



# CALIDAD DEL SERVICIO DE INTERNET EN REDES WAN: SISTEMA DE ALARMA BASADO EN ESTRATEGIAS DE ME&M

Proyecto Final para el título de Ingeniería  
en Sistemas

Facultad de Ingeniería – UNLPam

Fecha aprobación: 02/10/2020

Directores: Dra. Papa Fernanda – Estructura de Datos y Algoritmos

Ing. Ricardo Furch – Redes

Co-Director: Dr. Luis Olsina – Ingeniería de Software

Jurado: Carolina Salto – Facultad de Ingeniería

Belén Rivera – Facultad de Ingeniería

Ernesto Berges – Facultad de Ingeniería

Nerea Waiman  
[Dirección de correo electrónico]

# Resumen

---

En la actualidad, Internet es una gran red de redes interconectadas entre sí. Dicha red, es gestionada por empresas proveedoras de Internet (ISPs) que se encargan de brindar servicios de telecomunicaciones. Como toda empresa, los ISPs deben competir con organizaciones colegas para lograr un posicionamiento en el mercado. La forma de hacerlo es ofreciendo un servicio de calidad a un costo razonable.

Hoy en día, existen numerosas herramientas que permiten monitorear la actividad de la red para obtener un mejor rendimiento de la misma y lograr que sea confiable. Pero en la mayoría de los casos, dichas herramientas no se adaptan o no son fáciles de adaptar a las necesidades particulares de cada empresa.

Como respuesta a esta problemática, en este trabajo se plantea complementar las herramientas de monitoreo con estrategias de Medición y Evaluación que permitan medir y evaluar los datos para obtener un análisis más eficiente de los mismos, que brinde información temprana y consistente para tomar decisiones. Para su desarrollo se contó con el acompañamiento del ISP Aguas del Colorado S.A.P.E.M. quien tenía la necesidad de conocer la calidad de sus servicios a partir de los atributos disponibilidad del servicio y performance de proveedores.

**Palabras Claves:** Redes, Estrategia, Medición, Evaluación, Monitoreo, Servicios de Internet

# Abstract

---

Today, the Internet is a large network of interconnected networks. This network is managed by Internet provider companies (ISPs) that are responsible for providing telecommunications services. Like any company, ISPs must compete with fellow organizations to achieve market positioning. The way to do this is by offering a quality service at a reasonable cost.

Today, there are numerous tools that allow you to monitor network activity to obtain better performance from it and make it reliable. But in most cases, these tools are not adapted or are not easy to adapt to the particular needs of each company.

In response to this problem, in this work it is proposed to complement the monitoring tools with Measurement and Evaluation strategies that allow measuring and evaluating the data to obtain a more efficient analysis of the same, which provides early and consistent information to make decisions. For its development, it had the support of the ISP Aguas del Colorado S.A.P.E.M. who had the need to know the quality of their services based on the attributes of service availability and provider performance.

**Keywords:** Networks, Strategy, Measurement, Evaluation, Monitoring, Internet Services

# Agradecimientos

---

Esta tesis es el resultado del trabajo, estudio, esfuerzo y dedicación. Finalizar este trabajo no hubiera sido posible sin el apoyo y la ayuda de personas, a las que quiero agradecer.

En primer lugar, quiero agradecer a mi familia por su apoyo durante todos estos años en los que transite mi carrera. Agradezco los sacrificios que han realizado para que pueda culminar mis estudios universitarios; por darme ánimos para continuar cuando lo necesitaba y por festejar mis alegrías.

En segundo lugar, quiero agradecer a mi directora Fernanda Papa por su apoyo y dirección en la realización de esta tesis. Sus consejos y directivas fueron de gran utilidad para mí, además de su dedicación y compañerismo, los cuales hicieron que fuera posible mejorar esta tesis. También, quiero agradecer a Ricardo Furch, por dirigir este estudio y brindarme la posibilidad de realizar este trabajo en Aguas del Colorado S.A.P.E.M. Por último, quiero agradecer a Luis Olsina por co-dirigir esta tesis, sus consejos y recomendaciones fueron una guía esencial para la realización de este trabajo.

Finalmente, quiero agradecer a aquellas personas que, a lo largo de estos años, de alguna manera han sabido alentarme y ayudarme para que pudiera llegar a este momento y cumplir mi objetivo.

Gracias a todos por su ayuda y tiempo

*Nerea Josefa Waiman*

# Contenidos

Resumen.....	2
Abstract .....	3
Agradecimientos.....	4
Lista de Figuras .....	7
Lista de Tablas .....	9
1. Introducción .....	11
1.1. Planteamiento del Problema .....	11
1.2. Objetivos .....	12
1.3. Contribuciones.....	12
1.4. Estructura de la Tesis.....	13
2. Trabajos Relacionados.....	15
3. Metodología de Trabajo.....	19
3.1 Estrategia GOCAMEMC.....	19
3.1.1. Proceso de GOCAMEMC .....	20
3.1.2. Marco Metodológico.....	22
3.1.3. Marco Conceptual .....	23
3.2 Metodologías de Desarrollo .....	29
3.2.1 Modelo de Prototipos.....	30
3.2.2 Metodología RAD .....	32
4. Calidad del Servicio de Internet: Diseño de la Medición, Evaluación y Análisis .....	37
5. Sistema de Alarmas: Desarrollo del Prototipo .....	49
6. Caso de Estudio: Aguas del Colorado S.A.P.E.M. ....	57
7. Lecciones Aprendidas .....	69
8. Conclusiones y Trabajos Futuros .....	71
9. Referencias.....	73
ANEXO A: Métricas e Indicadores utilizadas en el caso de estudio .....	77



## Lista de Figuras

Figura 1 Especificación del proceso genérico para la estrategia GOCAMEMC desde el punto de vista funcional y de comportamiento. Extraído de [23] .....	20
Figura 2 Los componentes del marco conceptual C-INCAMI y sus relaciones .....	24
Figura 3 Esquema de C-INCAMI con las especificaciones de sus componentes. Extraído de [29] .....	29
Figura 4 Etapas en el método de desarrollo de prototipos .....	31
Figura 5 Etapas del ciclo de vida de la metodología RAD. Extraído de [36] .....	34
Figura 6 Árbol de requerimientos no funcionales para la entidad Cliente .....	37
Figura 7 Árbol de requerimientos no funcionales para la entidad Proveedor .....	38
Figura 8 Árbol de requerimientos no funcionales para la entidad Sitio proveído .....	38
Figura 9 Árbol de requerimientos no funcionales para la entidad Proveedor/Sitio proveído .....	39
Figura 10 Árbol de requerimientos no funcionales para la entidad Proveedor/Sitio Web .....	39
Figura 11 Diagrama de actividad de la métrica indirecta Instante inicial del corte del servicio .....	41
Figura 12 Diagrama de actividad de la métrica indirecta Nivel de desempeño de la carga del sitio proveído .....	43
Figura 13 Esquema de la relación entre las métricas indirectas Nivel de desempeño de la carga del sitio proveído, Cantidad de tiempo entre la carga del sitio y el Flag y la métrica directa Cantidad de tiempo estimado de carga de un sitio proveído .....	45
Figura 14 Ciclo de vida del proyecto. Se combinaron las etapas del ciclo de vida del prototipo y de la metodología RAD .....	50
Figura 15 Cronograma de actividades .....	51
Figura 16 Diagrama de clases del atributo disponibilidad .....	52
Figura 17 Diagrama de clases de los atributos latencia y performance .....	53
Figura 18 Diagrama de la Base de datos .....	54
Figura 19 Diagrama de secuencia para calcular la disponibilidad diaria .....	55
Figura 20 Diagrama de secuencia para calcular la disponibilidad trimestral .....	56
Figura 21 Fragmento del archivo de datos provisto por ADC para la vista de Servicios .....	58
Figura 22 Disponibilidad diaria del servicio 21004-11 .....	58
Figura 23 Disponibilidad diaria del servicio 21069-494 .....	59
Figura 24 Disponibilidad trimestral del servicio 21004-11 .....	60
Figura 25 Disponibilidad trimestral del servicio 21069-494 .....	60
Figura 31 Latencia Global del proveedor Silica .....	63
Figura 30 Latencia Global del proveedor Telefónica .....	63
Figura 35 Performance Global de descarga del sitio CNN .....	65
Figura 34 Performance de descarga del sitio proveído Google .....	65



## Lista de Tablas

Tabla 1 Plantilla de definición de Necesidad de Información. Extraído de [22] .....	22
Tabla 2 Plantilla de definición de métrica directa. Extraído de [22] .....	22
Tabla 3 Plantilla de definición de métrica indirecta. Extraído de [22] .....	23
Tabla 4 Plantilla de definición del indicador elemental. Extraído de [22] .....	23
Tabla 5 Conceptos y definiciones del componente de Requisitos No Funcionales. Extraído de [22] .....	24
Tabla 6 Conceptos y definiciones del componente contexto. Extraído de [22] .....	25
Tabla 7 Conceptos y definiciones del componente de medición. Extraído de [22] .....	26
Tabla 8 Conceptos y definiciones del componente evaluación. Extraído de [22] .....	27
Tabla 9 Plantilla de métrica indirecta: Porcentaje de disponibilidad diaria del servicio.....	40
Tabla 10 Plantilla de métrica directa: Instante inicial del corte del servicio.....	41
Tabla 11 Plantilla de métrica indirecta: Nivel de desempeño de la carga del sitio proveído .....	42
Tabla 12 Plantilla de métrica indirecta: Cantidad de tiempo entre la carga del sitio proveído y el flag	43
Tabla 13 Plantilla de métrica directa: Cantidad de tiempo estimado de carga de un sitio proveído ...	44
Tabla 16 Opciones de tecnologías a utilizar .....	49
Tabla 17 Plantilla de métrica indirecta: Porcentaje de disponibilidad diaria del servicio.....	77
Tabla 18 Plantilla de métrica indirecta: Porcentaje de disponibilidad trimestral del servicio .....	78
Tabla 19 Plantilla de métrica directa: Instante inicial del corte del servicio.....	78
Tabla 20 Plantilla de métrica directa: Instante de reanudación del servicio.....	78
Tabla 21 Plantilla de métrica indirecta: Nivel de acceso global .....	78
Tabla 22 Plantilla de métrica indirecta: Tasa de latencia global de acceso .....	78
Tabla 23 Plantilla de métrica indirecta: Nivel de desempeño de la carga del sitio proveído .....	78
Tabla 24 Plantilla de métrica indirecta: Cantidad de tiempo entre la carga del sitio proveído y el flag .....	78
Tabla 25 Plantilla de métrica directa: Cantidad de tiempo estimado de carga de un sitio proveído ...	78
Tabla 26 Plantilla de métrica indirecta: Nivel de performance de descarga global .....	78
Tabla 27 Plantilla de métrica indirecta: Tasa de performance global de descarga.....	78
Tabla 28 Plantilla de indicador elemental: Nivel de satisfacción de la disponibilidad trimestral.....	78
Tabla 29 Plantilla de indicador elemental: Nivel de satisfacción de la disponibilidad diaria.....	78
Tabla 30 Plantilla de indicador elemental: Nivel de satisfacción del acceso al sitio proveído.....	78
Tabla 31 Plantilla de indicador elemental: Nivel de satisfacción de la latencia global de acceso .....	78
Tabla 32 Plantilla de indicador elemental: Nivel de satisfacción de la performance global de descarga .....	78
Tabla 33 Plantilla de indicador elemental: Nivel de satisfacción de performance de descarga del proveedor .....	78



# 1. Introducción

---

Internet es una red de redes interconectadas por todo el mundo. El acceso a dicha red es brindado por empresas, denominadas ISPs (Internet Service Provider). Estas organizaciones brindan servicios de telecomunicaciones, que incluyen acceso a la comunicación de datos, la telefonía y demás contenidos de Internet. Como toda empresa, los ISPs deben competir en el mercado con las demás organizaciones para obtener más clientes y lograr un posicionamiento en el mercado. La forma de competir y diferenciarse de la competencia es ofreciendo un servicio de calidad a un costo razonable. Esto se logra gestionando eficientemente sus redes y así obtener niveles satisfactorios de calidad de los servicios que provee.

Gestionar la red no es sencillo cuando existen numerosos factores internos y externos que la afectan. Por ejemplo, la interferencia entre nodos, la capacidad de los canales, el acceso lento a los sitios web, servidores con capacidad limitada, hardware ineficiente en el cliente, demoras en el servicio provisto por el ISP en el otro extremo o factores climáticos que inactivan recursos [1, 2]. Esto hace que el servicio brindado por un ISP sea una tarea difícil, ya que no tiene el control total sobre sus redes, pero es completamente responsable por lograr el funcionamiento correcto de la misma y de asegurar la disponibilidad de los servicios que provee.

Por estos motivos, se emplea el SLA (Service Level Agreement) que es un documento legal entre un ISP y su cliente, donde se definen las características del servicio contratado y los compromisos de calidad esperados, garantizando un nivel de rendimiento y confiabilidad a cierto costo [3]. Al quedar pactadas de mutuo acuerdo y registradas las métricas y niveles de aceptabilidad, responsabilidades y expectativas sobre el servicio, ninguna de las partes podrá alegar ignorancia en caso de que ocurra algún problema. De este modo, el incumplimiento en alguna de sus cláusulas habilita al cliente a solicitar una compensación calculada en función de la infracción incurrida, y por el otro lado, ayudará al ISP a priorizar oportunidades de mejora del servicio, diferenciar su servicio del resto y prosperar en un mercado competitivo [4]. No obstante, cualquier acuerdo es infructuoso si el servicio no se mide y se reporta de manera precisa. En consecuencia, los ISP generalmente utilizan herramientas de monitoreo [5, 6, 7, 8] de la infraestructura de su red y herramientas de gestión de SLA. Mientras que las primeras ayudan a detectar y hacer frente a los inconvenientes que genera la degradación del servicio, las segundas, ayudan a anticipar posibles incumplimientos de los servicios pactados con el cliente.

## 1.1. Planteamiento del Problema

Aguas del Colorado S.A.P.E.M. (ADC) es proveedora de servicios de internet creada por el Gobierno de La Pampa ([www.adc.net.ar](http://www.adc.net.ar)). Esta empresa cuenta con una gran infraestructura de red que se extiende a lo largo de 1800 km, llegando a 51 localidades de la provincia logrando una cobertura del 90% de la población

pampanea. La red está compuesta por más de 150 equipos de networking entre los que se destacan 10 nodos primarios totalmente equipados para ofrecer una alta disponibilidad en los servicios. Debido a la importante extensión de la red, los nodos principales se encuentran automatizados en todo su funcionamiento, tanto en lo que hace a provisión de energía alternativa, como a los sistemas de enfriamiento y seguridad. Todos estos sistemas asociados al monitoreo y supervisión de infraestructura han sido diseñados y desarrollados por la empresa ADC a fin de poder compatibilizar los diversos subsistemas involucrados.

A pesar de la eficiencia del sistema de monitoreo que posee ADC, se detectó la necesidad de mejorar el análisis y el tiempo de detección de incidentes referente a los atributos de disponibilidad del servicio y performance de proveedores. Actualmente, el análisis de estos datos monitoreados se realiza de manera manual (un técnico analiza las gráficas) y no se cuenta con un sistema de alarmas que detecte en tiempo real incidentes que pueden ser solucionados antes de que aparezcan los reclamos del cliente.

Para dar respuesta a la problemática planteada se decidió utilizar una estrategia de medición y evaluación (M&E) para realizar el análisis de los datos obtenidos al monitorear los atributos *disponibilidad del servicio* y *performance de proveedores* asociados a la característica de *calidad de servicio*; y desarrollar un prototipo de un sistema de alarmas que refleje el resultado obtenido en la M&E.

El sistema de alarmas a desarrollar complementará el sistema de gestión de SLA diseñado por ADC, ya que permite medir los datos monitoreados y mediante semáforos contribuye en el análisis de las afectaciones del servicio y en la toma de decisiones correctivas que ayuden a evitar los reclamos de los clientes y el incumplimiento de los SLAs.

## 1.2. Objetivos

Los objetivos que se plantearon en este trabajo son:

- I. Especificar y diseñar el análisis de los datos monitoreados a partir de la estrategia de M&E denominada GOCAMEMC.
- II. Diseñar, implementar y probar el prototipo del sistema de alarmas basado en los datos obtenidos a partir de la estrategia GOCAMEMC.

## 1.3. Contribuciones

Dada la problemática planteada en la Sección 1.1., este trabajo contribuye en:

- Especificar la medición y la evaluación para monitorear atributos de disponibilidad del servicio y performance de proveedores en un ISP.
- Desarrollar un prototipo de un sistema de alarmas que permita a Aguas del Colorado mejorar el análisis de los datos

monitoreados de los servicios que presta y de los proveedores contratados.

## 1.4. Estructura de la Tesis

La presente tesis, está dividida en ocho Capítulos. En el Capítulo 1 se presentó una breve introducción de las temáticas a tratar en este trabajo, así como también, la problemática a resolver, los objetivos y las contribuciones.

En el Capítulo 2, se referencia a los trabajos relacionados a la problemática planteada. Se mencionan las características de una organización como un ISP y de los servicios provistos por estos. Se debe tener en cuenta con suma importancia los aspectos de calidad de cada servicio y establecer un SLA con los clientes para poder alcanzar los niveles de calidad especificados. Para lograr esto, es importante la utilización de estrategias de M&E que nos permitan realizar un correcto análisis de los daos.

En el Capítulo 3, se detallan las metodologías utilizadas para el desarrollo de este trabajo. La Sección 3.1. presenta la estrategia de M&E GOCAMEMC y la Sección 3.2. las metodologías ágiles utilizadas para implementar el prototipo del sistema de alarmas.

En el Capítulo 4, se especifica el diseño de la medición (métricas) y de la evaluación (indicadores) que fueron el resultado de seguir las actividades propuestas por la estrategia GOCAMEMC en su parte de diseño.

En el Capítulo 5, se detalla el desarrollo del prototipo del sistema de alarmas. Este fue realizado siguiendo las etapas de un ciclo de vida de software, que surgió de la adaptación y combinación de las etapas del ciclo de vida del prototipo y de la metodología RAD (Rapid Application Development).

En el Capítulo 6, se presenta el caso de estudio llevado a cabo en Aguas del Colorado S.A.P.E.M. a partir de la implementación de la M&E en el sistema de alarmas.

En el Capítulo 7, se hace mención a las lecciones aprendidas al realizar este trabajo de tesis. A la hora de desarrollar un proyecto de software por más pequeño que sea, se deben tener en cuenta ciertas aspectos para evitar retrasos o el fracaso del mismo.

Por último, en el Capítulo 8, se presentan las conclusiones de este trabajo y los trabajos a futuro.



