1.0</p>
<p>Función Elemental:</p> <p>Especificación:</p> $NS_UAA = \sqrt{100x}$ <p>Cuando x es %UAA</p>



Criterio de Decisión [Niveles de Aceptabilidad]

Nombre: **Insatisfactorio**

Rango: [0; 60]

Descripción: Indica que las acciones correctivas deben realizarse con alta prioridad

Nombre: **Marginal**

Rango: (60; 85]

Descripción: Indica que se deben realizar acciones correctivas.

Nombre: **Satisfactorio**

Rango: (85; 100]

Descripción: Indica que las acciones correctivas no son necesarias ya que el atributo cumple con el nivel de satisfacción de calidad requerido

Escala: Numérica

Tipo de Escala: Ratio

Tipo de Valor: Real

Representación: Continua

Unidad:

Nombre: Porcentaje

Descripción: Representa la proporcionalidad de una parte respecto a un total que se considera dividido en cien unidades.

Acrónimo: %

1.1.1.3.2 Uso Critico de Almacenamiento

Indicador Elemental
<p>Nombre del Atributo: Uso Critico de Almacenamiento</p> <p>Nombre de la Métrica: Porcentaje de Tiempo de Uso Critico de Almacenamiento (%UCA)</p>

Nombre de Indicador: Nivel de Satisfacción en el Uso Critico de Almacenamiento (NS_UCA)

Autor: Marcos Abram

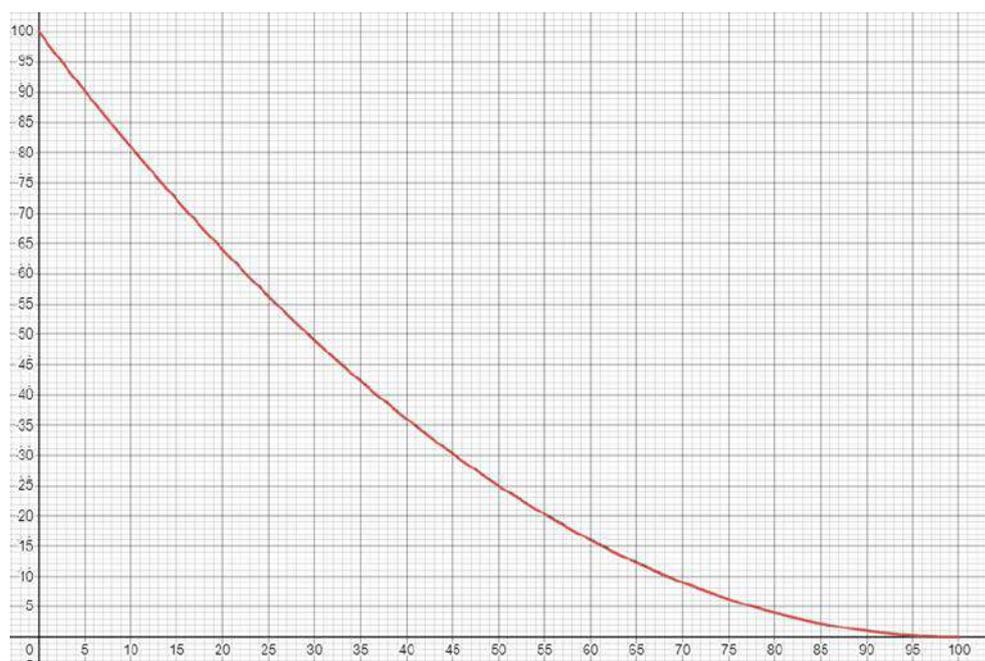
Versión: 1.0

Función Elemental:

Especificación:

$$NS_UCA = \frac{x^2}{100} - 2x + 100$$

Cuando x es %UCA



Criterio de Decisión [Niveles de Aceptabilidad]

Nombre: **Insatisfactorio**

Rango: [0; 60]

Descripción: Indica que las acciones correctivas deben realizarse con alta prioridad

Nombre: **Marginal**

Rango: (60; 85]

Descripción: Indica que se deben realizar acciones correctivas.

Nombre: **Satisfactorio**

Rango: (85; 100]

Descripción: Indica que las acciones correctivas no son necesarias ya que el atributo cumple con el nivel de satisfacción de calidad requerido

Escala: Numérica

Tipo de Escala: Ratio

Tipo de Valor: Real

Representación: Continua

Unidad:

<p>Nombre: Porcentaje</p> <p>Descripción: Representa la proporcionalidad de una parte respecto a un total que se considera dividido en cien unidades.</p> <p>Acrónimo: %</p>
--

1.1.2.1 Utilización de Memoria RAM

Indicador Elemental
<p>Nombre del Atributo: Utilización de Memoria RAM</p> <p>Nombre de la Métrica: Uso Medio de Memoria RAM (UMM)</p> <p>Nombre de Indicador: Nivel de Desempeño de Memoria RAM (ND_MR)</p>
<p>Autor: Marcos Abram</p> <p>Versión: 1.0</p>
<p>Función Elemental: Especificación:</p> $ND_MR = UMM \text{ sí y solo si (sii) } UMM < 100; ND_MR = 0 \text{ sii } UMM == 100$ <p>Criterio de Decisión [Niveles de Aceptabilidad]</p> <p>Nombre: Insatisfactorio</p> <p>Rango: [0; 60]</p> <p>Descripción: Indica que las acciones correctivas deben realizarse con alta prioridad</p> <p>Nombre: Marginal</p> <p>Rango: (60; 85]</p> <p>Descripción: Indica que se deben realizar acciones correctivas.</p> <p>Nombre: Satisfactorio</p> <p>Rango: (85; 100]</p> <p>Descripción: Indica que las acciones correctivas no son necesarias ya que el atributo cumple con el nivel de satisfacción de calidad requerido</p>
<p>Escala: Numérica</p> <p>Tipo de Escala: Ratio</p> <p>Tipo de Valor: Real</p> <p>Representación: Continua</p>
<p>Unidad:</p> <p>Nombre: Porcentaje</p> <p>Descripción: Representa la proporcionalidad de una parte respecto a un total que se considera dividido en cien unidades.</p> <p>Acrónimo: %</p>

1.1.2.2 Utilización de Procesador

Indicador Elemental
<p>Nombre del Atributo: Utilización de Procesador Nombre de la Métrica: Uso Medio de Procesador (UMP) Nombre de Indicador: Nivel de Desempeño de Procesador (ND_MP)</p>
<p>Autor: Marcos Abram Versión: 1.0</p>
<p>Función Elemental: Especificación:</p> $ND_MP = UMP \text{ sí y solo si (sii) } UMP < 100; ND_MP = 0 \text{ sii } UMP == 100$ <p>Criterio de Decisión [Niveles de Aceptabilidad]</p> <p>Nombre: Insatisfactorio Rango: [0; 60] Descripción: Indica que las acciones correctivas deben realizarse con alta prioridad</p> <p>Nombre: Marginal Rango: (60; 85] Descripción: Indica que se deben realizar acciones correctivas.</p> <p>Nombre: Satisfactorio Rango: (85; 100] Descripción: Indica que las acciones correctivas no son necesarias ya que el atributo cumple con el nivel de satisfacción de calidad requerido</p>
<p>Escala: Numérica Tipo de Escala: Ratio Tipo de Valor: Real Representación: Continua</p>
<p>Unidad: Nombre: Porcentaje Descripción: Representa la proporcionalidad de una parte respecto a un total que se considera dividido en cien unidades. Acrónimo: %</p>

1.1.2.3 Utilización de Almacenamiento

Indicador Elemental
<p>Nombre del Atributo: Utilización de Almacenamiento Nombre de la Métrica: Uso Medio de Almacenamiento (UMA) Nombre de Indicador: Nivel de Desempeño de Almacenamiento (ND_MA)</p>

<p>Autor: Marcos Abram Versión: 1.0</p>
<p>Función Elemental: Especificación:</p> $ND_MA = UMA \text{ sí y solo si (sii) } UMA < 100; ND_MA = 0 \text{ sii } UMA == 100$ <p>Criterio de Decisión [Niveles de Aceptabilidad]</p> <p>Nombre: Insatisfactorio Rango: [0; 60] Descripción: Indica que las acciones correctivas deben realizarse con alta prioridad</p> <p>Nombre: Marginal Rango: (60; 85] Descripción: Indica que se deben realizar acciones correctivas.</p> <p>Nombre: Satisfactorio Rango: (85; 100] Descripción: Indica que las acciones correctivas no son necesarias ya que el atributo cumple con el nivel de satisfacción de calidad requerido</p>
<p>Escala: Numérica Tipo de Escala: Ratio Tipo de Valor: Real Representación: Continua</p>
<p>Unidad: Nombre: Porcentaje Descripción: Representa la proporcionalidad de una parte respecto a un total que se considera dividido en cien unidades. Acrónimo: %</p>

1.2.1.1 Tiempo Activo

Indicador Elemental
<p>Nombre del Atributo: Tiempo Activo Nombre de la Métrica: Porcentaje de Tiempo Activo (%TA) Nombre de Indicador: Nivel de Satisfacción del Tiempo Activo (NS_TA)</p>
<p>Autor: Marcos Abram Versión: 1.0</p>
<p>Función Elemental: Especificación:</p>

$$NS_{TA} = \begin{cases} 3x - 200; & 95 < \%TA \leq 100 \\ 85; & 90 < \%TA \leq 95 \\ 80; & 80 < \%TA \leq 90 \\ 60; & 60 < \%TA \leq 80 \\ 40; & 40 < \%TA \leq 60 \\ 20; & 20 < \%TA \leq 40 \\ 0; & 0 \leq \%TA \leq 20 \end{cases}$$

Criterio de Decisión [Niveles de Aceptabilidad]

Nombre: **Insatisfactorio**

Rango: [0; 60]

Descripción: Indica que las acciones correctivas deben realizarse con alta prioridad

Nombre: **Marginal**

Rango: (60; 85]

Descripción: Indica que se deben realizar acciones correctivas.