## 2. Trabajos Relacionados

---

Desde sus comienzos hasta la actualidad, Internet ha crecido exponencialmente logrando conectar usuarios de diversas partes del mundo y convirtiéndose en una inmensa red de redes semiautónomas. Para que dicha red pueda funcionar eficientemente se ha creado una jerarquía entre las diversas redes que son gestionadas por ISPs, que se encargan de proveer Internet a los usuarios finales. Dicha jerarquía posee tres niveles, que se clasifican según la naturaleza de la conexión de la red a otras redes, el volumen de tráfico, cantidad de rutas, compatibilidad con otros sistemas autónomos, entre otras capacidades [9].

Este crecimiento de Internet trajo consigo la evolución de los ISP, ya no solo debían gestionar la infraestructura de la red, sino también, comercializar los servicios que dicha red les permitía brindar. Como por ejemplo proporcionar conexiones y servicios de Internet a organizaciones, facilitar el acceso a Internet, proveer paquetes de software (como navegadores), cuentas de correo electrónico y un sitio web personal o página de inicio. También, pueden desarrollar y alojar sitios web para empresas [10].

Con la comercialización de sus servicios estas organizaciones debieron adaptarse al nuevo mercado que surgía incorporando un nuevo aspecto empresarial como el marketing. Ahora no solo tenían que considerar características técnicas de la red, si no también, aquellas propiedades que les permitieran competir y diferenciarse en el mercado. Uno de estos aspectos es la calidad del servicio que se le ofrece al cliente, la cual depende de numerosos factores como son el ancho de banda, la tecnología (routers, switches, cables, fibra óptica, etc.), el volumen de conexiones, la velocidad de transferencia, entre otros. Para lograr calidad en el servicio estas empresas deben conocer los elementos de la red que pueden generar inconvenientes o fallas en la misma, ocasionando la indisponibilidad del servicio y los reclamos de los clientes. Por este motivo, la gestión eficiente de un nivel de calidad del servicio de Internet es cada vez más importante tanto para los clientes como para los proveedores de servicios.

A raíz de lo mencionado, los ISPs y sus clientes definen un SLA, donde se establecen los parámetros técnicos y de costos del servicio y la gestión de QoS (Quality of Service) [11]. Este tipo de acuerdo, generalmente, se realiza de manera escrita, aunque ya existen algunos formatos para realizarlos, se pueden proponer nuevos esquemas que se adapten al servicio en particular que se prestará. Dentro de este acuerdo es importante resaltar los aspectos que se deben tener en cuenta para realizar un estudio detallado del rendimiento y la calidad del servicio. Un típico SLA se compone básicamente de dos partes (ISP y cliente) y parámetros de nivel de servicio. Es importante

destacar y tener en cuenta la opinión del cliente a la hora de fijar este tipo de acuerdos, analizar sus requerimientos y definir si el proveedor se encuentra capacitado para satisfacer las necesidades con la prestación del servicio, así como también, es indispensable tener en cuenta la definición de los parámetros de nivel de servicio como la disponibilidad, fiabilidad y latencia entre otros [12].

Por este motivo, se debe contar con herramientas que permitan administrar los SLAs desde su creación hasta su baja. Generalmente, para monitorear el cumplimiento de los SLAs se basan en los datos recolectados por los sistemas de monitoreo. Existe una gran cantidad de proveedores de estos sistemas, entre los que se puede mencionar:

- **EMA Enterprise Management Associates** con su producto **Oblicore Guarantee** [13] que posee un paquete con los servicios necesarios para poner en funcionamiento los procesos de gestión del nivel de servicio.
- **DataDog** [14] que es un servicio de monitorización que proporciona monitorización de servidores, bases de datos, herramientas y servicios, a través de una plataforma de análisis de datos basada en "Software como Servicio"
- **Gestar ITIL** con su producto **Gestar Contratos** [15] que ayuda a ordenar y controlar el proceso de gestión de contratos permitiendo mejorar notablemente la relación con clientes y proveedores, fortalecer el cumplimiento de políticas internas y externas, controlar vencimientos y obtener un mayor grado de confidencialidad y privacidad en la información relacionada a sus contratos con clientes internos, externos y proveedores

Para asegurar el cumplimiento de los acuerdos, el proveedor debe monitorear la infraestructura de la red para determinar posibles fallas de los equipos y gestionar y asignar eficientemente los recursos según el tipo de servicio de Internet. El monitoreo de la red no es una tarea sencilla y trivial para estas organizaciones, debido a la gran cantidad de equipos, enlaces y nodos que componen la red, la cual está en constante crecimiento y mantenimiento. Por este motivo, es un tema de suma importancia tener una herramienta de monitoreo eficiente que permita detectar fallas y dé soluciones tempranas a posibles inconvenientes en el servicio.

La selección de una herramienta de monitoreo no debe tomarse a la ligera y se debe analizar qué necesidades se desean satisfacer y en qué entorno se utilizará. Se tienen que considerar aspectos de escalabilidad tales como:

- la escalabilidad del software y su rendimiento, es decir, posibilitar la incorporación de los distintos dispositivos a medida que va

creciendo la red sin afectar el rendimiento de la herramienta en el monitoreo de los componentes existentes; y

- la escalabilidad hacia el monitoreo de aplicaciones, servidores e incluso procesos de negocios.

Otros aspectos a tener en cuenta son el nivel de complejidad de la configuración del software, la utilización de licencias, la integración con otras aplicaciones, si permite monitorización remota y/o híbrida, si cuenta con un sistema de alarmas y análisis de históricos, entre otros.

En la actualidad existen múltiples herramientas de monitoreo de redes y servicios que, si bien son muy potentes, no cuentan con un soporte eficiente al momento de monitorear *la disponibilidad del servicio y la performance de los proveedores de servicio de primer nivel (Tier 1)*. Además, el sistema de gestión de alarmas que poseen a pesar de que permite utilizar múltiples canales de comunicación, no suelen ser flexibles en cuanto al contenido y está acotado a determinadas funciones. Ejemplos de algunas de estas herramientas son:

- ❖ **PandoraFMS** [6] que posee un amplio kit de utilidades como, gestión de redes, autenticación, VPN, analizadores de protocolos, filtros, etc.;
- ❖ **Nagios** [5] que monitorea la red para detectar problemas causados por enlaces de datos sobrecargados o conexiones de red, así como para monitorear enrutadores, conmutadores y más.
- ❖ **Zabbix** [7] que posee monitoreo continuo de todas las áreas que van desde la topología de red y enrutamiento hasta el hardware del servidor pasando por los procesos y las copias de seguridad.
- ❖ **Zenoss** [8] que permite monitorear todas las redes físicas y virtuales como parte de un modelo en tiempo real que incluye la nube e infraestructura local.

Estas herramientas realizan un excelente monitoreo de los datos recopilados por el funcionamiento de los componentes de la red o el tráfico que fluye por la misma; pero, la mayoría, realiza un análisis básico e incluso carente de los datos que permiten saber a ciencia cierta qué está sucediendo en la red o por qué la calidad del servicio se ve degradada, lo cual conduce a una mala toma de decisiones. Por este motivo, muchas veces se debe complementar el software con estrategias de medición y evaluación (M&E) que permitan lograr los objetivos planteados mediante un correcto análisis de los datos.

Las estrategias de M&E permiten, a las organizaciones, conocer y mejorar la calidad de los productos y servicios que brindan. Establecen un conjunto de actividades y métodos para especificar, recolectar y analizar debidamente los resultados obtenidos de la M&E. Además, es necesario que los resultados sean repetibles y consistentes en cada proyecto, por lo cual se debe contar con una estrategia de M&E basada en al menos tres capacidades [16] a

saber: i) un marco conceptual; ii) una especificación del proceso con diferentes vistas; y iii) especificaciones de métodos y herramientas. Estas tres capacidades posibilitan el desarrollo de programas de M&E en los cuales se conozca claramente qué hacer (proceso), cómo hacerlo (métodos y herramientas) bajo un entendimiento común de los conceptos claves (marco conceptual terminológico).

De esta manera, se dice que una estrategia de M&E es integrada si está conformada al menos por: 1) un modelo del dominio de M&E que define todos los conceptos necesarios y sus relaciones, 2) la definición de un proceso de M&E, y 3) un soporte metodológico y tecnológico que dé soporte a las actividades.

En la literatura se pueden encontrar muchos enfoques de M&E, como: Goal Question Metric (GQM) [17], Practical Software and Systems Measurement (PSM) [18], Goal-Oriented ContextAware Measurement and Evaluation (GOCAME) [16], entre otros. Sin embargo, en este trabajo utilizaremos la estrategia GOCAMEMC que pertenece a la familia de estrategias del Enfoque Holístico Multipropósito y Multinivel de Medición y Evaluación [19] por ser la estrategia integrada que brinda soporte a metas con el propósito de *'monitorear y controlar'*.

## 3. Metodología de Trabajo

---

En este capítulo se mencionan los conceptos teóricos que son necesarios para el desarrollo de este trabajo, el cual se compone de dos etapas. En la primera se diseña la Medición, Evaluación y Análisis (ME&A) siguiendo el proceso propuesto por la estrategia GOCAMEMC (Sección 3.1.) y, posteriormente, en la segunda etapa se utilizó el modelo de prototipos (Sección 3.2.1.) y la metodología ágil RAD (Sección 3.2.2.) para el desarrollo del prototipo del sistema de alarmas que implementa la ME&A diseñada en la etapa anterior (Capítulo 4).

### 3.1 Estrategia GOCAMEMC

La estrategia GOCAMEMC pertenece a la familia de estrategias del Enfoque Holístico de Calidad Multinivel y Multipropósito propuesto en [19]. Se seleccionó dentro del conjunto de estrategias de dicha familia por ser la que mejor se adapta a la resolución de la problemática planteada anteriormente. Esto es, brinda soporte a metas con el propósito de '*monitorear y controlar*' incluidas en la categoría de propósito '*controlar y cambiar*' [20].

GOCAMEMC permite el análisis basándose en la medición continua y observación crítica (monitoreo) para supervisar (control) las desviaciones con respecto a los niveles de aceptabilidad establecidos de los indicadores que permiten identificar acciones preventivas y correctivas y/o determinar predicciones y tendencias.

Al igual que todas las estrategias del enfoque GOCAMEMC es una estrategia integrada, orientada a metas, sensible al contexto y centrada en la necesidad de información organizacional. Se considera integrada porque especifica simultáneamente tres capacidades, a saber:

- 1) Un **proceso** definido formalmente desde distintas perspectivas que indica qué hacer y en qué orden, garantizando que los resultados serán reproducibles y comparables.
- 2) Un **marco metodológico** que indica cómo implementar cada actividad del proceso. Por ejemplo, a partir de la especificación de plantillas de métricas e indicadores propone métodos de medición y evaluación, entre otros.
- 3) Un **marco conceptual** apoyado en ontologías de M&E que promueve la uniformidad y consistencia en los términos utilizados en las capacidades anteriores, permitiendo no sólo la especificación de los metadatos necesarios para que los resultados sean consistentes y no ambiguos, sino también, evitando imprecisiones al comunicarlos o analizarlos.

La importancia de que las estrategias integren las tres capacidades mencionadas se debe a que, se podrían llevar adelante diferentes proyectos de un modo sistemático, asegurando repetitividad de procesos, consistencia de los resultados y una mejor comunicación. Mientras que el marco conceptual de dominio apunta a evitar ambigüedades en el contexto de un proyecto ya que las partes interesadas conocen la semántica de todos los aspectos del proyecto; el conjunto de métodos y procesos bien especificados apunta a asegurar repetitividad de procesos y consistencia de los resultados.

A continuación, en la próxima sección, se describirán cada una de las capacidades mencionadas en el párrafo anterior, en mayor detalle.

### 3.1.1. Proceso de GOCAMEMC

El proceso de la estrategia GOCAMEMC se encuentra formalmente especificado en SPEM (Software Process Engineering Metamodel) en la Fig. 1. Como se puede observar, comienza con la actividad A1 referida a la definición de requisitos no funcionales para la vista de calidad (VC), que

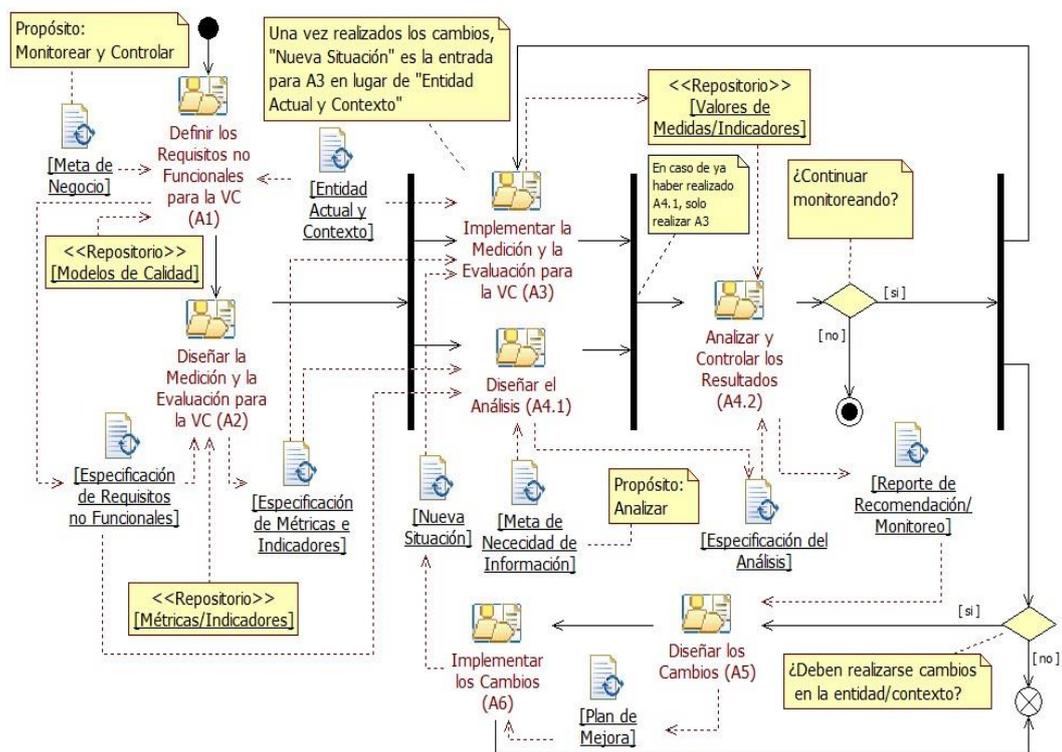


Figura 1 Especificación del proceso genérico para la estrategia GOCAMEMC desde el punto de vista funcional y de comportamiento. Extraído de [23]

consume los productos de trabajo denominados *Meta de negocio* y *Entidad actual y contexto* como entradas para definir los atributos y características a evaluar. La actividad A1 da como resultado el producto de trabajo

*Especificación de requerimientos no funcionales*, el cual sirve como entrada para la siguiente actividad.

En la actividad A2 se diseña la medición y evaluación para la vista de calidad a partir de la selección de métricas e indicadores desde el repositorio denominado *Métricas/Indicadores*, obteniendo así, el producto de trabajo *Especificación de métricas e indicadores*.

En la actividad A3, a partir de la *Especificación de métricas e indicadores*, se implementa la M&E para la vista de calidad obteniendo los Valores de medidas/indicadores que son almacenados en un repositorio para su posterior uso. En paralelo con A3 se puede realizar la actividad A4.1, la cual diseña el análisis utilizando como entrada los productos de trabajo ya mencionados más la *Meta de necesidad de información* y obtiene el documento *Especificación del análisis*.

El documento generado en la actividad 4.1 sirve de entrada para la actividad A4.2 denominada "Analizar y Controlar los Resultados" que consiste en una observación continúa basada en la realización de tareas de monitoreo y control con una determinada frecuencia, dependiendo de la especificación de la *Meta de Negocio* o de la *Meta de Necesidad de Información*. Para producir su producto de trabajo *Reporte de Recomendación/Monitoreo* consume del repositorio los *Valores de medidas/indicadores*.

El bucle de monitoreo y control incluye a las actividades A3 y A4.2. Esto quiere decir que hay un ciclo continuo de implementación de la M&E, y luego la ejecución del Análisis y el control, una y otra vez que permite supervisar si los resultados de los indicadores (variables de rendimiento o performance) están bajo control con respecto a los niveles de aceptabilidad esperados. Es importante notar que la actividad A4.1 solo se realiza una vez, por eso no se vuelve a ejecutar dentro del bucle de monitoreo y control.

Si se detectan desviaciones en la actividad A4.2, las acciones preventivas y correctivas deberían realizarse concurrentemente. Si este es el caso, el cambio se comienza en la actividad A5 "Diseñar los Cambios", cuya entrada es el producto de trabajo *Reporte de recomendación/monitoreo* y se produce como resultado el producto *Plan de mejora*.

El *Plan de mejora* es la entrada de la actividad A6 que se ocupa de "Implementar los Cambios", que genera una *Nueva situación* de la entidad monitoreada que se convierte en la entrada de la actividad A3. Por lo tanto, el siguiente ciclo de monitoreo y control tiene en cuenta una nueva entidad.

### 3.1.2. Marco Metodológico

La estrategia GOCAMEMC utiliza la metodología WebQEM (Web Quality Evaluation Method) que proporciona un enfoque eficaz, centrado en expertos y/o usuarios, para evaluar y analizar la calidad [21]. Utiliza un modelo jerárquico de requisitos de calidad (o árbol de requisitos) conformado por características de más alto nivel, sub-características de menor nivel de abstracción y atributos.

También, provee un conjunto de plantillas que permiten la especificación de los distintos elementos utilizados en el proceso. Por ejemplo, para la actividad A1 detalla la plantilla que define la Necesidad de Información (Tabla 1) determinando las propiedades que deben ser especificadas para su correcta enunciación.

<b>Necesidad de Información</b>	
<b>Propósito</b>	
<b>Punto de vista</b>	
<b>Categoría de entidad</b>	
<b>Súper Categoría:</b>	
<b>Entidades concretas</b>	
<b>Foco</b>	
<b>Sub-características</b>	

Tabla 1 Plantilla de definición de Necesidad de Información. Extraído de [22]

Para la actividad A2 especifica las plantillas de métricas directas e indirectas y para indicadores. Estas plantillas están especificadas en las Tablas 2, 3 y 4, respectivamente.

<b>Característica/sub-característica:</b>		
<b>Atributo:</b>		
<b>Nombre:</b>	<b>Código:</b>	
<b>Métrica Directa:</b>		
<b>Nombre:</b>		
<b>Objetivo:</b>		
<b>Autor:</b>	<b>Versión:</b>	
<b>Procedimiento de medición:</b>		
<b>Especificación:</b>		
<b>Escala numérica:</b>		
<b>Representación:</b>		<b>Tipo de valor:</b>
<b>Tipo de escala:</b>	<b>Nombre de unidad:</b>	<b>Acrónimo:</b>

Tabla 2 Plantilla de definición de métrica directa. Extraído de [22]

### 3.1.3. Marco Conceptual

El marco conceptual posee los elementos necesarios para identificar los conceptos claves del dominio de M&E. Como se menciona en [23], esto permite que exista un vocabulario común entre los miembros de la organización al gestionar proyectos de M&E.