Nombre: **Satisfactorio**

Rango: (85; 100]

Descripción: Indica que las acciones correctivas no son necesarias ya que el atributo cumple con el nivel de satisfacción de calidad requerido

Escala: Numérica

Tipo de Escala: Ratio

Tipo de Valor: Real

Representación: Continua

Unidad:

Nombre: Porcentaje

Descripción: Representa la proporcionalidad de una parte respecto a un total que se considera dividido en cien unidades.

Acrónimo: %

1.2.1.2 Tiempo No Disponible por Mantenimiento Programado

Indicador Elemental

Nombre del Atributo: Tiempo No Disponible por Mantenimiento Programado

Nombre de la Métrica: Porcentaje Tiempo No Disponible por Mantenimiento Programado (%TNDMP)

Nombre de Indicador: Nivel de Satisfacción del Tiempo No Disponible por Mantenimiento Programado (NS_ TNDMP)

Autor: Marcos Abram

Versión: 1.0

Función Elemental:

Especificación:

$$NS_TNDMP = \begin{cases} -3x + 100; & 0 \leq \%TNDMP < 5 \\ 85; & 5 \leq \%TNDMP < 10 \\ 60; & 10 \leq \%TNDMP < 15 \\ 0; & 15 \leq \%TNDMP \leq 100 \end{cases}$$

Criterio de Decisión [Niveles de Aceptabilidad]

Nombre: **Insatisfactorio**

Rango: [0; 60]

Descripción: Indica que las acciones correctivas deben realizarse con alta prioridad

Nombre: **Marginal**

Rango: (60; 85]

Descripción: Indica que se deben realizar acciones correctivas.

Nombre: **Satisfactorio**

Rango: (85; 100]

Descripción: Indica que las acciones correctivas no son necesarias ya que el atributo cumple con el nivel de satisfacción de calidad requerido

Escala: Numérica

Tipo de Escala: Ratio

Tipo de Valor: Real

Representación: Continua

Unidad:

Nombre: Porcentaje

Descripción: Representa la proporcionalidad de una parte respecto a un total que se considera dividido en cien unidades.

Acrónimo: %

1.2.1.3 Tiempo No Disponible por Fallas

Indicador Elemental

Nombre del Atributo: Tiempo No Disponible por Fallas

Nombre de la Métrica: Porcentaje de Tiempo No Disponible por Fallas (**%TNDF**)

Nombre de Indicador: Nivel de Satisfacción del Tiempo No Disponible por Fallas (**NS_TNDF**)

Autor: Marcos Abram

Versión: 1.0

Función Elemental:

Especificación:

$$NS_TNDF = \begin{cases} -3x + 100; & 0 \leq \%TNDF < 5 \\ 85; & 5 \leq \%TNDF < 10 \\ 60; & 10 \leq \%TNDF < 15 \\ 0; & 15 \leq \%TNDF \leq 100 \end{cases}$$

Criterio de Decisión [Niveles de Aceptabilidad]

<p>Nombre: Insatisfactorio Rango: [0; 60] Descripción: Indica que las acciones correctivas deben realizarse con alta prioridad</p> <p>Nombre: Marginal Rango: (60; 85] Descripción: Indica que se deben realizar acciones correctivas.</p> <p>Nombre: Satisfactorio Rango: (85; 100] Descripción: Indica que las acciones correctivas no son necesarias ya que el atributo cumple con el nivel de satisfacción de calidad requerido</p>
<p>Escala: Numérica Tipo de Escala: Ratio Tipo de Valor: Real Representación: Continua</p>
<p>Unidad: Nombre: Porcentaje Descripción: Representa la proporcionalidad de una parte respecto a un total que se considera dividido en cien unidades. Acrónimo: %</p>

Anexo IV: Valores de Medidas Base y Derivadas

Este Anexo documenta los valores producidos por la medición utilizando las métricas directas e indirectas que se especifican en el Anexo II. Tenga en cuenta que el símbolo # representa la "cantidad de" y solo se aplica a las métricas directas, mientras que el símbolo % representa el "porcentaje", que es una proporción que, en este trabajo, solo se aplica a las métricas indirectas.

Semana 1:

%UAM=0,95	#TUAM ₁ =0,11Hs #TUAM ₂ =3,88Hs #TUAM ₃ =0,83Hs #TS=168Hs n=3	$\%UAM = \left(\frac{\sum_{i=1}^n \#TUAM_i}{n \times \#TS} \right) \times 100; \text{ If } \#TS = 0, \text{ then}$ %UAM = 0
%UCM=0,006	#TUCM ₁ =0.03Hs #TUCM ₂ =0Hs #TUCM ₃ =0Hs #TS=168Hs n=3	$\%UCM = \left(\frac{\sum_{i=1}^n \#TUCM_i}{n \times \#TS} \right) \times 100; \text{ If } \#TS = 0, \text{ then}$ %UCM = 0
%UAP=0,23	#TUAP ₁ =1,1Hs #TUAP ₂ =0,03Hs #TUAP ₃ =0,05Hs #TS=168Hs n=3	$\%UAP = \left(\frac{\sum_{i=1}^n \#TUAP_i}{n \times \#TS} \right) \times 100; \text{ If } \#TS = 0, \text{ then}$ %UAP = 0
%UCP=0,03	#TUCP ₁ =0,1Hs #TUCP ₂ =0Hs #TUCP ₃ =0,06Hs #TS=168Hs n=3	$\%UCP = \left(\frac{\sum_{i=1}^n \#TUCP_i}{n \times \#TS} \right) \times 100; \text{ If } \#TS = 0, \text{ then}$ %UCP = 0
%UAA=0	#TUAA ₁ =0Hs #TUAA ₂ =0Hs #TUAA ₃ =0Hs #TS=168Hs n=3	$\%UAA = \left(\frac{\sum_{i=1}^n \#TUAA_i}{n \times \#TS} \right) \times 100; \text{ If } \#TS = 0, \text{ then}$ %UAA = 0
%UCA=0	#TUCA ₁ =0 #TUCA ₂ =0 #TUCA ₃ =0 #TS=168Hs n=3	$\%UCA = \left(\frac{\sum_{i=1}^n \#TUCA_i}{n \times \#TS} \right) \times 100; \text{ If } \#TS = 0, \text{ then}$ %UCA = 0
%UMM=59,98	#UP ₁ =64,01 #UP ₂ =62,63 #UP ₃ =53,32 n=3	$\%UMM = \frac{\sum_{i=1}^n \#UM_i}{n};$
	#UP ₁ =64,89	

%UMP=61,31	#UP ₂ =55,86 #UP ₃ =63,18 n=3	$\%UMP = \frac{\sum_{i=1}^n \#UP_i}{n};$
%UMA=41,97	#UA ₁ =34,49 #UA ₂ =53,14 #UA ₃ =38,28 n=3	$\%UMA = \frac{\sum_{i=1}^n \#UA_i}{n};$
%TA=100	#TMP ₁ =0Hs #TMP ₂ =0Hs #TMP ₃ =0Hs #TMP ₄ =0Hs #TMP ₅ =0Hs #TMP ₆ =0Hs #TF ₁ =0Hs #TF ₂ =0Hs #TF ₃ =0Hs #TF ₄ =0Hs #TF ₅ =0Hs #TF ₆ =0Hs #TS=168Hs n=6	$\%TA = \left(\frac{\sum_{i=1}^n (\#TS - \#TF_i - \#TMP_i)}{n \times \#TS} \right) \times 100; \text{ If } \#TS = 0, \text{ then } \%TA = 0$
%TNDMP=0	#TMP ₁ =0Hs #TMP ₂ =0Hs #TMP ₃ =0Hs #TMP ₄ =0Hs #TMP ₅ =0Hs #TMP ₆ =0Hs #TS=168Hs n=6	$\%TNDMP = \left(\frac{\sum_{i=1}^n \#TMP_i}{n \times \#TS} \right) \times 100; \text{ If } \#TS = 0, \text{ then } \%TNDMP = 0$
%TNDF=0	#TF ₁ =0Hs #TF ₂ =0Hs #TF ₃ =0Hs #TF ₄ =0Hs #TF ₅ =0Hs #TF ₆ =0Hs #TS=168Hs n=6	$\%TNDF = \left(\frac{\sum_{i=1}^n \#TF_i}{n \times \#TS} \right) \times 100; \text{ If } \#TS = 0, \text{ then } \%TNDF = 0$

Semana 2:

%UAM=0,25	#TUAM ₁ =0,11Hs #TUAM ₂ =1,16Hs #TUAM ₃ =0Hs #TS=168Hs n=3	$\%UAM = \left(\frac{\sum_{i=1}^n \#TUAM_i}{n \times \#TS} \right) \times 100; \text{ If } \#TS = 0, \text{ then } \%UAM = 0$
------------------	---	--

%UCM=0,09	#TUCM ₁ =0,23Hs #TUCM ₂ =0,25Hs #TUCM ₃ =0Hs #TS=168Hs n=3	$\%UCM = \left(\frac{\sum_{i=1}^n \#TUCM_i}{n \times \#TS} \right) \times 100; \text{ If } \#TS = 0, \text{ then}$ $\%UCM = 0$
%UAP=0,11	#TUAP ₁ =0,58Hs #TUAP ₂ =0,15Hs #TUAP ₃ =0,13Hs #TS=168Hs n=3	$\%UAP = \left(\frac{\sum_{i=1}^n \#TUAP_i}{n \times \#TS} \right) \times 100; \text{ If } \#TS = 0, \text{ then}$ $\%UAP = 0$
%UCP=0,003	#TUCP ₁ =0,016Hs #TUCP ₂ =0,033Hs #TUCP ₃ =0,133Hs #TS=168Hs n=3	$\%UCP = \left(\frac{\sum_{i=1}^n \#TUCP_i}{n \times \#TS} \right) \times 100; \text{ If } \#TS = 0, \text{ then}$ $\%UCP = 0$
%UAA=0	#TUAA ₁ =0Hs #TUAA ₂ =0Hs #TUAA ₃ =0Hs #TS=168Hs n=3	$\%UAA = \left(\frac{\sum_{i=1}^n \#TUAA_i}{n \times \#TS} \right) \times 100; \text{ If } \#TS = 0, \text{ then}$ $\%UAA = 0$
%UCA=0	#TUCA ₁ =0Hs #TUCA ₂ =0Hs #TUCA ₃ =0Hs #TS=168Hs n=3	$\%UCA = \left(\frac{\sum_{i=1}^n \#TUCA_i}{n \times \#TS} \right) \times 100; \text{ If } \#TS = 0, \text{ then}$ $\%UCA = 0$
%UMM=64,07	#UM ₁ =65,92 #UM ₂ =67,76 #UM ₃ =58,54 n=3	$\%UMM = \frac{\sum_{i=1}^n \#UM_i}{n};$
%UMP=65,85	#UP ₁ =69,28 #UP ₂ =62,96 #UP ₃ =65,32 n=3	$\%UMP = \frac{\sum_{i=1}^n \#UP_i}{n};$
%UMA=38,96	#UA ₁ =25,25 #UA ₂ =53,43 #UA ₃ =38,20 n=3	$\%UMA = \frac{\sum_{i=1}^n \#UA_i}{n};$
%TA=100	#TMP ₁ =0Hs #TMP ₂ =0Hs #TMP ₃ =0Hs #TMP ₄ =0Hs #TMP ₅ =0Hs #TMP ₆ =0Hs #TF ₁ =0Hs #TF ₂ =0Hs #TF ₃ =0Hs #TF ₄ =0Hs	$\%TA = \left(\frac{\sum_{i=1}^n (\#Ts - \#TF_i - \#TMP_i)}{n \times \#TS} \right) \times 100; \text{ If } \#TS = 0,$ $\text{then } \%TA = 0$

	<p>#TF₅=0Hs #TF₆=0Hs #TS=168Hs n=6</p>	
%TNDMP=0	<p>#TMP₁=0Hs #TMP₂=0Hs #TMP₃=0Hs #TMP₄=0Hs #TMP₅=0Hs #TMP₆=0Hs #TS=168Hs n=6</p>	$\%TNDMP = \left(\frac{\sum_{i=1}^n \#TMP_i}{n \times \#TS} \right) \times 100; \text{ If } \#TS = 0, \text{ then}$ $\%TNDMP = 0$
%TNDF=0	<p>#TF₁=0Hs #TF₂=0Hs #TF₃=0Hs #TF₄=0Hs #TF₅=0Hs #TF₆=0Hs #TS=168Hs n=6</p>	$\%TNDF = \left(\frac{\sum_{i=1}^n \#TF_i}{n \times \#TS} \right) \times 100; \text{ If } \#TS = 0, \text{ then}$ $\%TNDF = 0$

Semana 3:

%UAM=0,14	<p>#TUAM₁=0,35Hs #TUAM₂=0,10Hs #TUAM₃=0,30Hs #TS=168Hs n=3</p>	$\%UAM = \left(\frac{\sum_{i=1}^n \#TUAM_i}{n \times \#TS} \right) \times 100; \text{ If } \#TS = 0, \text{ then}$ $\%UAM = 0$
%UCM=0,20	<p>#TUCM₁=0,56Hs #TUCM₂=0,18Hs #TUCM₃=0,28Hs #TS=168Hs n=3</p>	$\%UCM = \left(\frac{\sum_{i=1}^n \#TUCM_i}{n \times \#TS} \right) \times 100; \text{ If } \#TS = 0, \text{ then}$ $\%UCM = 0$
%UAP=0,15	<p>#TUAP₁=0,06hs #TUAP₂=0,30Hs #TUAP₃=0,40Hs #TS=168Hs n=3</p>	$\%UAP = \left(\frac{\sum_{i=1}^n \#TUAP_i}{n \times \#TS} \right) \times 100; \text{ If } \#TS = 0, \text{ then}$ $\%UAP = 0$
%UCP=0,24	<p>#TUCP₁=0,38Hs #TUCP₂=0,11Hs #TUCP₃=0,73Hs #TS=168Hs n=3</p>	$\%UCP = \left(\frac{\sum_{i=1}^n \#TUCP_i}{n \times \#TS} \right) \times 100; \text{ If } \#TS = 0, \text{ then}$ $\%UCP = 0$
%UAA=0	<p>#TUAA₁=0Hs #TUAA₂=0Hs</p>	