<b>Característica/sub-característica:</b>			
<b>Atributo:</b>			
<b>Nombre:</b>		<b>Código:</b>	
<b>Métrica indirecta:</b>			
<b>Nombre:</b>			
<b>Objetivo:</b>			
<b>Autor:</b>		<b>Versión:</b>	
<b>Procedimiento de cálculo:</b>			
<b>Fórmula:</b>			
<b>Escala numérica:</b>			
<b>Representación:</b>		<b>Tipo de valor:</b>	
<b>Tipo de escala:</b>		<b>Nombre de unidad:</b>	<b>Acrónimo:</b>
<b>Métricas relacionadas:</b>			

Tabla 3 Plantilla de definición de métrica indirecta. Extraído de [22]

<b>Característica/sub-característica:</b>			
<b>Atributo:</b>			
<b>Indicador elemental:</b>			
<b>Nombre:</b>		<b>Acrónimo:</b>	
<b>Autor:</b>			
<b>Método de cálculo:</b>			
<b>Nombre:</b>			
<b>Especificación:</b>			
<b>Modelo elemental:</b>			
<b>Nombre:</b>			
<b>Especificación:</b>			
<b>Criterios de decisión:</b>			
<b>Escala:</b>			
<b>Tipo de escala:</b>			
<b>Tipo de valor:</b>		<b>Representación:</b>	
<b>Unidad:</b>			
<b>Nombre de la unidad:</b>		<b>Acrónimo:</b>	

Tabla 4 Plantilla de definición del indicador elemental. Extraído de [22]

C-INCAMI (Contextual-Information Need, Concept model, Attribute, Metric and Indicator) [24] es el marco conceptual de GOCAMEMC. Está basado en la ontología de Métricas e Indicadores [16], la cual provee 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 M&E, como así también, instanciar métodos y herramientas de soporte para automatizar todo o parte del proceso. Al identificar claramente los datos y metadatos que son fundamentales garantiza obtener resultados

repetibles, reproducibles y consistentes para la toma eficaz de decisiones. Dicho marco contiene diferentes componentes conceptuales, como se ve en la Fig. 2, entre los cuales se mencionan: Meta de Negocios, Proyecto, Requisitos No Funcionales, Vista de Calidad, Contexto, Medición, Evaluación, Análisis y Cambio [16-19-24-25-26].

Para el contexto de este trabajo, alcanza con describir los conceptos involucrados en los componentes de Requisitos No Funcionales, Contexto, Medición y Evaluación.

<b>Requisitos No Funcionales (Non Functional Requirements)</b>	
<b>Atributo (Attribute)</b>	Una propiedad física o abstracta medible de una categoría de entidad.
<b>Característica (Property)</b>	Representa una combinación de sub-características y/o atributos.
<b>Categoría de Entidad (Entity Category)</b>	Categoría del objeto que es caracterizado por la medición de sus atributos.
<b>Entidad (Entity)</b>	Un objeto concreto que pertenece a una categoría de entidad.
<b>Meta de necesidad de información de medición y evaluación (Information Need of M&amp;E)</b>	Es una meta de necesidad de información dirigida por actividades de medición y evaluación. Nota: recordar que una Meta de Necesidad de Información es una meta que medición y evaluación está destinada a dar soporte a una Meta de Negocio dada.
<b>Modelo de Calidad (Concept Model)</b>	Es un conjunto de características y sus relaciones, el cual provee las bases para especificar requerimientos no funcionales y su posterior evaluación. Nota: un ejemplo de modelo de calidad puede ser el modelo de calidad del producto del estándar ISO 25010. (ISO/ IEC 25010, 2011)

Tabla 5 Conceptos y definiciones del componente de Requisitos No Funcionales. Extraído de [22]

El componente de Requerimientos No Funcionales [27] está formado por los conceptos necesarios para definir y especificar los requisitos no funcionales del proyecto. Se especifica una entidad concreta que pertenece a una categoría de entidad. Esta entidad cuenta con propiedades mensurables llamadas atributos. Estos pueden agruparse en categorías o conceptos calculables, es decir, características o factores de alto nivel de abstracción. A su vez un concepto calculable también puede formar parte de otro concepto calculable de mayor nivel de abstracción y se suelen representar comúnmente en la forma de un árbol de requisitos, el cual permite realizar la

evaluación o estimación como un todo. Las definiciones pertenecientes a este componente se muestran en la Tabla 5.

El componente de Contexto contiene los conceptos y relaciones que corresponden a la especificación de contexto. El contexto representa el estado relevante del ente a evaluar. Además, la necesidad de información es caracterizada por el contexto que especifica la situación particular de un proyecto de M&E.

<b>Contexto (Context)</b>	
<b>Contexto (Context)</b>	Es una entidad particular, descrita por un conjunto de propiedades de contexto, que caracteriza una Meta de Necesidad de Información de ME dada.
<b>Propiedad de Contexto (Context Property)</b>	Es un atributo que describe el contexto de una entidad dada. Nota: ejemplos de propiedades de contexto pueden ser el ciclo de vida utilizado para el desarrollo de software, el grado de experiencia de los desarrolladores, la cantidad de desarrolladores, entre otros.

Tabla 6 Conceptos y definiciones del componente contexto. Extraído de [22]

Para poder describir la situación en la que se encuentra el ente [28], se utilizan atributos que están relacionados a la entidad. Estos atributos aquí llamados propiedades de contexto pueden ser cuantificadas para describir el contexto relevante de la entidad que está siendo analizada. Y al mismo tiempo, una propiedad puede (o no) tener propiedades relacionadas. Las definiciones pertenecientes a este componente se muestran en la Tabla 6.

El componente de Medición, permite especificar, para cada uno de los atributos del árbol de requisitos, una métrica que lo cuantifique, ya sea cuantitativamente o cualitativamente. Una métrica define cómo se llevará a cabo la medición, así como la escala en que se expresarán los valores medidos. Se distinguen dos tipos de medición: directa o indirecta. Una medición directa es aquella que no depende de la medición previa de otros atributos, a diferencia de la medición indirecta. Una métrica directa cuenta con un procedimiento de medición, el cual especifica los pasos a seguir para obtener el valor o medida del atributo correspondiente. Por otro lado, una métrica indirecta hace uso de un procedimiento de cálculo, el cual indica la forma en que se calculará el valor del atributo. En cuanto a la escala, esta puede ser: numérica o categórica. En el caso de las escalas numéricas estas poseen una unidad y su representación puede ser continua o discreta. Por último, en lo que respecta al tipo de la escala este puede ser: nominal, ordinal, intervalo, proporción o absoluto. Las definiciones pertenecientes a este componente se muestran en la Tabla 7.

<b>Medición (Measurement)</b>	
<b>Escala (Scale)</b>	Conjunto de valores con propiedades definidas
<b>Medición (Measurement)</b>	Tarea que usa la definición de una métrica para producir un valor de una medida.
<b>Medición directa (Direct Measurement)</b>	Medición que produce una medida base.
<b>Medición Indirecta (Indirect Measurement)</b>	Medición que produce una medida derivada.
<b>Medida (Measure)</b>	Número o categoría asignado a un atributo de una entidad, producto de una medición.
<b>Medida base (Base Measure)</b>	Medida que no depende de otras medidas.
<b>Medida derivada (Derived Measure)</b>	Medida calculada a partir de otras medidas.
<b>Métrica (Metric)</b>	El procedimiento de medición o de cálculo definido y la escala.
<b>Métrica directa (Direct Metric)</b>	Métrica de un atributo que no depende de otras métricas.
<b>Procedimiento de Calculo (Calculation Procedure)</b>	Conjunto de instrucciones ordenadas y establecidas de una métrica indirecta o indicador que indica cómo deberían llevarse a cabo los pasos descritos en una medición.
<b>Procedimiento de medición (Measurement Procedure)</b>	Conjunto de instrucciones ordenadas y establecidas de una métrica directa que indica cómo debería llevarse a cabo los pasos descritos en una medición directa.
<b>Unidad (Unit)</b>	Cantidad particular definida y adoptada por convención, con la cual otras cantidades de un mismo tipo son comparadas con el fin de expresar su magnitud relativa a la cantidad

Tabla 7 Conceptos y definiciones del componente de medición. Extraído de [22]

Finalmente, en el componente de Evaluación se identifican los conceptos necesarios para definir indicadores, los cuales permiten obtener un valor que refleja el nivel de satisfacción alcanzado por cada elemento (atributos y conceptos calculables) del árbol de requisitos. Este valor se consigue siguiendo un procedimiento de cálculo. Un indicador también especifica la escala utilizada para representar el valor. Existen dos clases de indicadores: elementales y derivados. Un indicador elemental evalúa a un atributo, y cuenta con un modelo elemental que define cómo se realizará el mapeo, del valor medido del atributo, al valor que indique su nivel de satisfacción. En cambio, un indicador derivado se asocia a un concepto calculable, y hace uso de un modelo global. En consecuencia, un indicador elemental no depende de otros indicadores para evaluar o estimar un atributo, mientras que un indicador derivado hace uso de otros indicadores para evaluar o estimar un concepto calculable. Un modelo global o elemental es un

algoritmo o función con criterios de decisión asociados que modelan un indicador derivado o elemental, respectivamente. Los criterios de decisión son patrones usados para determinar la necesidad de una acción o investigación posterior, o para describir el nivel de confianza o preferencia de un resultado dado. Una diferencia fundamental entre un indicador y una métrica es justamente que el indicador tiene asociado criterios de decisión (o niveles de aceptabilidad) que permiten interpretar el valor del indicador, mientras que una métrica no [29].

Las definiciones pertenecientes a este componente se muestran en la Tabla 8.

<b>Evaluación (Evaluation)</b>	
<b>Criterio de decisión (Decision Criterion)</b>	Umbral, objetivos o patrones usados para determinar la necesidad de actuar o investigar, o para describir el nivel de confianza en un resultado dado.
<b>Evaluación (Evaluation)</b>	Actividad que utiliza la definición de un indicador para producir un valor de indicador
<b>Evaluación derivada (Derived Evaluation)</b>	Evaluación que produce un valor de indicador evaluando una característica.
<b>Evaluación elemental (Elementary Evaluation)</b>	Evaluación que produce un valor de indicador evaluando un atributo
<b>Indicador (Indicator)</b>	El método de cálculo y la escala definimos, además del método
<b>Indicador derivado (Derived Indicator)</b>	Evaluación que produce un valor de indicador evaluando un atributo
<b>Indicador elemental (Elementary Indicator)</b>	Un indicador que no depende de otros indicadores para evaluar o estimar una característica
<b>Modelo Elemental (Elementary Model)</b>	Algoritmo o función con criterios de decisión asociados que modela un indicador elemental
<b>Modelo global (Global Model)</b>	Algoritmo o función con criterios de decisión asociados que modela un indicador global.
<b>Valor de Indicador (Indicator Value)</b>	El número o categoría asignado a un concepto calculable.

Tabla 8 Conceptos y definiciones del componente evaluación. Extraído de [22]

Como se puede observar las plantillas provistas en el marco metodológico están confeccionadas en base a los conceptos involucrados en C-INCAMI y sus relaciones. En la Fig. 3 se muestran los componentes descriptos en este apartado indicando los conceptos y sus relaciones.



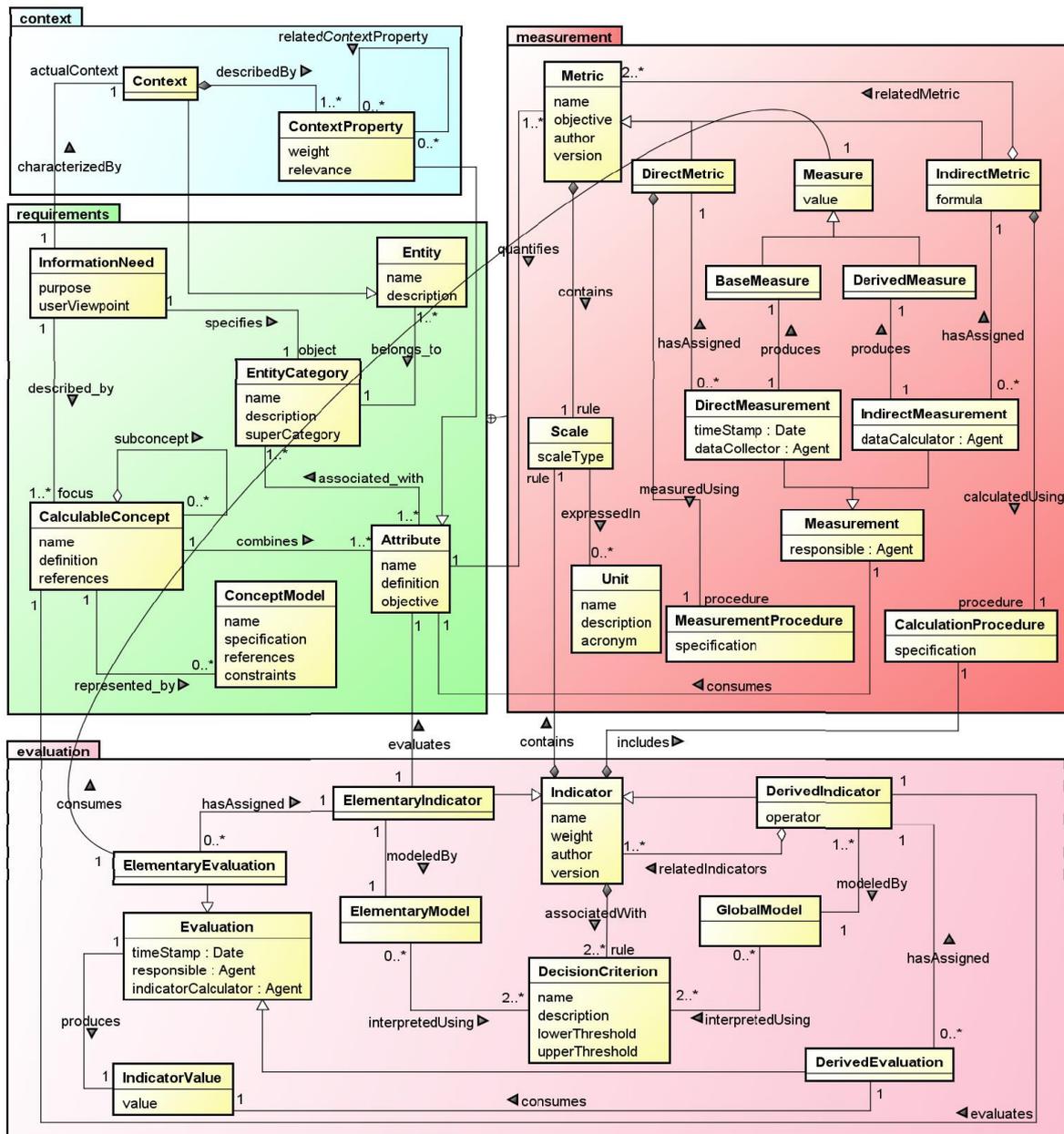


Figura 3 Esquema de C-INCAMI con las especificaciones de sus componentes. Extraído de [27]

### 3.2 Metodologías de Desarrollo

A la hora de desarrollar un proyecto de software no solo se debe concentrar en la programación de los requerimientos del usuario, sino también, en la confección de modelos y documentación que facilite un correcto seguimiento del proyecto y permita a otros entender su desarrollo. Por esto, es prudente emplear una metodología que permita planificar y estructurar el desarrollo del sistema mediante herramientas, métodos, técnicas y modelos que se adapten a las necesidades del proyecto a desarrollar.

Como se menciona en [30] es sabido que no todos los sistemas de software se desarrollan de la misma manera. El desarrollo pasa por diferentes etapas y se ajusta a un ciclo de vida. En la literatura se han descrito diversos ciclos de

vida que se emplean según la naturaleza del proyecto, e incluso, en muchos casos, suelen aplicarse varios modelos de ciclos de vida en un mismo desarrollo de software, tomando lo mejor de cada uno. Este ciclo podrá ser:

- Secuencial: las etapas o fases del ciclo se realizan siguiendo una secuencia y solo se comienza una nueva etapa si la anterior fue finalizada.
- En espiral: en este caso, cada bucle o iteración se conforma por un conjunto de actividades, las cuales no poseen una prioridad, sino que se eligen en base al análisis de riesgo realizado previamente.
- Evolutivo: se inicia el desarrollo siguiendo unos requisitos iniciales y, en las etapas siguientes, el sistema va evolucionando mediante la adquisición de nuevos requisitos.

Autores como Molina Ríos, Jimmy Rolando y otros, mencionan en [31] variantes de ciclo de vida, como son los modelos en cascada, iterativos o por prototipos, modelos ágiles, en V, entre otros. Todos estos ciclos contemplan etapas de análisis, diseño, construcción, testing e implementación.

Para desarrollar el prototipo del sistema de alarmas presentado en esta tesis (Capítulo 5), se empleó el modelo por prototipos en conjunto con la metodología ágil RAD ya que se consideraron los más apropiados para desarrollar este proyecto. La decisión se justifica debido a que esta metodología permite que la participación del usuario sea más activa en el desarrollo del proyecto, son adaptables a cambios en los requerimientos, fáciles de implementar en proyectos cuyo riesgo es bajo y permiten un mayor entendimiento de la problemática a resolver. A continuación, se hará una breve mención de las bases teóricas de ambos.

### 3.2.1 Modelo de Prototipos

James A. Senn en [32] define un prototipo como: “un modelo que funciona para una aplicación de sistemas de información. El prototipo no contiene todas las características o lleva a cabo la totalidad de las funciones necesarias del sistema final. Más bien incluye elementos suficientes para permitir a las personas utilizar el sistema propuesto para determinar qué les gusta, qué no les gusta e identificar aquellas características que deben cambiarse o añadirse”. De esta definición, el autor concluye que el prototipo funcional tiene cinco características fundamentales, a saber:

- Es una aplicación que funciona.
- Su funcionalidad es probar varias suposiciones formuladas por el análisis de las características requeridas del sistema.
- Se crea con rapidez.
- Evoluciona a través de un proceso iterativo.
- Posee un costo bajo de desarrollo.

El desarrollo de un prototipo para una aplicación se lleva a cabo mediante una secuencia de etapas sin importar las herramientas que se utilicen para realizarlas. En la Fig. 4 se muestran dichas etapas y a continuación, se definen cada una de ellas:

- **Identificar los requerimientos conocidos:** la determinación de los requerimientos es llevada a cabo por los desarrolladores y los usuarios, quienes definen los propósitos para los que servirá el sistema y el alcance de sus capacidades.
- **Desarrollar un modelo de trabajo:** en esta etapa se crea un diseño del sistema teniendo en cuenta las necesidades del usuario. Dicho diseño no debe llevar demasiado tiempo. También, sería útil, en esta etapa, realizar un plan general o un cronograma que permita conocer el inicio y fin de cada iteración y las personas que intervienen en las mismas.
- **Construcción del prototipo:** como su nombre lo indica, en esta fase los desarrolladores construyen el prototipo utilizando las tecnologías seleccionadas.
- **Evaluación del prototipo por parte del usuario:** en esta etapa el usuario evalúa las características y operaciones del prototipo, bajo condiciones reales. De esta manera, se pueden establecer los cambios o mejoras que sean necesarias.
- **Refinamiento del prototipo:** aquí se realizan los cambios necesarios, que se obtuvieron como resultado de la evaluación de los usuarios. Luego del **Refinamiento del prototipo** se suelen repetir las etapas anteriores para obtener un mayor refinamiento. Una vez, que los desarrolladores y los usuarios consideren que el prototipo ya ha evolucionado lo suficiente para incluir todas las características del sistema o cuando ya es evidente que no se obtendrá un mayor beneficio con una iteración adicional, el proceso finaliza y el prototipo puede implementarse para desarrollar el sistema de software deseado.

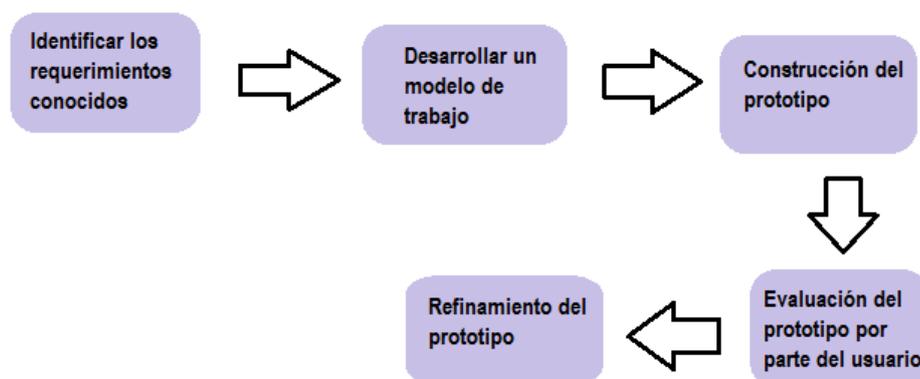


Figura 4 Etapas en el método de desarrollo de prototipos

Entre las razones expuestas en [32] para el desarrollo de prototipos está la aclaración de los requerimientos del usuario y la verificación de la factibilidad

del diseño de un sistema. La información generada en este proceso no solo mejora la eficiencia del desarrollo, sino que también garantiza su correctitud. Por último, el proceso de desarrollo de prototipos suele ser aplicado en proyectos donde no se conocen los requerimientos o es necesario evaluarlos, cuando los riesgos o costos asociados al mismo son grandes o se desea implementar una nueva tecnología.

### 3.2.2 Metodología RAD

Las metodologías ágiles surgen como una alternativa para resolver las problemáticas en el desarrollo de software, que las metodologías tradicionales no podían resolver. En un comienzo el objetivo de estas metodologías era permitir a los equipos de desarrolladores, realizar rápidamente software de calidad. Se buscaba responder en forma ágil y eficaz, a las necesidades de cambios que surgían a lo largo de los proyectos. Este objetivo junto con otros principios que definen a las metodologías ágiles fueron plasmados en el Manifiesto Ágil [33].

Como se menciona en [34], existen varias metodologías ágiles en la actualidad, algunas de ellas son:

- **XP:** (Extreme Programming): propone una técnica de desarrollo de software liviana, sustentada en la disciplina de los programadores.
- **Scrum:** se focaliza en prácticas de administración de proyectos por sobre las prácticas de las áreas de ingeniería. Propone adaptación continua del plan del proyecto a las diferentes circunstancias, dividiendo el proyecto en iteraciones o "sprints", en cada uno de los cuales se obtiene una nueva versión del producto con nuevas funcionalidades.
- **FDD (Feature Driven Development):** propone definir una serie de "features" o funcionalidades que debe tener el producto, organizadas en jerarquías, con un alcance lo suficientemente corto para ser implementadas en un par de semanas.
- **ASD (Adaptive Software Development):** se focaliza en proyectos de requerimientos inestables con necesidad de desarrollo rápido. Propone las fases Especular, Colaborar y Aprender para llevar a cabo proyectos con esas características.
- **DSDM (Dynamic System Development Method):** está enfocada en proyectos de características RAD, con una fase única de factibilidad y luego, una serie de fases iterativas para el análisis, diseño y desarrollo.

Para el desarrollo del proyecto del sistema de alarmas se empleó la metodología ágil RAD. Esta estrategia de trabajo fue desarrollada inicialmente por Jemas Martin en 1980. En su libro [35] define esta estrategia como un modelo de desarrollo que comprende el progreso iterativo del proyecto, la

construcción de prototipos y el uso de utilidades CASE (Computer – Aided-System Engineering). Además de que engloba la usabilidad, utilidad y rapidez de ejecución.

El desarrollo rápido de aplicaciones tiene cuatro aspectos esenciales: metodología, personas, administración y herramientas. Cada uno de estos debe combinarse eficientemente para que el desarrollo del proyecto sea veloz. A continuación, se presenta una breve descripción de dichos aspectos.

#### Metodología:

Busca acelerar el desarrollo del proyecto, mientras se reducen los costos y se incrementa la calidad. Por lo cual, intenta:

- combinar las mejores técnicas disponibles y especificar la secuencia de actividades más efectiva;
- usar prototipos evolutivos que concluyan en el proyecto final;
- seleccionar un set de herramientas CASE (en castellano Herramientas de Ingeniería de Sistemas Asistidas por Computadora) para el modelado y prototipado;
- propiciar la reusabilidad de código; e
- implementar dentro de un marco de tiempo, permitiendo a los desarrolladores progresar en el núcleo del sistema y luego, implementar las mejoras en entregas subsecuentes.

Otro factor importante es la constante interacción con los usuarios del sistema que asegura que los requerimientos del negocio son claramente comprendidos. Así como también, el prototipado hace que los usuarios visualicen y pidan cambios al sistema mientras se lo está construyendo, permitiendo a las aplicaciones evolucionar iterativamente.

En [36] se definen cuatro etapas de la metodología RAD, las cuales son mostradas en la Fig. 5 y descritas a continuación:

- ❖ **Modelado de gestión:** el flujo de información entre las funciones de gestión se modela de forma que responda a las siguientes preguntas: ¿Qué información conduce el proceso de gestión? ¿Qué información se genera? ¿Quién la genera? ¿A dónde va la información? ¿Quién la procesa?
- ❖ **Modelado de datos:** el flujo de información definido como parte de la fase de modelado de gestión se refina como un conjunto de objetos de datos necesarios para apoyar la empresa. Se definen las características (llamadas atributos) de cada uno de los objetos y las relaciones entre ellos.
- ❖ **Modelado de proceso:** los objetos de datos definidos en la fase de modelado de datos quedan transformados para lograr el flujo de

información necesario para implementar una función de gestión. Las descripciones del proceso se crean para añadir, modificar, suprimir, o recuperar un objeto de datos. Es la comunicación entre los objetos.

- ❖ **Generación de aplicaciones:** asume la utilización de técnicas de cuarta generación. En lugar de crear software con lenguajes de programación de tercera generación, el proceso RAD trabaja para volver a utilizar componentes de programas ya existentes (cuando es posible) o a crear componentes reutilizables (cuando se pueda). En todos los casos se utilizan herramientas automáticas para facilitar la construcción del software.
- ❖ **Pruebas de entrega de aplicaciones:** al enfatizar la reutilización, ya se han comprobado muchos de los componentes de los programas. Esto reduce tiempo de pruebas. Sin embargo, se deben testear todos los componentes nuevos y todas las interfaces a fondo.

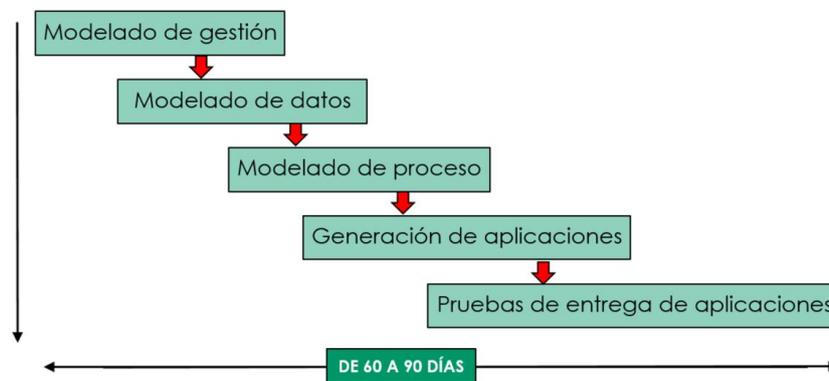


Figura 5 Etapas del ciclo de vida de la metodología RAD. Extraído de [36]

#### Personas:

El éxito de RAD depende de involucrar a personas con las habilidades y el talento adecuados. Las herramientas son esenciales, pero por sí solas no garantizan nada. Por lo tanto, el personal debe ser cuidadosamente seleccionado, entrenado y motivado. Deben ser capaces de usar las herramientas y trabajar en equipos.

Usualmente permite que cada persona involucrada desempeñe diferentes roles, por lo que se requiere un alto grado de cooperación. Cada fase incluye actividades que deben avanzar rápidamente, por lo tanto, es importante que la administración del proyecto se lleve a cabo de igual forma.

#### Administración:

Alcanzar alta velocidad de desarrollo es un proceso complejo. La administración debe comprometerse totalmente con el proyecto y deben estar preparados para motivar tanto a los usuarios como al personal. Como RAD es un gran cambio con respecto a los métodos convencionales, la mejor

manera de introducirlo es iniciar de a poco. Se deben formar equipos de construcción de 2 a 4 personas, y ser entrenadas en el uso de las herramientas y técnicas. Una vez que obtengan experiencia, serán capaces de afinar el ciclo de desarrollo para mejorar su efectividad en un entorno dado.

### Herramientas:

Las herramientas brindan técnicas de diseño automatizado, generación de código, y planeamiento y análisis asistido por computadora. Estas herramientas CASE, han venido avanzando sin pausa a lo largo de los años, superando sus limitaciones con cada versión.

Otro fundamento principal de RAD es que los diagramas son empleados para asistir y lograr un pensamiento claro. Se utilizan para representar la información, los datos, los procesos, los detalles de diseño, las estructuras del programa y observar el sistema en su conjunto. Adicionalmente, los diagramas pueden ser utilizados para generar código ejecutable.

Existen 4 tipos de herramientas, a saber:

- ✓ Lenguajes no procedurales que permiten a los desarrolladores programar expresando los resultados que quieren en lugar de detallando los pasos para alcanzarlos.
- ✓ Herramientas de prototipado que permiten el desarrollo iterativo testeando y refinando el prototipo.
- ✓ Herramientas para expresar planes, modelos y diseños gráficamente que permiten realizar una documentación ordenada y correcta del proyecto.
- ✓ Generadores de código fuente de alto nivel de construcción que permiten programar de forma rápida las aplicaciones.



## 4. Calidad del Servicio de Internet: Diseño de la Medición, Evaluación y Análisis

---

En este capítulo se diseñan la medición, evaluación y análisis que permiten satisfacer la necesidad de información especificada por ADC. Luego la implementación de la medición y la evaluación fue incluida dentro del prototipo del sistema de alarmas. Para la obtención de los "Requisitos no funcionales" y la "Especificación de métricas e indicadores" se siguieron las actividades propuestas por la estrategia GOCAMEMC en su fase de diseño. Ver las actividades A1, A2 y A4.1 de la Fig. 1

La actividad A1 denominada *Definir los Requisitos no Funcionales para la Vista de Calidad* se realizó en conjunto con personal de ADC y como resultado se definieron la necesidad de información y las categorías de entidad intervinientes. La necesidad de información se determinó con el propósito de monitorear y controlar la calidad del servicio ofrecido por ADC, desde el punto de vista del personal técnico. Por ello, se establecieron cinco categorías de entidades a evaluar: Cliente, Proveedor, Proveedor/Sitio proveído, Sitio proveído y Sitio proveído/Proveedor. Si bien las categorías Proveedor/Sitio proveído y Sitio proveído/Proveedor parecen similares su objetivo es distinto. Mientras que la primera permitirá conocer la latencia de un proveedor determinado con un sitio proveído particular, la segunda categoría permitirá conocer la descarga de un sitio proveído determinado por un proveedor particular. Para cada una de estas categorías el foco a evaluar se estableció en la Calidad del servicio, la cual fue definida como *el grado en que el servicio satisface los requerimientos establecidos por sus usuarios cuando es usado bajo condiciones específicas*.

Para la categoría de entidad Cliente, el contexto se restringió a los clientes de internet, dado que, en su mayoría, contratan más ancho de banda y se monitorea más tráfico. En este conjunto de clientes se encuentran cooperativas, empresas privadas proveedoras de internet, entre otras.

Como se ve en la Fig. 6, se definió "Confiability" como sub-característica de Calidad de servicio y esta sub-categoría se le asignó el atributo "Disponibilidad". Mientras que "Confiability" se definió como *el grado en*

### Categoría de Entidad: **Cliente**

#### 1. Calidad del servicio

##### 1.1 Confiability

##### 1.1.1 Disponibilidad

Figura 6 Árbol de requerimientos no funcionales para la entidad Cliente

que el servicio realiza las funciones establecidas, cuando es requerido en un periodo de tiempo determinado, bajo condiciones específicas; el atributo "Disponibilidad", se definió como el grado en que el servicio está operativo y accesible cuando es requerido para su uso.

Para la categoría de entidad Proveedor, el contexto se restringió a aquellos ISP que proveen servicios de Internet, descartando aquellos que brindan servicios de transporte. En la Fig. 7 se observa que la Calidad del servicio posee la sub-característica "Eficiencia", definida como el rendimiento relativo del servicio respecto a la cantidad de recursos utilizados bajo condiciones específicas. La cual está conformada por el atributo "Latencia global de acceso" definido como el grado en que el retardo temporal de acceso por parte del proveedor a distintos sitios es mayor a la establecida.

## Categoría de Entidad: **Proveedor**

- 1. Calidad de servicio
  - 1.1. Eficiencia
    - 1.1.1. Latencia global de acceso

Figura 7 Árbol de requerimientos no funcionales para la entidad Proveedor

Para las categorías de entidad restantes (Sitio Proveído, Proveedor/Sitio proveído y Sitio proveído/Proveedor) se definió como sub-característica Eficiencia, definida como se mencionó en la categoría de entidad anterior. En cambio, el contexto y atributos son distintos según la categoría de entidad a monitorear y controlar.

En la categoría de entidad Sitio Proveído se definió el contexto seleccionando los sitios web con menor tiempo de carga y los más accedidos por los clientes. El atributo asociado a Eficiencia es "Performance global de descarga", definido como el grado en que el rendimiento de distintos proveedores para realizar la descarga de un sitio proveído es mayor a lo establecido (ver Fig. 8).

## Categoría de Entidad: **Sitio proveído**

- 1. Calidad de servicio
  - 1.1. Eficiencia
    - 1.1.1. Performance global de descarga

Figura 8 Árbol de requerimientos no funcionales para la entidad Sitio proveído

Las categorías de entidades Proveedor/Sitio proveído y Sitio proveído/Proveedor, comparten el mismo contexto conformado por la combinación de los proveedores y los sitios proveídos seleccionados. En la Fig. 9 y Fig. 10 se observa que los atributos asociados a la Eficiencia son "Latencia de acceso al sitio proveído" y "Performance de descarga del proveedor", respectivamente. Mientras que el primero es el grado en que el retardo

temporal de acceso por parte del proveedor a un sitio proveído es mayor a lo establecido; el segundo atributo fue definido como el grado en que el rendimiento del proveedor para realizar la descarga de un sitio proveído es mayor a lo establecido.

## Categoría de Entidad: Proveedor/Sitio Proveído

### 1. Calidad de servicio

#### 1.1. Eficiencia

##### 1.1.1. Latencia de acceso al sitio proveído

Figura 9 Árbol de requerimientos no funcionales para la entidad Proveedor/Sitio proveído

## Categoría de Entidad: Sitio proveído/Proveedor

### 1. Calidad de servicio

#### 1.1 Eficiencia

##### 1.1.1 Performance de descarga del proveedor

Figura 10 Árbol de requerimientos no funcionales para la entidad Proveedor/Sitio Web

De este modo quedaron definidas las categorías de entidades y los atributos a partir de los cuales dichas entidades concretas serán monitoreadas. Todos estos datos fueron reunidos en el documento Especificación de Requisitos no Funcionales que sirve de entrada para la próxima actividad. Las definiciones se realizaron teniendo en cuenta la ISO 25010 [37].

Para culminar con el diseño de la M&E se realizó la actividad A2 de la estrategia GOCAMEMC, denominada *Diseñar la Medición y la Evaluación para la Vista de Calidad*. Durante esta actividad se especificaron las métricas para poder medir los atributos mencionados anteriormente, así como, sus respectivos indicadores que permiten interpretar los valores obtenidos en la medición. Para la definición de las métricas e indicadores se utilizaron las plantillas provistas por GOCAMEMC mostradas en las tablas 2, 3 y 4.

Para cuantificar el atributo *Disponibilidad* (recordar Fig. 6) se utilizaron dos métricas indirectas distintas, una que mide la disponibilidad diaria y la otra que mide la disponibilidad trimestral. Al ser métricas indirectas dependen del valor de otras métricas para su cálculo (recordar Tabla 3). Por ejemplo, la métrica "*Porcentaje de disponibilidad diaria del servicio*" depende de los valores medidos por las métricas directas "*Instante inicial del corte del servicio*" e "*Instante de reanudación del servicio*"; en cambio, la métrica "*Porcentaje de disponibilidad trimestral del servicio*" depende de los valores obtenidos en la métrica que cuantifica la disponibilidad diaria.

<b>Característica/sub-característica:</b> Calidad del servicio/ Confiabilidad		
<b>Atributo:</b> Disponibilidad		
<b>Métrica indirecta:</b>		
<b>Nombre:</b> Porcentaje de disponibilidad diaria del servicio (PDDS)	<b>Código:</b> MI 1	
<b>Objetivo:</b> Determinar el porcentaje de disponibilidad diaria del servicio		
<b>Autor:</b> Nerea Waiman	<b>Versión:</b> 1.0	
<b>Procedimiento de cálculo:</b>		
<b>Nombre:</b> Determinación del PDDS		
<b>Fórmula:</b> $PDDS=100-\left(\frac{\sum_{j=1}^n IRSj-IICSj}{86400}\right)\times 100$ donde n es la cantidad de cortes ocurridos en el día, y 86400 es la cantidad de segundos que posee un día		
<b>Escala numérica:</b>		
<b>Representación:</b> Continua	<b>Tipo de valor:</b> Real	
<b>Tipo de escala:</b> Proporción	<b>Nombre de unidad:</b> Porcentaje	<b>Acrónimo:</b> %
<b>Métricas relacionadas:</b> MI 3: Instante inicial del corte del servicio (IICS) MI 4: Instante de reanudación del servicio (IRS)		

Tabla 9 Plantilla de métrica indirecta: Porcentaje de disponibilidad diaria del servicio

En consecuencia, se desarrollan cuatro métricas, dos indirectas y dos directas. A modo de ejemplo en la Tabla 9 se muestra la especificación de la métrica indirecta "Porcentaje de disponibilidad diaria del servicio" teniendo en cuenta la plantilla de la Tabla 3.