	#TUAA ₃ =0Hs #TS=168Hs n=3	$\%UAA = \left(\frac{\sum_{i=1}^n \#TUAA_i}{n \times \#TS} \right) \times 100; \text{ If } \#TS = 0, \text{ then}$ $\%UAA = 0$
%UCA=0	#TUCA ₁ =0Hs #TUCA ₂ =0Hs #TUCA ₃ =0Hs #TS=168Hs n=3	$\%UCA = \left(\frac{\sum_{i=1}^n \#TUCA_i}{n \times \#TS} \right) \times 100; \text{ If } \#TS = 0, \text{ then}$ $\%UCA = 0$
%UMM=62,77	#UM ₁ =68,26 #UM ₂ =58,33 #UM ₃ =61,74 n=3	$\%UMM = \frac{\sum_{i=1}^n \#UM_i}{n};$
%UMP=61,09	#UP ₁ =65,67 #UP ₂ =50,28 #UP ₃ =67,32 n=3	$\%UMP = \frac{\sum_{i=1}^n \#UP_i}{n};$
%UMA=30,66	#UA ₁ =23,59 #UA ₂ =39,75 #UA ₃ =28,64 n=3	$\%UMA = \frac{\sum_{i=1}^n \#UA_i}{n};$
%TA=85,60	#TMP ₁ =0Hs #TMP ₂ =0Hs #TMP ₃ =0Hs #TMP ₄ =0Hs #TMP ₅ =0Hs #TMP ₆ =0Hs #TF ₁ =24,19Hs #TF ₂ =24,19Hs #TF ₃ =24,19Hs #TF ₄ =24,19Hs #TF ₅ =24,19Hs #TF ₆ =24,19Hs #TS=168Hs n=6	$\%TA = \left(\frac{\sum_{i=1}^n (\#TS - \#TF_i - \#TMP_i)}{n \times \#TS} \right) \times 100; \text{ If } \#TS = 0,$ then $\%TA = 0$
%TNDMP=0	#TMP ₁ =0Hs #TMP ₂ =0Hs #TMP ₃ =0Hs #TMP ₄ =0Hs #TMP ₅ =0Hs #TMP ₆ =0Hs #TS=168Hs n=6	$\%TNDMP = \left(\frac{\sum_{i=1}^n \#TMP_i}{n \times \#TS} \right) \times 100; \text{ If } \#TS = 0, \text{ then}$ $\%TNDMP = 0$
%TNDF=14.39	#TF ₁ =24,19Hs #TF ₂ =24,19Hs #TF ₃ =24,19Hs #TF ₄ =24,19Hs #TF ₅ =24,19Hs	$\%TNDF = \left(\frac{\sum_{i=1}^n \#TF_i}{n \times \#TS} \right) \times 100; \text{ If } \#TS = 0, \text{ then}$ $\%TNDF = 0$

	#TF ₆ =24,19Hs #TS=168Hs n=6	
--	---	--

Semana 4:

%UAM=0,01	#TUAM ₁ =0Hs #TUAM ₂ =0Hs #TUAM ₃ =0,1Hs #TS=168Hs n=3	$\%UAM = \left(\frac{\sum_{i=1}^n \#TUAM_i}{n \times \#TS} \right) \times 100$; If #TS= 0, then %UAM = 0
%UCM=0,003	#TUCM ₁ =0,01Hs #TUCM ₂ =0Hs #TUCM ₃ =0Hs #TS=168Hs n=3	$\%UCM = \left(\frac{\sum_{i=1}^n \#TUCM_i}{n \times \#TS} \right) \times 100$; If #TS= 0, then %UCM = 0
%UAP=0,12	#TUAP ₁ =0,05Hs #TUAP ₂ =0,03Hs #TUAP ₃ =0,53Hs #TS=168Hs n=3	$\%UAP = \left(\frac{\sum_{i=1}^n \#TUAP_i}{n \times \#TS} \right) \times 100$; If #TS= 0, then %UAP = 0
%UCP=0,04	#TUCP ₁ =0Hs #TUCP ₂ =0Hs #TUCP ₃ =0,21Hs #TS=168Hs n=3	$\%UCP = \left(\frac{\sum_{i=1}^n \#TUCP_i}{n \times \#TS} \right) \times 100$; If #TS= 0, then %UCP = 0
%UAA=0	#TUAA ₁ =0Hs #TUAA ₂ =0Hs #TUAA ₃ =0Hs #TS=168Hs n=3	$\%UAA = \left(\frac{\sum_{i=1}^n \#TUAA_i}{n \times \#TS} \right) \times 100$; If #TS = 0, then %UAA = 0
%UCA=0	#TUCA ₁ =0Hs #TUCA ₂ =0Hs #TUCA ₃ =0Hs #TS=168Hs n=3	$\%UCA = \left(\frac{\sum_{i=1}^n \#TUCA_i}{n \times \#TS} \right) \times 100$; If #TS= 0, then %UCA = 0
%UMM=45,96	#UM ₁ =39,49 #UM ₂ =35,51 #UM ₃ =62,89 n=3	$\%UMM = \frac{\sum_{i=1}^n \#UM_i}{n}$;
%UMP=48,16	#UP ₁ =42,04 #UP ₂ =40,41 #UP ₃ =62,05 n=3	$\%UMP = \frac{\sum_{i=1}^n \#UP_i}{n}$;
	#UA ₁ =23,99	