Como se observa en el procedimiento de cálculo para esta métrica, su fórmula consiste en la sumatoria de las restas de los tiempos de reanudación y los tiempos de inicio de los cortes. Dicha sumatoria se expresa en segundos y se divide por 86400 que es la cantidad de segundos que posee un día y se multiplica por 100 para obtener un porcentaje de indisponibilidad diaria, el cual se resta al 100% para obtener el porcentaje de disponibilidad diaria. En la Tabla 10 se observa la especificación de la métrica directa "Instante inicial del corte del servicio", que registra el instante en el cual se detecta un corte, la cual es análoga a la métrica "Instante de reanudación del servicio" sólo que esta última registra el instante en el cual se recupera el servicio.

<b>Característica/sub-característica:</b> Calidad del servicio/ Confiabilidad		
<b>Atributo:</b> Inicio del corte del servicio		
<b>Métrica directa:</b>		
<b>Nombre:</b> Instante inicial del corte del servicio (IICS)	<b>Código:</b> MI 3	
<b>Objetivo:</b> Determinar la hora, el minuto y el segundo en el que se produce un corte del servicio		
<b>Comentario:</b> Se considera que se produce un corte en el servicio cuando el valor sentido de descarga es menor a un valor determinado, denominado flag.		
<b>Autor:</b> Nerea Waiman	<b>Versión:</b> 1.0	
<b>Procedimiento de medición:</b>		
<b>Nombre:</b> Determinación del IICS		
<b>Especificación:</b>		
<pre> VSD=0; /*VSD es el valor sentido de descarga */ IICS[]=0; /*Es un vector que almacenará los instantes iniciales del corte de servicio*/ j=0; /*posición donde se almacena el valor */ while(inicio del día!= instante seleccionado){     VSD= valor sentido;     If( VSD es menor ó igual a flag) then         IICS[j]= Time;         j++;         do Determinación de IRS /*cambia al procedimiento de medición del atributo Fin del corte del servicio*/     end then; } Return IICS </pre>		
<b>Escala numérica:</b>		
<b>Representación:</b> Continua	<b>Tipo de valor:</b> Real	
<b>Tipo de escala:</b> Absoluto	<b>Nombre de unidad:</b> hora/minutos/segundos	<b>Acrónimo:</b> hs/min/seg

Tabla 10 Plantilla de métrica directa: Instante inicial del corte del servicio

Para un mayor entendimiento, el procedimiento de la métrica “Instante inicial del corte del servicio”, se representó mediante un diagrama de actividad en la Fig. 11. Su procedimiento se puede detallar como sigue:

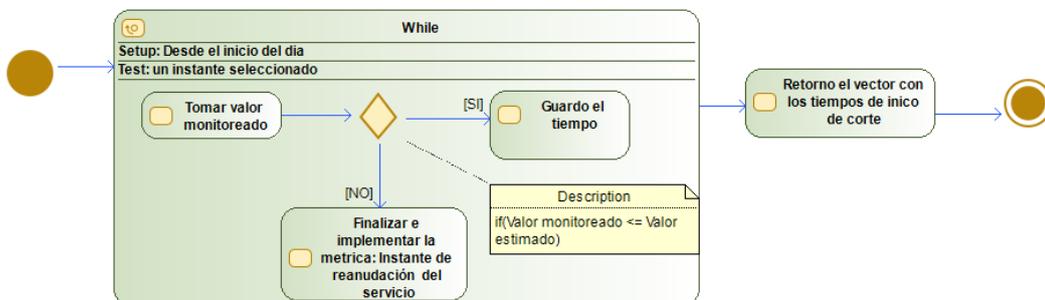


Figura 11 Diagrama de actividad de la métrica indirecta Instante inicial del corte del servicio

A partir del conjunto de datos monitoreados dentro del bucle se verifica si cada uno de los valores es menor o igual a la bandera, la cual es un porcentaje del ancho de banda contratado para ese servicio. En caso de ser

afirmativo, se almacena dicho valor. En caso contrario, finaliza el bucle y se pasa a implementar la métrica directa “Instante de reanudación del servicio”.

Para cuantificar los atributos *Latencia de accesos al sitio proveído* (Fig. 9) y *Performance de descarga del proveedor* (Fig. 10), se utiliza el mismo conjunto de métricas. Esto es, la métrica indirecta, “Nivel de desempeño de la carga del sitio proveído” (especificada en la Tabla 11) la cual está relacionada con la métrica indirecta “Cantidad de tiempo entre la carga del sitio y el flag”. Esta última, a su vez, se relaciona con la métrica directa “Cantidad de tiempo estimado de carga de un sitio proveído”. Estas dos últimas métricas se especifican en las Tablas 12 y 13, respectivamente.

<b>Característica/sub-característica:</b> Calidad del servicio/ Eficiencia	
<b>Atributo:</b> Latencia de acceso al sitio web/ Performance de descarga del proveedor	
<b>Métrica indirecta:</b>	
<b>Nombre:</b> Nivel de desempeño de la carga del sitio proveído (NDCSP)	<b>Código:</b> MI 7
<b>Objetivo:</b> Determinar los niveles de desempeño (Bueno, Intermedio y Malo) de la carga de un sitio web por un proveedor	
<b>Comentario:</b> La carga de un sitio proveído está dada por el tiempo, en segundos, que tarda el proveedor en cargar el sitio proveído.	
<b>Autor:</b> Nerea Waiman	<b>Versión:</b> 1.0
<b>Procedimiento de cálculo:</b>	
<b>Nombre:</b> Determinación del NDCSP	
<b>Formula:</b>	
<pre> M=% del Flag //parámetro puesto por sistema a través de un cálculo Malo=Intermedio=Bueno=0 for(i=0;TA[i]!=null;i++){ /*TA[] es un vector que contiene la diferencia                              de tiempo de acceso al sitio respecto al flag*/     if(TA[i] &gt;M &amp; TA[i] negativo){ /*mayor y negativo (anda mal);                                    mayor y positivo (anda más rápido de lo previsto)*/         Malo++;     }     else         if(TA[i]&lt;=M &amp; TA[i] negativo)             Intermedio++;         else             Bueno++;}} %Malo= Malo/Longitud TA %Intermedio= Intermedio/Longitud TA %Bueno=Bueno/Longitud TA Return malo, intermedio </pre>	
<b>Escala numérica:</b>	
<b>Representación:</b> Continua	<b>Tipo de valor:</b> Real
<b>Tipo de escala:</b> Proporción	<b>Nombre de unidad:</b> Porcentaje
	<b>Acrónimo:</b> %
<b>Métricas relacionadas:</b> MI 8 Cantidad de tiempo entre la carga del sitio y el flag	

Tabla 11 Plantilla de métrica indirecta: Nivel de desempeño de la carga del sitio proveído

<b>Característica/sub-característica:</b> Calidad del servicio/ Eficiencia		
<b>Atributo:</b> Diferencia entre la carga del sitio y el flag		
<b>Métrica indirecta:</b>		
<b>Nombre:</b> Cantidad de tiempo entre la carga del sitio y el flag (CTCSF)	<b>Código:</b> MI 8	
<b>Objetivo:</b> Determinar la diferencia de tiempo entre el valor de cargar del sitio proveído y el flag establecido en un periodo especificado		
<b>Comentario:</b>		
<b>Autor:</b> Nerea Waiman	<b>Versión:</b> 1.0	
<b>Procedimiento de cálculo:</b>		
<b>Nombre:</b> Determinación de CTCSF		
<b>Formula:</b>		
<pre> TA[]=0; //Es un vector que contiene la diferencia de tiempo entre la carga del sitio web y el flag Flag; // valor calculado con los valores del día anterior T=Current_Time; TM= T -10; //10 minutos antes i=0; //posición donde se almacena el valor while(T!=TM) { //Lectura de valores en el archivo     VS= valor sensado     TA[i]=Flag-VS;     i++;     T--;} return TA </pre>		
<b>Escala numérica:</b>		
<b>Representación:</b> Continua	<b>Tipo de valor:</b> Real	
<b>Tipo de escala:</b> Absoluto	<b>Nombre de unidad:</b> segundos	<b>Acrónimo:</b> seg
<b>Métricas relacionadas:</b> MD 9 Cantidad de tiempo estimado de carga de un sitio proveído (CTECSP)		

Tabla 12 Plantilla de métrica indirecta: Cantidad de tiempo entre la carga del sitio proveído y el flag

La Tabla 11 muestra la especificación de la métrica “Nivel de desempeño de la carga del sitio proveído”. Para poder calcular su valor es necesario obtener primero el valor medido del atributo Tiempo de carga a partir de la métrica “Cantidad de tiempo estimado de carga de un sitio proveído”. Con este valor se calcula el flag estimado, el cual es utilizado por la métrica “Cantidad de tiempo entre la carga del sitio y el flag” y para calcular el vector TA. Luego, en la métrica “Nivel de desempeño de la carga del sitio proveído” se verifica qué

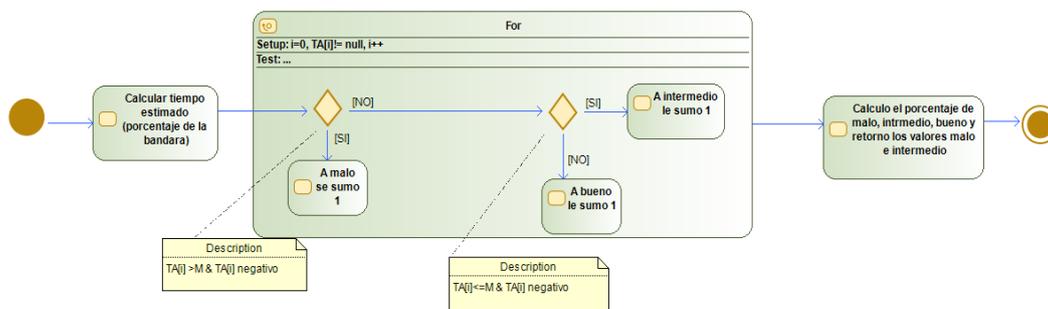


Figura 12 Diagrama de actividad de la métrica indirecta Nivel de desempeño de la carga del sitio proveído

valores de TA son negativos y están por encima del valor de flag estimado y se incrementa en uno Malo. En caso contrario, se verifica que los valores sean negativos y menores o iguales al flag. En caso de ser afirmativo se incrementa en uno Intermedio, sino se suma uno en Bueno. En la Fig. 12, con la finalidad de lograr un mayor entendimiento, se presenta el diagrama de actividad del procedimiento de cálculo de dicha métrica. Para clarificar estas dependencias en la Fig. 13 se presenta un esquema con extractos de las fórmulas y especificaciones de las métricas, que muestran las relaciones entre ellas.

<b>Característica/sub-característica:</b> Calidad del servicio/ Eficiencia		
<b>Atributo:</b> Tiempo estimado de carga		
<b>Métrica directa:</b>		
<b>Nombre:</b> Cantidad de tiempo estimado de carga de un sitio proveído (CTECSP)		<b>Código:</b> MD 9
<b>Objetivo:</b> Determinar el tiempo estimado de carga de un sitio proveído en función de los tiempos del día anterior		
<b>Autor:</b> Nerea Waiman		<b>Versión:</b> 1.0
<b>Procedimiento de medición:</b>		
<b>Nombre:</b> Determinación del CTECSP		
<b>Especificación:</b>		
<pre> maxTime=0; minTime=File[0]; Flag=0; while(File!=null) { //lectura de valores en el archivo     if(Time&lt;=minTime) then         minTime=Time;     else         if(Time&gt;=maxTime) then             maxTime=Time;         end then } Flag=maxTime-minTime; </pre>		
<b>Escala numérica:</b>		
<b>Representación:</b>		<b>Tipo de valor:</b> Real
Continua		
<b>Tipo de escala:</b> Absoluto		<b>Nombre de unidad:</b> segundos
		<b>Acrónimo:</b> seg

Tabla 13 Plantilla de métrica directa: Cantidad de tiempo estimado de carga de un sitio proveído

Con respecto a los atributos “Latencia global de acceso” y “Performance global de descarga”, para medirlos se utilizan las métricas indirectas “Tasa de latencia global de acceso” y “Tasa de performance global de descarga”, respectivamente. Mientras que la primera se relaciona con la métrica indirecta “Nivel de acceso global”, la segunda lo hace con la métrica indirecta “Nivel de performance de descarga global”. Estas últimas, métricas indirectas se calculan en función de la métrica indirecta “Nivel de desempeño de la carga del sitio proveído”, como se explicó en el párrafo anterior. La especificación completa de las métricas utilizadas para el caso de estudio de ADC pueden encontrarse en el Anexo A.

**Atributo:** Latencia de acceso al sitio web /  
 Performance de descarga del proveedor  
**Métrica Indirecta:** Nivel de desempeño de la carga  
 del sitio proveído (NDCSP)

```
M=% del Flag
Malo=Intermedio=Bueno=0
for(i=0;TA[i]=null;i++) {
```

**Atributo:** Diferencia entre la  
 carga del sitio y el Flag  
**Métrica Indirecta:** Cantidad de  
 tiempo entre la carga del sitio y  
 la Flag (CTCSF)

```
while(TI=TM) {
  VS= valor sensado
  TA[i]=Flag-VS;
  i++;
  T--;
}
return TA
```

**Atributo:** Tiempo estimado de carga  
**Métrica directa:** Cantidad de tiempo  
 estimado de carga de un sitio  
 proveído(CTECSP)

```
maxTime=0;
minTime=File[0];
Flag=0;
while(File!=null) {
  if(Time<=minTime) then
    minTime=Time ;
  else
    if(Time>=maxTime) then
      maxTime=Time;
    end then
  Flag=maxTime-minTime;
```

Figura 13 Esquema de la relación entre las métricas indirectas Nivel de desempeño de la carga del sitio proveído, Cantidad de tiempo entre la carga del sitio y el Flag y la métrica directa Cantidad de tiempo estimado de carga de un sitio proveído

Para completar la actividad A2, se deben especificar los indicadores. Para este caso particular es necesario especificar sólo los indicadores elementales para cada uno de los atributos monitoreados, con el objetivo de poder transformar el valor medido en un valor de indicador que pueda ser interpretado a partir de un criterio de decisión. En consecuencia, se desarrollaron seis indicadores elementales, uno para cada atributo diseñado. Como se observa en la Tabla 14, cada indicador elemental especifica su propio modelo elemental y rangos de aceptabilidad de su criterio de decisión. Más allá de estas diferencias todos comparten la misma interpretación, a saber:

- **Rojo:** “desfavorable” indica que acciones de cambio deben diseñarse e implementarse con una alta prioridad.
- **Amarillo:** “opcional” indica una necesidad de acciones de mejora que deben diseñarse e implementarse con una prioridad media.
- **Verde:** “apropiado” indica una calidad satisfactoria del atributo analizado.

En la Tabla 14 se muestra el ejemplo del indicador diseñado para el atributo *Latencia de acceso al sitio web*. En este caso, la métrica devolvía valores que representaban el porcentaje de desempeño en tres categorías: Bueno, Intermedio y Malo; a partir de estos valores la especificación del modelo

elemental del indicador determina que su nivel de satisfacción se obtiene con la suma del porcentaje de malos y de intermedios.

Indicador elemental	Acrónimo	Modelo elemental	Criterio de decisión
Nivel de satisfacción de la disponibilidad diaria	NS_DD	NS_DD=PDDS	Verde: 90%<NS_DD<=100% Amarillo: 50%<NS_DD<=90% Rojo: 0%<=NS_DD<=50%
Nivel de satisfacción de la disponibilidad trimestral	NS_DT	NS_DT=PDTST	Verde: 97%<NS_DD<=100% Amarillo: 50%<NS_DD<=97% Rojo: 0%<=NS_DD<=50%
Nivel de satisfacción de la latencia global de acceso	NS_LGA	NS_LGA=TLGA	Rojos: 90%<NS_DD<=100% Amarillo: 50%<NS_DD<=90% Verde: 0%<=NS_DD<=50%
Nivel de satisfacción del acceso al sitio proveído	NS_ASP	NS_ASP=%Malo+%Intermedio	Rojos: 60%<NS_DD<=100% Amarillo: 30%<NS_DD<=60% Verde: 0%<=NS_DD<=30%
Nivel de satisfacción de la performance global de descarga	NS_PGD	NS_PGD=100-TPGD	Rojos: 0%<NS_DD<=50% Amarillo: 50%<NS_DD<=90% Verde: 90%<=NS_DD<=100%
Nivel de satisfacción de performance de descarga del proveedor	NS_PDP	NS_PDP=100-(%Malo + % Intermedio)	Rojos: 0%<NS_DD<=30% Amarillo: 30%< NS_DD<=60% Verde: 60%<=NS_DD<=100%

**Tabla 14 Indicadores elementales y sus criterios de decisión**

Finalmente, la actividad A4.1 denominada *Diseñar el Análisis para la Vista de Calidad* se completó especificando de qué manera se mostrarán al usuario los resultados obtenidos en los valores de indicadores. De esta manera, para los atributos de “Disponibilidad Diaria”, “Disponibilidad Trimestral”, “Latencia global de acceso” y “Performance global de descarga” se presentará en un recuadro el porcentaje obtenido en la evaluación con su correspondiente color según lo especificado en la interpretación de los indicadores. En caso que el valor se encuentre con un color amarillo o rojo, se enviara un mail

<b>Característica/sub-característica:</b> Calidad del servicio / Eficiencia	
<b>Atributo:</b> Latencia de acceso al sitio proveído	
<b>Indicador elemental:</b>	
<b>Nombre:</b> Nivel de satisfacción del acceso al sitio proveído	<b>Acrónimo:</b> NS_ASP
<b>Autor:</b> Nerea Waiman	<b>Versión:</b> 1.0
<b>Método de cálculo:</b>	
<b>Nombre:</b> Determinación de NS_ASP	
<b>Especificación:</b> Aplicar el modelo elemental relacionado	
<b>Modelo elemental:</b>	
<b>Nombre:</b> Modelo elemental NS_ASP	
<b>Especificación:</b> NS_ASP= %Malo + %Intermedio	
<b>Criterios de decisión:</b>	
Verde: $0\% \leq NS\_ASP < 30\%$	
Amarillo: $30\% \leq NS\_ASP < 60\%$	
Rojo: $60\% \leq NS\_ASP \leq 100\%$	
<b>Escala:</b> Numérica	
<b>Tipo de escala:</b> Proporción	
<b>Tipo de valor:</b> Real	<b>Representación:</b> Continua
<b>Unidad:</b>	
<b>Nombre de la unidad:</b> Porcentaje	<b>Acrónimo:</b> %

Tabla 15 Plantilla de indicador elemental: Nivel de satisfacción del acceso al sitio proveído

al técnico informando de un posible inconveniente en el servicio o proveedor.