%UMA=31,22	#UA ₂ =38,65 #UA ₃ =31,33 n=3	$\%UMA = \frac{\sum_{i=1}^n \#UA_i}{n};$
%TA=100	#TMP ₁ =0Hs #TMP ₂ =0Hs #TMP ₃ =0Hs #TMP ₄ =0Hs #TMP ₅ =0Hs #TMP ₆ =0Hs #TF ₁ =0Hs #TF ₂ =0Hs #TF ₃ =0Hs #TF ₄ =0Hs #TF ₅ =0Hs #TF ₆ =0Hs #TS=168Hs n=6	$\%TA = \left(\frac{\sum_{i=1}^n (\#TS - \#TF_i - \#TMP_i)}{n \times \#TS} \right) \times 100; \text{ If } \#TS = 0, \text{ then } \%TA = 0$
%TNDMP=0	#TMP ₁ =0Hs #TMP ₂ =0Hs #TMP ₃ =0Hs #TMP ₄ =0Hs #TMP ₅ =0Hs #TMP ₆ =0Hs #TS=168Hs n=6	$\%TNDMP = \left(\frac{\sum_{n=1}^i \#TMP_n}{i \times \#TS} \right) \times 100; \text{ If } \#TS = 0, \text{ then } \%TNDMP = 0$
%TNDF=0	#TF ₁ =0Hs #TF ₂ =0Hs #TF ₃ =0Hs #TF ₄ =0Hs #TF ₅ =0Hs #TF ₆ =0Hs #TS=168Hs n=6	$\%TNDF = \left(\frac{\sum_{i=1}^n \#TF_i}{n \times \#TS} \right) \times 100; \text{ If } \#TS = 0, \text{ then } \%TNDF = 0$

Anexo V: Valores de Indicadores Elementales

Este Anexo muestra los valores de los indicadores elementales (expresados en %) calculados a partir de los valores medidos (Anexo IV) y utilizando la función elemental de los indicadores que se especifican en el Anexo III.

Semana 1:

NS_UAM	9,74	$NS_UAM = \sqrt{100x}$
NS_UCM	99,98	$NS_UCM(x) = \frac{x^2}{100} - 2x + 100$
NS_UAP	4,79	$NS_UAP = \sqrt{100x}$
NS_UCP	99,94	$NS_UCP = \frac{x^2}{100} - 2x + 100$
NS_UAA	0	$NS_UAA = \sqrt{100x}$
NS_UCA	100	$NS_UCA = \frac{x^2}{100} - 2x + 100$
ND_MR	59,98	ND_MR = %UMM sí y solo si (sii) %UMM<100; ND_MR(x)=0 sii %UMM==100
ND_MP	61,31	ND_MP = %UMP sí y solo si (sii) %UMP<100; ND_MP=0 sii %UMP==100
ND_MA	41,97	ND_MA = %UMA sí y solo si (sii) %UMA<100; ND_MA=0 sii %UMA==100
NS_TA	100	$NS_TA = \begin{cases} 3x - 200; & 95 < \%TA \leq 100 \\ 85; & 90 < \%TA \leq 95 \\ 80; & 80 < \%TA \leq 90 \\ 60; & 60 < \%TA \leq 80 \\ 40; & 40 < \%TA \leq 60 \\ 20; & 20 < \%TA \leq 40 \\ 0; & 0 \leq \%TA \leq 20 \end{cases}$
NS_TNDMP	100	

		$NS_TNDMP = \begin{cases} -3x + 100; & 0 \leq \%TNDMP < 5 \\ 85; & 5 \leq \%TNDMP < 10 \\ 60; & 10 \leq \%TNDMP < 15 \\ 0; & 15 \leq \%TNDMP \leq 100 \end{cases}$
NS_TNDF	100	$NS_TNDF = \begin{cases} -3x + 100; & 0 \leq \%TNDF < 5 \\ 85; & 5 \leq \%TNDF < 10 \\ 60; & 10 \leq \%TNDF < 15 \\ 0; & 15 \leq \%TNDF \leq 100 \end{cases}$

Semana 2:

NS_UAM	5	$NS_UAM = \sqrt{100x}$
NS_UCM	99,82	$NS_UCM(x) = \frac{x^2}{100} - 2x + 100$
NS_UAP	3,31	$NS_UAP = \sqrt{100x}$
NS_UCP	99,99	$NS_UCP = \frac{x^2}{100} - 2x + 100$
NS_UAA	0	$NS_UAA = \sqrt{100x}$
NS_UCA	100	$NS_UCA = \frac{x^2}{100} - 2x + 100$
ND_MR	64,07	<p>ND_MR = %UMM sí y solo si (sii) %UMM < 100; ND_MR(x) = 0 sii %UMM == 100</p>
ND_MP	65,85	<p>ND_MP = %UMP sí y solo si (sii) %UMP < 100; ND_MP = 0 sii %UMP == 100</p>
ND_MA	38,96	<p>ND_MA = %UMA sí y solo si (sii) %UMA < 100; ND_MA = 0 sii %UMA == 100</p>
NS_TA	100	$NS_TA = \begin{cases} 3x - 200; & 95 < \%TA \leq 100 \\ 85; & 90 < \%TA \leq 95 \\ 80; & 80 < \%TA \leq 90 \\ 60; & 60 < \%TA \leq 80 \\ 40; & 40 < \%TA \leq 60 \\ 20; & 20 < \%TA \leq 40 \\ 0; & 0 \leq \%TA \leq 20 \end{cases}$