Para los atributos “*Latencia de acceso al sitio proveído*” y “*Performance de descarga del proveedor*” se presentará una tabla con el porcentaje de cada sitio proveído, obtenido en la evaluación con su correspondiente color según lo especificado en la interpretación de los indicadores. En caso que el valor se encuentre con un color amarillo o rojo, se enviará un mail al técnico informando de un posible inconveniente en el sitio proveído o el proveedor.

Para los atributos “*Disponibilidad Diaria*”, “*Disponibilidad Trimestral*”, “*Latencia global de acceso*” y “*Performance global de descarga*” también se visualizará las gráficas de los valores monitoreados en el periodo evaluado.

A continuación, en el siguiente capítulo, se describirá cómo se desarrolló el prototipo del sistema de alarmas y cómo se incluyó el diseño de la ME&A especificado en este capítulo para llevar a delante la implementación de la M&E.



## 5. Sistema de Alarmas: Desarrollo del Prototipo

Como primer paso se analizó el entorno, las herramientas y tecnologías a utilizar para realizar el prototipo. El análisis consistió en estudiar las tecnologías que se utilizan actualmente y cuya curva de aprendizaje no fuera empinada, dado que el proyecto debía desarrollarse en un par de meses. También, se tuvo en cuenta el sistema de gestión utilizado en ADC, ya que como trabajo futuro el prototipo será integrado a dicho sistema. En la Tabla 14 se muestran las opciones que se consideraron en el análisis.

Entorno	
Linux (UBUNTU 19.4)	Windows 10
Base de datos	
Oracle (12.2)	MySQL (8.0.19)
Lenguaje de programación	
Bash y PHP	Python

Tabla 14 Opciones de tecnologías a utilizar

De las tecnologías mencionadas en la Tabla 16, se optó por desarrollar el prototipo en un entorno Windows, con una base de datos MySQL y Python como lenguaje de programación. La selección se determinó por varias razones, a saber:

- **Windows** es el sistema operativo con el cual me encontraba familiarizada y no me suponía grandes dificultades al momento de programar y aprender.
- **MySQL** es la plataforma de base de datos empleada por la empresa ADC. Es "liviana" para utilizar en una PC, a diferencia de Oracle que requiere mayor espacio en disco y procesamiento del CPU. También, MySQL cuenta con la herramienta MySQL Workbrench [38], que permite diagramar la base de datos y obtener el código SQL correspondiente.
- **Python** es uno de los lenguajes de programación multiplataforma más utilizados, cuya curva de aprendizaje no es tan inclinada, dado que es un lenguaje simple en cuanto a su sintaxis y que posee mucha documentación (en distintos formatos tales como libros, artículos [39 - 40 - 41], foros, grupos de consulta y resolución de errores). Además, cuenta con una amplia cantidad de librerías y módulos que permiten llevar a cabo el proyecto. En contraposición con Bash que es un lenguaje poco amigable, complejo y soportado únicamente por la plataforma Linux.

- **XAMPP** es un servidor open source de aplicaciones que contiene los componentes mínimos y necesarios para desarrollar el proyecto. Se tomó la decisión de no utilizar un servidor con licencia, dado que el proyecto es muy pequeño y no se haría un correcto uso de las utilidades que ofrecen. También se hará uso de las herramientas y tecnologías el paquete **Open Source XAMPP**.

Una vez seleccionadas las herramientas y tecnologías a utilizar, se comenzó a trabajar en el desarrollo del prototipo. Para ello se ejecutaron tanto etapas del ciclo de vida del prototipo, como de la metodología RAD, generando un ciclo de vida híbrido y adaptado a las necesidades del desarrollo (ver Fig. 14). La primera actividad efectuada fue la "Identificación de los requerimientos conocidos". Como resultado se definieron los siguientes requerimientos funcionales, a saber:

- El sistema de alarmas permitirá la implementación de la medición teniendo en cuenta las métricas especificadas.
- El sistema de alarmas permitirá la implementación de la evaluación teniendo en cuenta los indicadores especificados.
- El sistema de alarmas permitirá la implementación del análisis de los datos evaluados.
- El sistema de alarmas permitirá el envío de un mail al técnico al determinar situaciones anómalas.
- El sistema de alarmas permitirá la generación de gráficos e indicadores visuales de fácil interpretación.
- El sistema de alarmas permitirá la generación de notificaciones de error (ej.: el valor ingresado no es válido)

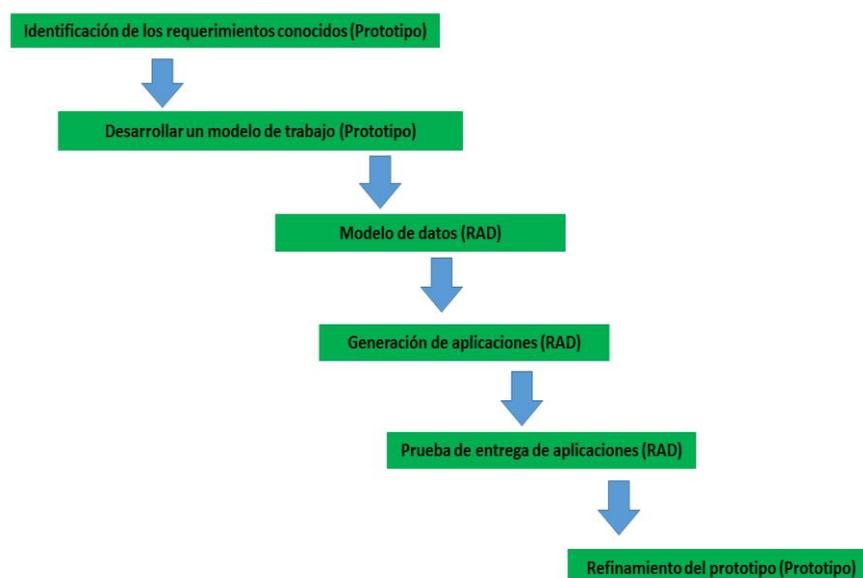


Figura 14 Ciclo de vida del proyecto. Se combinaron las etapas del ciclo de vida del prototipo y de la metodología RAD

Para llevar a cabo esta tarea se realizaron reuniones con el personal de la empresa ADC, donde se aprovechó para solicitar los datos de prueba para testear el funcionamiento del proyecto. Adicionalmente, la especificación de métricas e indicadores que fue producida en la actividad A2 de GOCAMEMC, detallada en el capítulo anterior, se utilizó como otra fuente de requerimientos funcionales, ya que indicaba como implementar la ME&A dentro del sistema de alarmas.

Luego, se procedió a confeccionar un cronograma con las actividades a ejecutar y el tiempo estimado de realización. Tareas incluidas en la etapa "Desarrollar un modelo de trabajo".

En la Fig. 15 se pueden observar las actividades que se definieron para desarrollar el proyecto. Cabe aclarar que en los meses de Agosto y Septiembre se realizaron las actividades correspondientes al diseño de los requisitos no funcionales y el diseño de la M&E, los cuales se especificaron en la capítulo anterior. Durante Octubre y hasta mediados de Enero se realizaron las tareas correspondientes al desarrollo del proyecto.

A continuación, se efectuó la etapa "Modelado de datos", para la cual se realizaron los diagramas de clases correspondientes a la vista de Servicios, de Proveedores y Sitios Web, los cuales se realizaron con la herramienta Modelio [43]; además, se empleó la herramienta MySQL Workbrench para diagramar la base de datos.

	Primera semana	Segunda semana	Tercera semana	Cuarta semana
Agosto				
Septiembre				
Octubre	Diagramar Clases	Modelar la Base de Datos	Programar vista de Servicios	Programar vista de Servicios
Noviembre	Programar vista de Servicios	Programar vista de Servicios	Corroborar con el usuario	Programar vista de Proveedores
Diciembre	Programar vista de Proveedores	Programar vista de Proveedores	Corroborar con el usuario	Programar vista de Sitios Web
Enero	Programar vista de Sitios Web	Corroborar con el usuario		
Febrero				

Figura 15 Cronograma de actividades

Analizando la problemática planteada en Capítulo 1, las métricas e indicadores descriptas en la Capítulo 4 y los requerimientos funcionales, se diseñó un diagrama de clase para el atributo *Disponibilidad*, que corresponde a la vista de Servicios (ver Fig. 16). Para los atributos de *Latencia* y *Performance*, correspondientes a las vistas de Proveedores y Sitios Web respectivamente, se diseñó un diagrama que englobe a ambos ya que los entes que intervienen en ambos casos están relacionados (ver Fig. 17).

Como se observa en la Fig. 16 el entorno del problema está definido por una entidad Cliente, que posee uno o varios Servicios (de internet o transporte). Dichos servicios por diversos factores como: problemas con los carriers, cortes de energía, problemas de hardware (routers, switches, cables coaxiales, fibra óptica), entre otros, se ven afectados por cortes por un lapso de tiempo. La duración de los cortes que se efectúen en el lapso de 24hs determina la disponibilidad diaria de dicho servicio. La disponibilidad trimestral del servicio se define por el porcentaje de disponibilidad del servicio en un trimestre. Para poder realizar los cálculos correspondientes y saber el porcentaje de disponibilidad del servicio y así poder corroborar el cumplimiento del SLA, se definieron entidades abstractas como Flag y Disponibilidad, así como

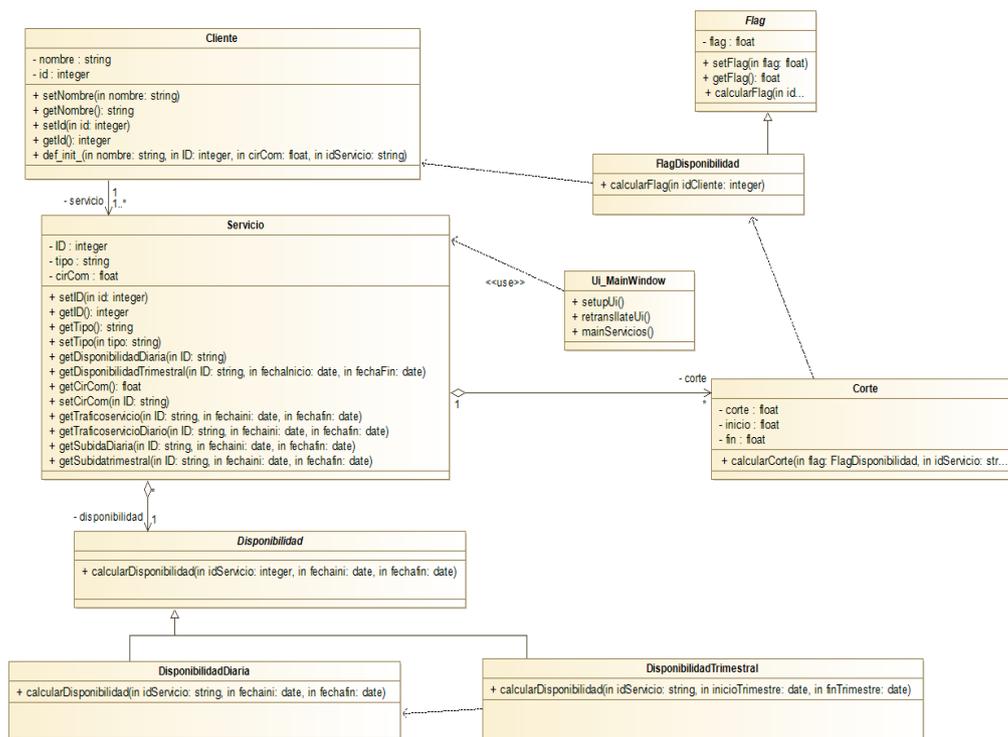


Figura 16 Diagrama de clases para el requerimiento de medición del atributo disponibilidad

entidades concretas como Corte con sus respectivas relaciones. Estas entidades se relacionan con las métricas indirectas “Porcentaje de disponibilidad diaria del servicio”, “Porcentaje de disponibilidad trimestral del servicio”, las cuales, para ser calculadas se relacionan con las métricas directas “Instante inicial del corte del servicio” e “Instante de reanudación del servicio”. Dichas métricas están especificadas en el Anexo A.

En cuanto al diagrama de clases, de la Fig. 17 desarrollado para los atributos Latencia y Performance, se definieron las entidades Proveedor, Sitio Proveído y Carga Sitio con sus respectivas relaciones. Las entidades Proveedor y Sitio Proveído se relacionan con las métricas indirectas “Tasa de latencia global de acceso” y “Tasa de performance global de descarga” respectivamente. A su

vez estas métricas utilizan las métricas indirectas “Nivel de acceso global” y “Nivel de performance global de descarga”, las cuales utilizan la métrica indirecta “Nivel de desempeño de la carga del sitio proveído” para realizar sus

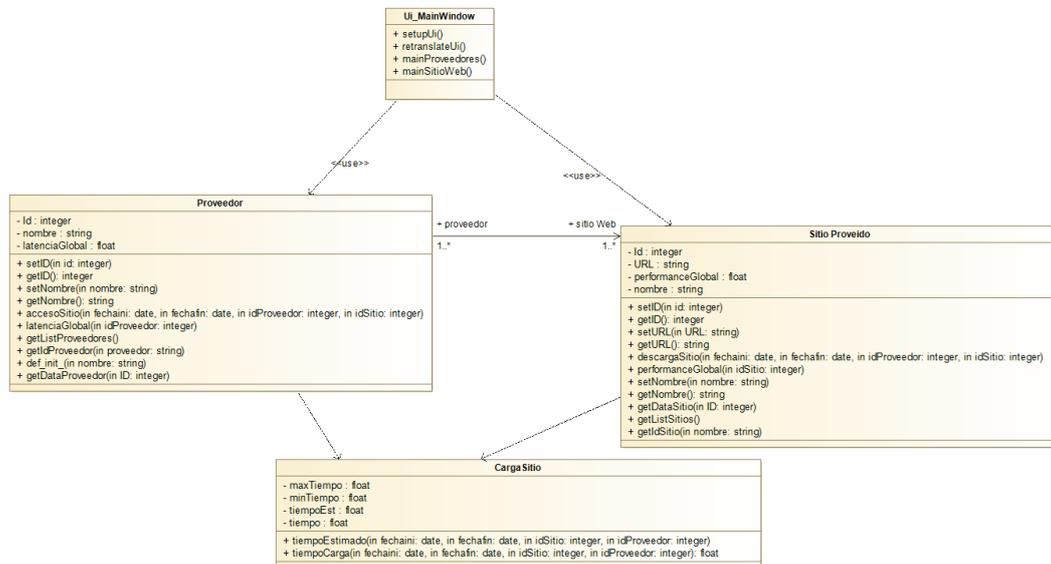


Figura 17 Diagrama de clases para el requerimiento de medición de los atributos latencia y

cálculos. Esta última métrica utiliza las métricas “Cantidad de tiempo entre la carga del sitio y el flag” y “Cantidad de tiempo estimado de carga del sitio proveído”, que se relacionan con la entidad Carga Sitio, para realizar el procedimiento de cálculo.

Posteriormente y siguiendo con el “Modelado de datos”, se diagramó la base de datos que contiene las relaciones requeridas para el desarrollo del prototipo de alarmas. Las relaciones “traficoserivicio” y “traficoproveedoresitio” que se muestran en la Fig. 18 se construyeron teniendo en cuenta los archivos de datos provistos por ADC, ya que en ellas se almacenan los datos históricos obtenidos por el monitoreo del tráfico de la red. También, para la definición de los tipos de datos, se consideraron dichos archivos. En las relaciones “Cliente”, “Servicio”, “Proveedor” y “SitioWeb” se almacenan los datos de identificación de cada ente y los datos medidos correspondientes. Finalmente, en la relación “desempeño” se guardan los cálculos intermedios necesarios para valorar los atributos de Latencia y Performance.

Seguidamente se llevó a cabo la etapa “Generación de aplicaciones”. Durante esta etapa se utilizó la herramienta Sublime Text 3 [42] como IDE para programar en Python. Se incluyeron módulos del lenguaje Python como, por ejemplo: *mysql connector*, para la conexión con la base de datos (BD); *miniconda* para lograr el correcto funcionamiento de los paquetes de librerías de Python en Windows; *PyQt5* para diseñar y ejecutar la interfaz gráfica en una aplicación Python, entre otros.

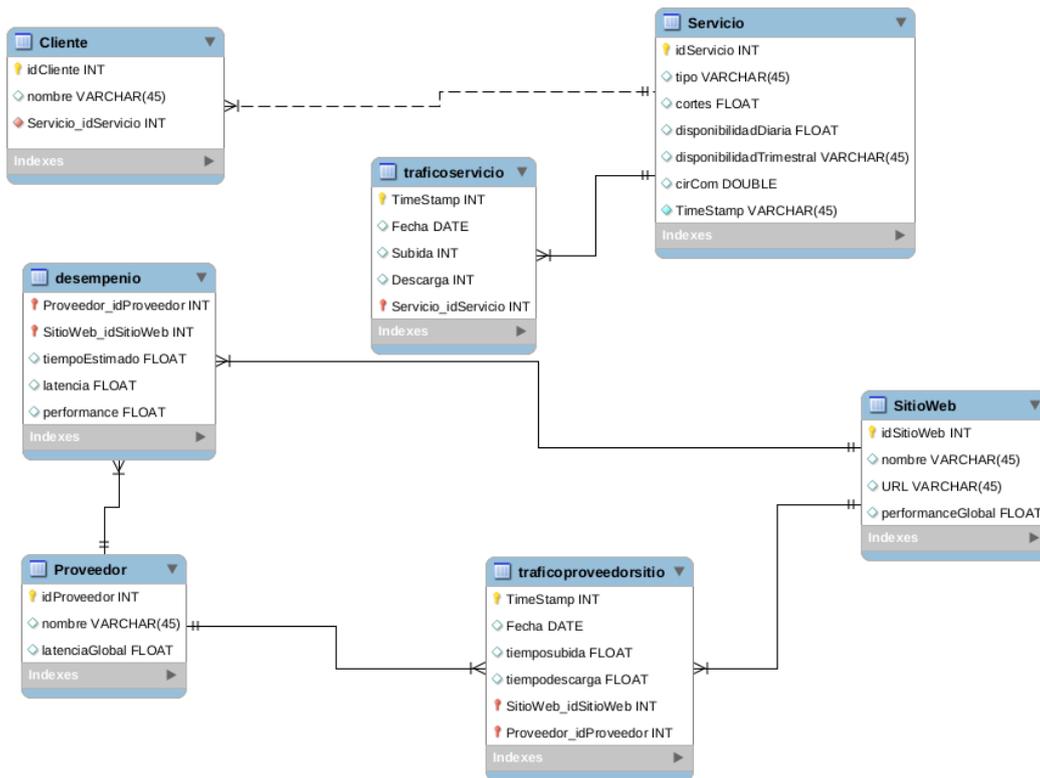


Figura 18 Diagrama de la base de datos

Como ejemplo, en la Fig. 19 y Fig. 20 se ve el diagrama de secuencia para la vista de Servicios. En la Fig. 19 se observa que la clase principal Sistema de Alarma realiza un llamado a la interfaz gráfica que contiene todas las vistas. Al seleccionar la vista "Servicios", se hace un llamado a la clase que contiene la interfaz gráfica correspondiente mediante la invocación al método `mainServicios()`. En la GUI (Graphics User Interface) se puede observar una pestaña para la disponibilidad diaria y otra para la trimestral, si se elige la primera, al seleccionar el servicio, las fechas y presionar el botón buscar, se llamará al método `getDisponibilidadDiaria()` de la clase `Servicio`. Este método creará una instancia del objeto `corte`, quien ejecutará el método `calcularCorte()` y guardará el resultado en la base de datos. Luego, se creará una instancia del objeto `disponibilidadDiaria`, quien ejecutará el método `calcularDisponibilidad()` donde se realizan los cálculos especificados en la métrica "Porcentaje de disponibilidad diaria del servicio" para luego almacenarse en la BD. Finalmente, se devuelve el valor calculado a la GUI para que sea visualizado por el usuario.

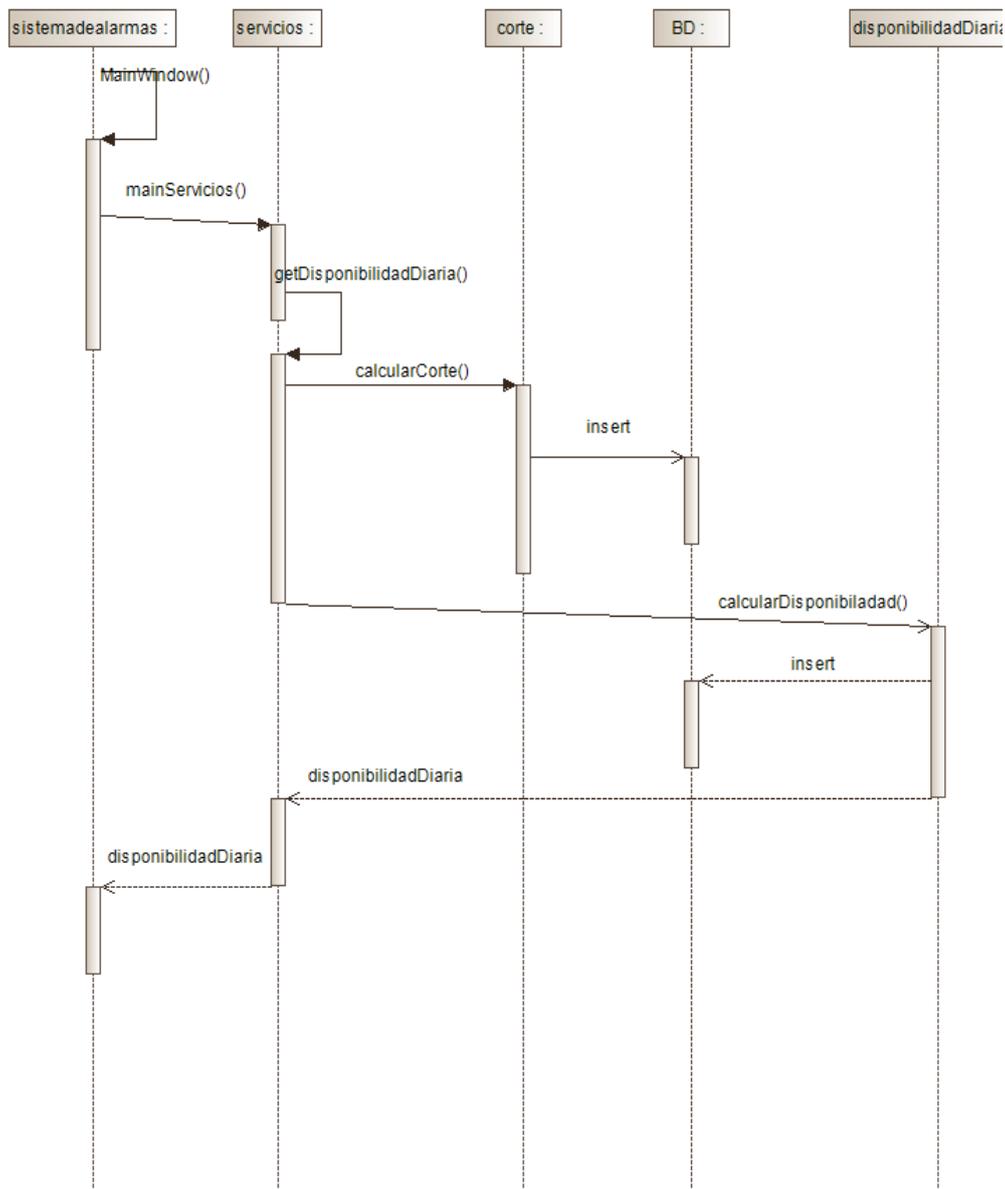


Figura 19 Diagrama de secuencia para calcular la disponibilidad diaria

En el caso de la disponibilidad trimestral (Fig. 20), una vez que se seleccionan las fechas y el servicio, la clase servicio ejecuta el método `getDisponibilidadTrimestral()`, donde se crea una instancia del objeto disponibilidad trimestral, quien ejecuta el método `calcularDisponibilidad()`. Aquí, se realizan los cálculos especificados en la métrica "Porcentaje de disponibilidad trimestral del servicio", se guarda en la BD y se retorna a la GUI para que el usuario pueda visualizarlo.

Después, se realizó la etapa de "Prueba de entrega de aplicaciones", en donde los usuarios testearon la aplicación de escritorio del sistema de alarmas.

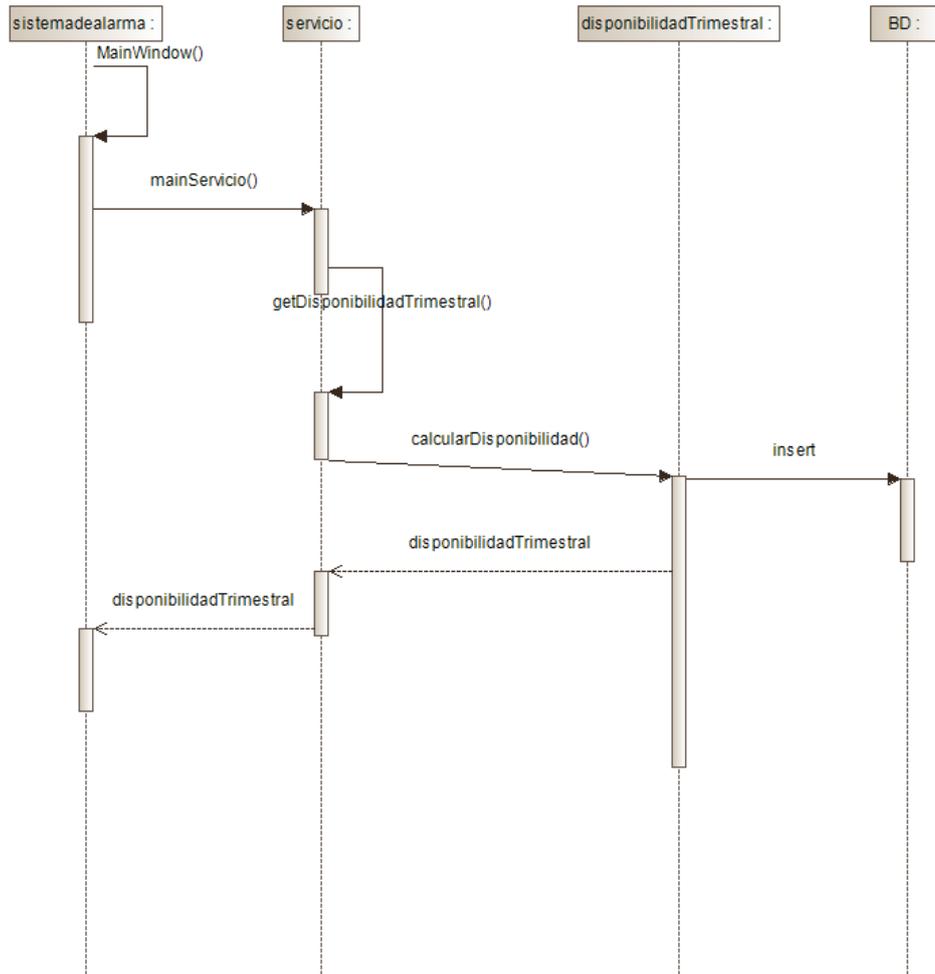


Figura 20 Diagrama de secuencia para calcular la disponibilidad trimestral

De esta manera, se verificó el funcionamiento de todos los componentes del prototipo. Para comprobar el manejo y la integración del sistema se completó la base de datos con datos de prueba.

Por último, se efectuó la etapa “Refinamiento del prototipo” donde se realizaron los cambios necesarios que se obtuvieron luego de la etapa anterior. Luego de ejecutar los cambios se volvió a realizar la etapa de evaluación para seguir refinando el prototipo, hasta que estuvo terminado.

## 6. Caso de Estudio: Aguas del Colorado S.A.P.E.M.

---

En este capítulo se documenta cómo se lleva a cabo la etapa de implementación de la M&E propuesta por GOCAMEMC a partir de los datos provistos por ADC y el prototipo del sistema de alarmas desarrollado. Las actividades A3 y A4.2 (recordar Fig. 1) son llevadas a cabo de manera automática por el sistema de alarmas mientras que las actividades A5 y A6 son ejecutadas por el técnico. Cabe aclarar que para presentar los resultados de este capítulo los datos utilizados por el sistema de alarma fueron históricos. La base de datos contiene información provista por ADC de dos servicios de Internet: una cooperativa que contrata 857Mb y una empresa privada que contrata 15Mb durante el periodo 23/05/2019 al 22/08/2019, para que sea posible calcular la disponibilidad trimestral de los servicios. Además, de los datos de los proveedores Claro, Silica Norte y Telefónica y los sitios web AFIP (<https://www.afip.gob.ar/sitio/externos/default.asp>), CNN (<https://edition.cnn.com/>) y GOOGLE (<https://www.google.com.ar/>) durante el periodo de 01/04/2019 al 30/06/2019. Esto se debe a que el proyecto se realizó de manera local y como los archivos provistos por ADC son de gran tamaño por contener millones de registros, se tuvo que tener en cuenta la limitante de espacio en memoria y del procesamiento de los datos. Cuando se implemente el prototipo del sistema de alarmas en ADC dicha limitación desaparecerá porque la empresa posee servidores dedicados para el almacenamiento de datos con soporte a Big Data.

Para el caso del atributo de *Disponibilidad Diaria* se tomaron los datos del día 25/06/2019 (ver Fig. 21) para realizar las pruebas. En un principio el sistema de alarmas calculó el flag, el cual es un porcentaje del ancho de banda contratado por el cliente para ese servicio. Para esta implementación se estableció como flag un 10% del ancho de banda contratado. De esta

manera, para la cooperativa se determinó como flag 85,7Mb y para la empresa privada 1,5Mb respectivamente.

NS\_ACHA\_AT8000\_G\_2: Bloc de notas

Archivo Edición Formato Ver Ayuda

```

1561495013.709,20190625173653.709,115390185089977,1932464493762570,45804.69,1093137.30,5
1561495026.312,20190625173706.312,115390253317780,1932466142428871,43308.93,1046523.08,5
1561495038.912,20190625173718.912,115390320684456,1932467788890371,42772.49,1045372.38,4
1561495051.509,20190625173731.509,115390412715510,1932469431184421,58446.33,1042974.71,5
1561495064.112,20190625173744.112,115390520650026,1932471077129903,68513.54,1044795.99,6
1561495076.710,20190625173756.710,115390698966209,1932474482785451,113234.60,2162664.26,
1561495089.312,20190625173809.312,115390769359460,1932476156251848,44687.03,1062349.72,6
1561495104.509,20190625173824.509,115390837788762,1932479526971901,36022.53,1774413.40,5
1561495117.110,20190625173837.110,115390907236599,1932481216052258,44090.37,1072346.87,4
1561495129.709,20190625173849.709,115391060616261,1932484624213572,97391.64,2164083.70,7
1561495142.652,20190625173902.652,115391129920611,1932486289394439,42836.65,1029239.51,5
1561495155.253,20190625173915.253,115391195888413,1932487938196216,41880.99,1046775.19,4
1561495167.852,20190625173927.852,115391265707290,1932489594409894,44332.96,1051647.70,4
1561495180.450,20190625173940.450,115391335961853,1932491329980015,44613.15,1102124.22,4
1561495193.100,20190625173953.100,115391466978561,1932494697764789,82856.42,2129824.36,6
1561495205.702,20190625174005.702,115391534609191,1932496388982027,42933.27,1073618.31,5
1561495218.343,20190625174018.343,115391602064595,1932498053784157,42689.92,1053588.88,4
1561495230.940,20190625174030.940,115391738348138,1932499741837021,86549.84,1072034.84,6
1561495243.599,20190625174043.599,115391807099298,1932501435754706,43448.08,1070490.68,5
1561495258.189,20190625174058.189,115391911296240,1932503061899450,57133.35,891648.93,5
1561495270.789,20190625174110.789,115391982489238,1932504787580890,45201.90,1095670.76,5
1561495283.421,20190625174123.421,115392054165825,1932506450173304,45393.66,1052940.10,4
1561495296.020,20190625174136.020,115392123600840,1932508070393722,44089.22,1028793.03,4
1561495308.624,20190625174148.624,115392205777892,1932509718653876,52159.35,1046182.26,4
1561495321.223,20190625174201.223,115392281505996,1932511371999328,48085.15,1049826.46,4

```

Figura 21 Fragmento del archivo de datos provisto por ADC para la vista de Servicios

A partir de la aplicación de la métrica especificada en la Tabla 9 se puede observar en la Fig. 22 que la disponibilidad diaria para el servicio correspondiente a la cooperativa fue de 100%, lo que significa que el día 25/06/2019 no hubo cortes en el servicio de la cooperativa. Para una fácil y rápida interpretación de los valores monitoreados por parte de los técnicos, existe un indicador visual ubicado en el extremo superior derecho de la pantalla que muestra el porcentaje y su interpretación según los criterios de

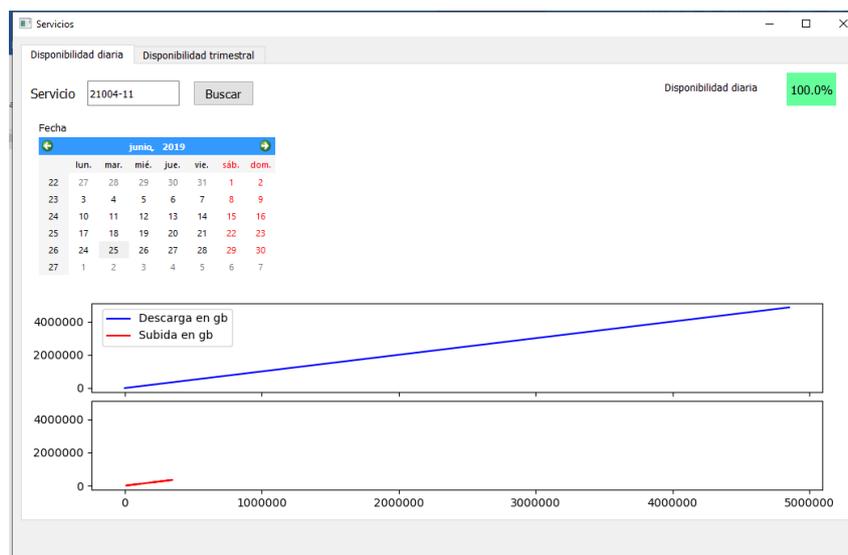


Figura 22 Disponibilidad diaria del servicio 21004-11

decisión establecidos (recordar la Tabla 14). Por lo tanto, en el caso ejemplificado (Fig. 22) ese obtuvo un valor *Apropiado*, indicado en color verde.

En cambio, en la Fig. 23 se observa que para la empresa privada fue de 89.14%, el cual se interpreta como valor dentro del rango *Opcional* y se indica con color amarillo. Esto significa que el servicio estuvo cortado aproximadamente 3 horas ese día. Y pone en alerta al técnico mediante el envío de un mail, para comenzar a pensar en cómo diseñar los cambios para mejorar este valor de indicador antes de que su valor baje al nivel de satisfacción desfavorable.

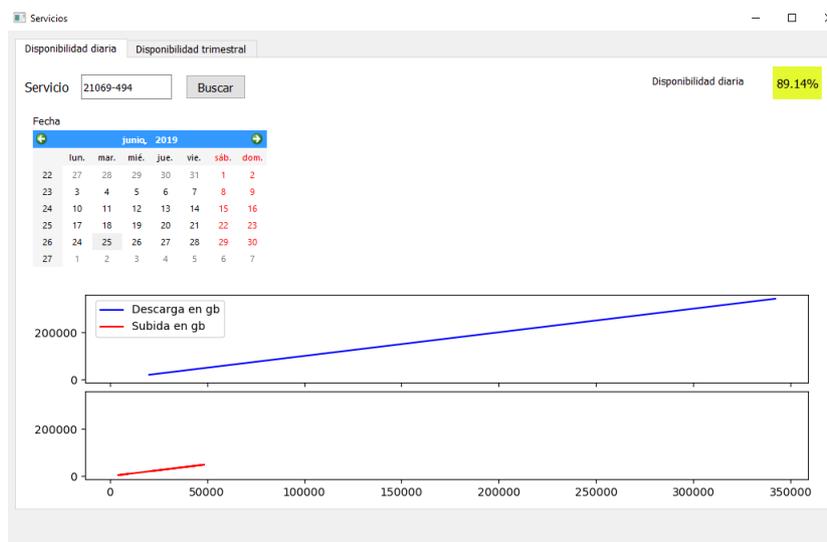


Figura 23 Disponibilidad diaria del servicio 21069-494

A nivel de SLA existe un tiempo mínimo en el que no se considera falla. Por ejemplo, para la medición de disponibilidad los cortes menores a 10 segundos no son considerados, debido a que son normales dentro del funcionamiento de la red (conmutación, interface flapping, etc). Esto no se tuvo en cuenta al diseñar la métrica indirecta "Porcentaje de disponibilidad diaria del servicio (PDDS)", debido a una incompleta especificación del requisito. Si bien esto no afecta significativamente los resultados obtenidos para el atributo disponibilidad diaria, corregirlo implica simplemente agregar una condición que detecte y no sume las fallas cuya duración es menor a 10 segundos.