NS_TNDMP	100	$NS_TNDMP = \begin{cases} -3x + 100; & 0 \leq \%TNDMP < 5 \\ 85; & 5 \leq \%TNDMP < 10 \\ 60; & 10 \leq \%TNDMP < 15 \\ 0; & 15 \leq \%TNDMP \leq 100 \end{cases}$
NS_TNDF	100	$NS_TNDF = \begin{cases} -3x + 100; & 0 \leq \%TNDF < 5 \\ 85; & 5 \leq \%TNDF < 10 \\ 60; & 10 \leq \%TNDF < 15 \\ 0; & 15 \leq \%TNDF \leq 100 \end{cases}$

Semana 3:

NS_UAM	3,74	$NS_UAM = \sqrt{100x}$
NS_UCM	99,60	$NS_UCM(x) = \frac{x^2}{100} - 2x + 100$
NS_UAP	3,87	$NS_UAP = \sqrt{100x}$
NS_UCP	99,52	$NS_UCP = \frac{x^2}{100} - 2x + 100$
NS_UAA	0	$NS_UAA = \sqrt{100x}$
NS_UCA	100	$NS_UCA = \frac{x^2}{100} - 2x + 100$
ND_MR	62,77	<p>ND_MR = %UMM sí y solo si (sii) %UMM<100; ND_MR(x)=0 sii %UMM==100</p>
ND_MP	61,09	<p>ND_MP = %UMP sí y solo si (sii) %UMP<100; ND_MP=0 sii %UMP==100</p>
ND_MA	30,66	<p>ND_MA = %UMA sí y solo si (sii) %UMA<100; ND_MA=0 sii %UMA==100</p>
NS_TA	80	

		$NS_{TA} = \begin{cases} 3x - 200; & 95 < \%TA \leq 100 \\ 85; & 90 < \%TA \leq 95 \\ 80; & 80 < \%TA \leq 90 \\ 60; & 60 < \%TA \leq 80 \\ 40; & 40 < \%TA \leq 60 \\ 20; & 20 < \%TA \leq 40 \\ 0; & 0 \leq \%TA \leq 20 \end{cases}$
NS_TNDMP	100	$NS_{TNDMP} = \begin{cases} -3x + 100; & 0 \leq \%TNDMP < 5 \\ 85; & 5 \leq \%TNDMP < 10 \\ 60; & 10 \leq \%TNDMP < 15 \\ 0; & 15 \leq \%TNDMP \leq 100 \end{cases}$
NS_TNDF	60	$NS_{TNDF} = \begin{cases} -3x + 100; & 0 \leq \%TNDF < 5 \\ 85; & 5 \leq \%TNDF < 10 \\ 60; & 10 \leq \%TNDF < 15 \\ 0; & 15 \leq \%TNDF \leq 100 \end{cases}$

Semana 4:

NS_UAM	1	$NS_{UAM} = \sqrt{100x}$
NS_UCM	99,99	$NS_{UCM}(x) = \frac{x^2}{100} - 2x + 100$
NS_UAP	3,46	$NS_{UAP} = \sqrt{100x}$
NS_UCP	99,92	$NS_{UCP} = \frac{x^2}{100} - 2x + 100$
NS_UAA	0	$NS_{UAA} = \sqrt{100x}$
NS_UCA	100	$NS_{UCA} = \frac{x^2}{100} - 2x + 100$
ND_MR	45,96	<p>ND_MR = %UMM sí y solo si (sii) %UMM < 100; ND_MR(x) = 0 sii %UMM == 100</p>
ND_MP	48,16	<p>ND_MP = %UMP sí y solo si (sii) %UMP < 100; ND_MP = 0 sii %UMP == 100</p>
ND_MA	31,32	<p>ND_MA = %UMA sí y solo si (sii) %UMA < 100; ND_MA = 0 sii %UMA == 100</p>

NS_TA	100	$NS_TA = \begin{cases} 3x - 200; & 95 < \%TA \leq 100 \\ 85; & 90 < \%TA \leq 95 \\ 80; & 80 < \%TA \leq 90 \\ 60; & 60 < \%TA \leq 80 \\ 40; & 40 < \%TA \leq 60 \\ 20; & 20 < \%TA \leq 40 \\ 0; & 0 \leq \%TA \leq 20 \end{cases}$
NS_TNDMP	100	$NS_TNDMP = \begin{cases} -3x + 100; & 0 \leq \%TNDMP < 5 \\ 85; & 5 \leq \%TNDMP < 10 \\ 60; & 10 \leq \%TNDMP < 15 \\ 0; & 15 \leq \%TNDMP \leq 100 \end{cases}$
NS_TNDF	100	$NS_TNDF = \begin{cases} -3x + 100; & 0 \leq \%TNDF < 5 \\ 85; & 5 \leq \%TNDF < 10 \\ 60; & 10 \leq \%TNDF < 15 \\ 0; & 15 \leq \%TNDF \leq 100 \end{cases}$