Con respecto a la disponibilidad trimestral calculada por el sistema de alarmas mediante la métrica especificada en la Tabla 18, en el periodo 23/05/2019 al 22/08/2019 se obtuvo para la cooperativa una disponibilidad del 99.83% y para la empresa privada del 99.85% (ver Fig. 24 y 25), el cual es interpretado como un valor *Apropiado*.

Cabe destacar que una detección de tráfico por debajo del umbral puede no deberse a una falla en la red monitoreada de ADC, sino en la red del cliente. Esta situación no es detectada por las métricas diseñadas, ya que al día de hoy no existen mecanismos para detectar la 'caída' fehaciente de un cliente atribuible a su red. Esto es importante desde el punto de vista de los SLAs porque exime a la empresa de la responsabilidad de resarcir a su

cliente. Esta problemática que plantea desafíos mayores a los actuales podría ser objeto de futuras investigaciones.

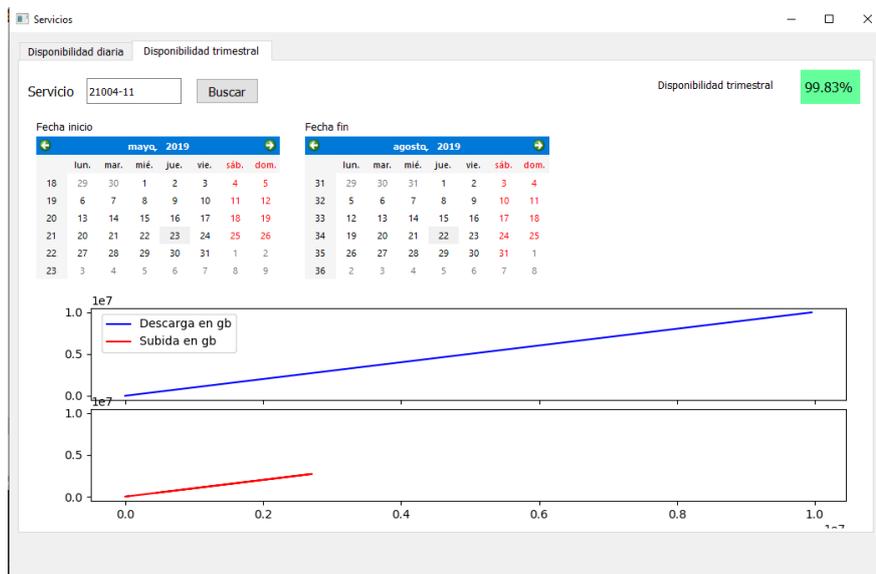


Figura 24 Disponibilidad trimestral del servicio 21004-11

Para ejemplificar los atributos *Latencia de acceso al sitio proveído* y *Latencia global de acceso* cuantificados por las métricas especificadas en las Tablas 23 y 21, si se toman los datos del proveedor Claro, en el día 05/04/2019 se puede observar en la Fig. 26 que la latencia de acceso a cada sitio fue: para el sitio AFIP del 10%, para CNN un 15% y para Google un 20%. Todos los valores de latencia de acceso fueron apropiados, ya que se encuentran en un rango entre 0% y 50%, por lo que están con su indicador color verde. Estos valores se pueden interpretar como que el proveedor Claro funcionó correctamente ese día.

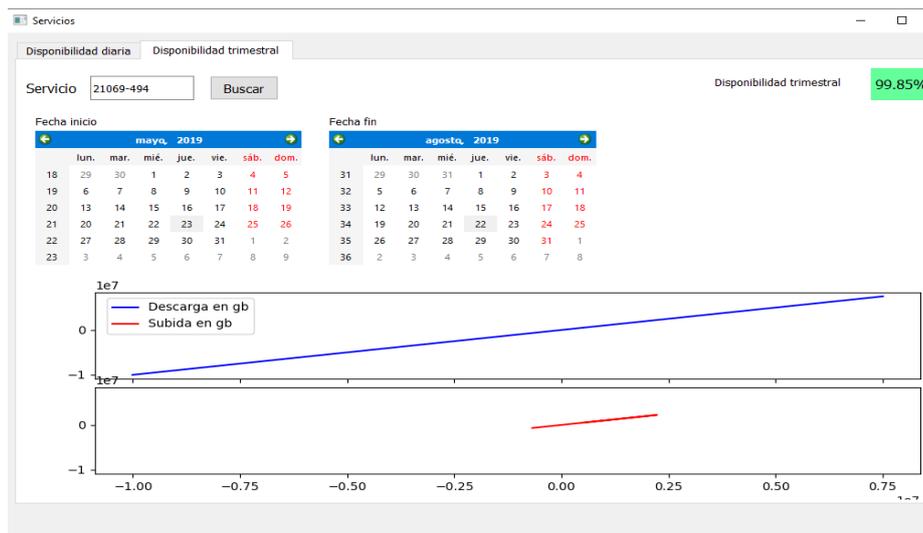


Figura 25 Disponibilidad trimestral del servicio 21069-494

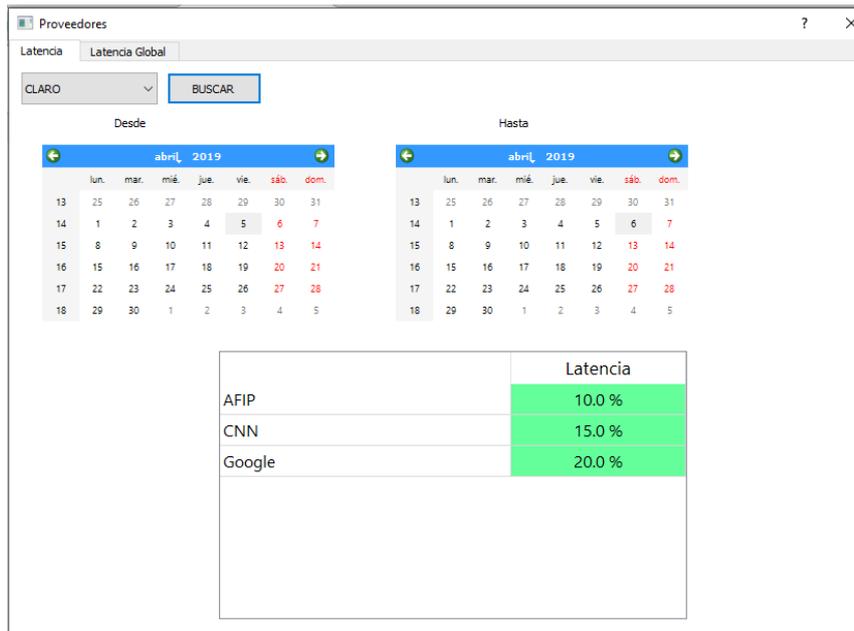


Figura 26 Latencia de acceso del proveedor Claro

De manera similar se obtuvieron los valores del proveedor Silica, los cuales se mantuvieron para el sitio AFIP y el sitio CNN en 10% y 15% respectivamente. En cambio, para el sitio Google se obtuvo un valor de 25% (ver Fig. 27). Los valores obtenidos fueron apropiados por lo que se puede afirmar que el proveedor funcionó correctamente ese día.

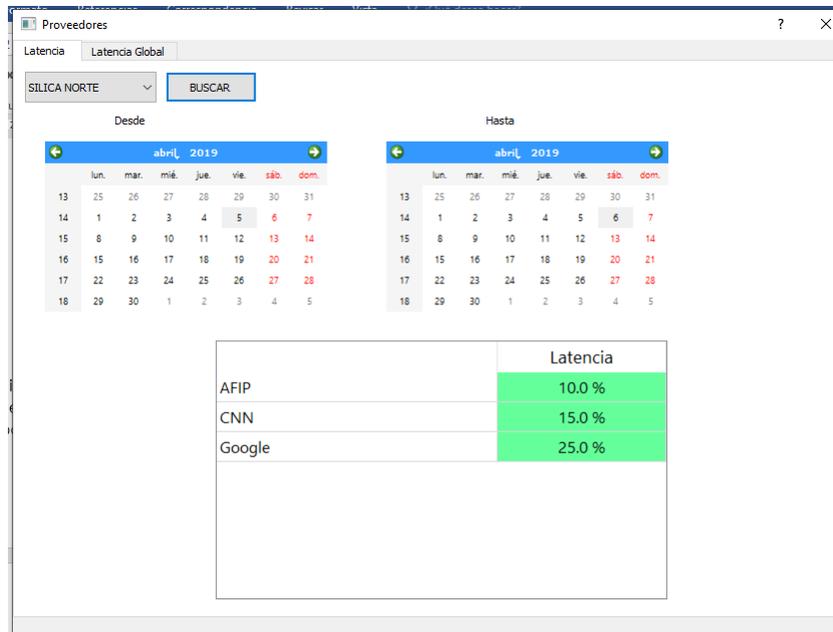


Figura 27 Latencia de acceso del proveedor Silica

Por último, el proveedor Telefónica (ver Fig. 28) para el sitio AFIP obtuvo 6,73%, para el sitio CNN 12.6% y para Google 18,07%. Todos estos valores fueron apropiados por lo que se desprende que el proveedor funcionó

correctamente ese día. Como información adicional, se puede observar que de los tres sitios evaluados el de mayor latencia fue Google.

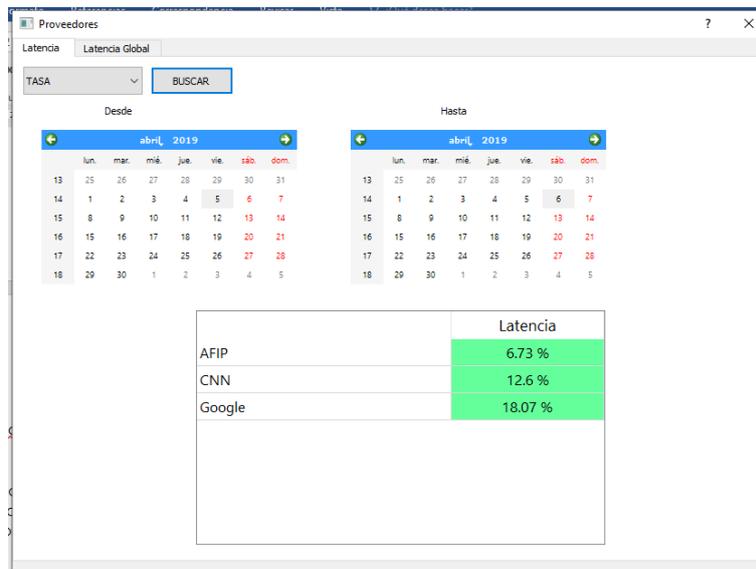


Figura 28 Latencia de acceso del proveedor Telefónica

En cuanto a la Latencia global de acceso, cuantificada por la métrica "Tasa de latencia global de acceso" (ver Tabla 22) se puede observar en las Fig. 29, 30 y 31 que todos los proveedores durante el mes de abril obtuvieron valores apropiados. Estos valores fueron 20,57% para Claro, 13,71% para Silica y 17,57% para Telefónica. Concluyendo que Silica fue el proveedor que mejor funcionamiento tuvo en el mes de abril. En cada caso el indicador se encuentra en verde facilitando la interpretación del técnico.

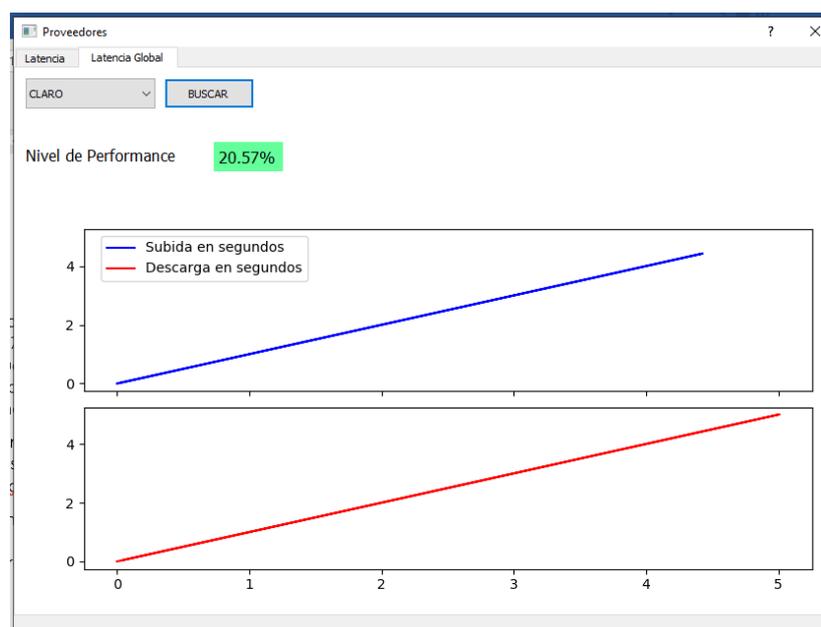


Figura 29 Latencia Global del proveedor Claro

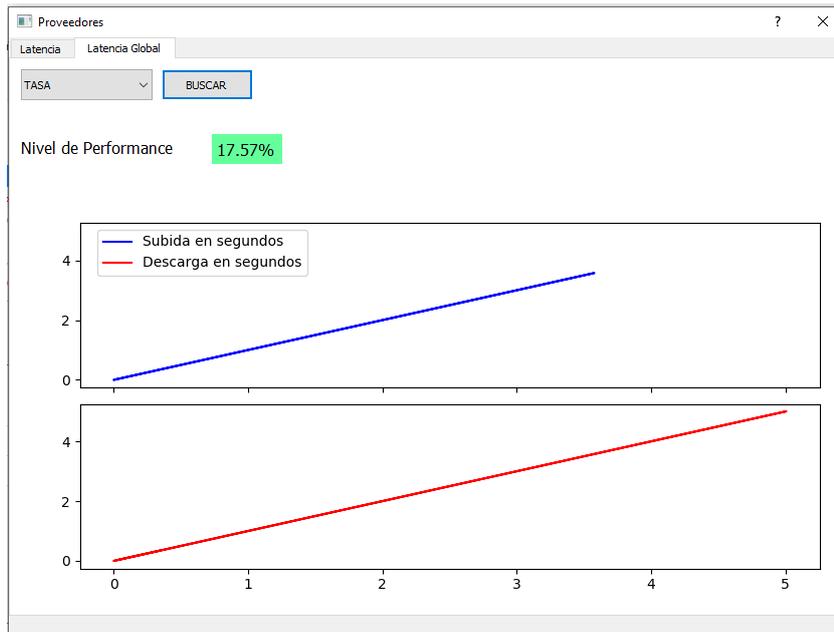


Figura 26 Latencia Global del proveedor Telefónica

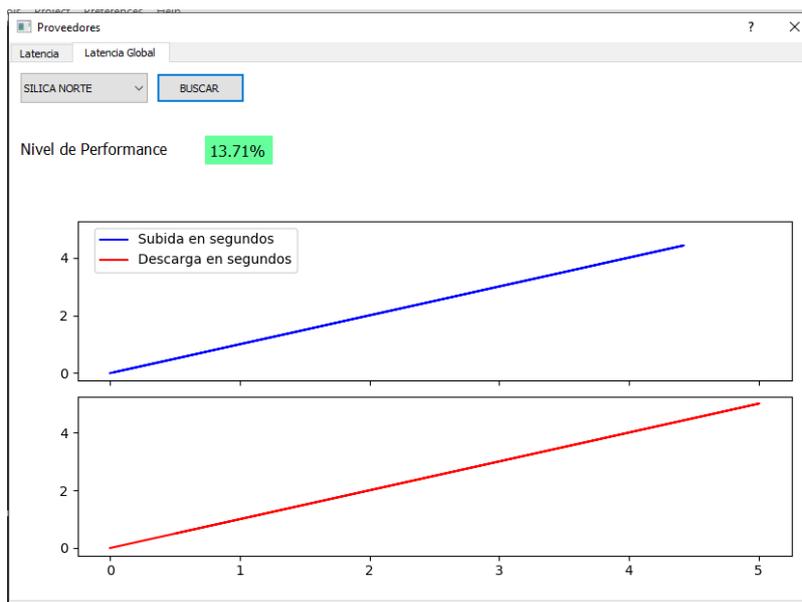


Figura 27 Latencia Global del proveedor Silica

En cuanto al atributo *Performance de descarga del proveedor* las entidades concretas a evaluar son los sitios AFIP, CNN y Google en los tres proveedores que se vienen tratando. Por ejemplo, si tomamos el sitio AFIP el día 07/05/2019 (ver Fig. 32) se obtuvieron valores como 90% para Claro, 88.29% para Telefónica y 84.39% para Silica. Todos los valores apropiados según el criterio de decisión previsto en la Tabla 14. De esta manera, se puede afirmar que el sitio proveído AFIP funcionaba correctamente ese día y que por el proveedor Claro su carga fue más rápida.

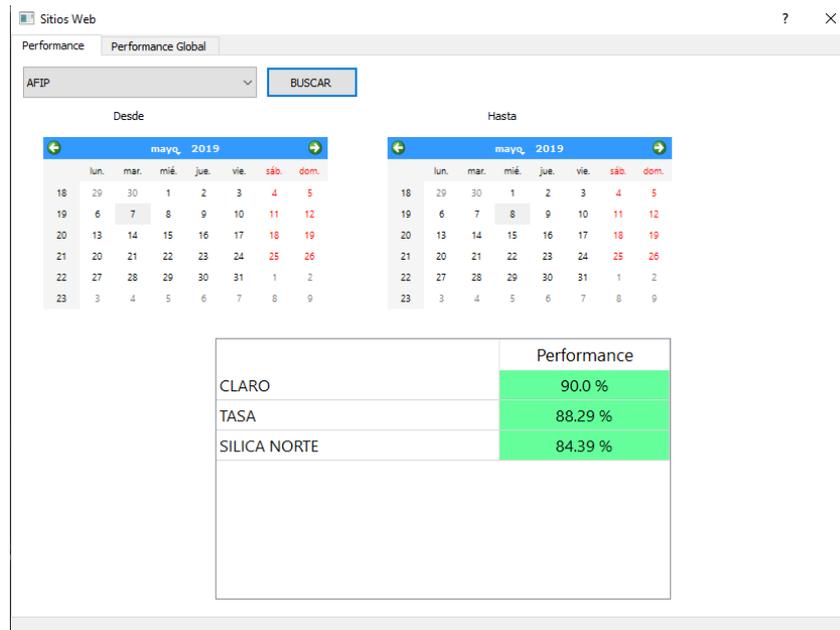


Figura 32 Performance de descarga del sitio proveído AFIP

Como se observa en la Fig. 33 para el sitio proveído CNN el mismo día se obtuvieron los valores 90% para el proveedor Claro, 86.67% para Telefónica y 80% para Silica. Todos los valores son apropiados e indican un buen funcionamiento del sitio proveído.

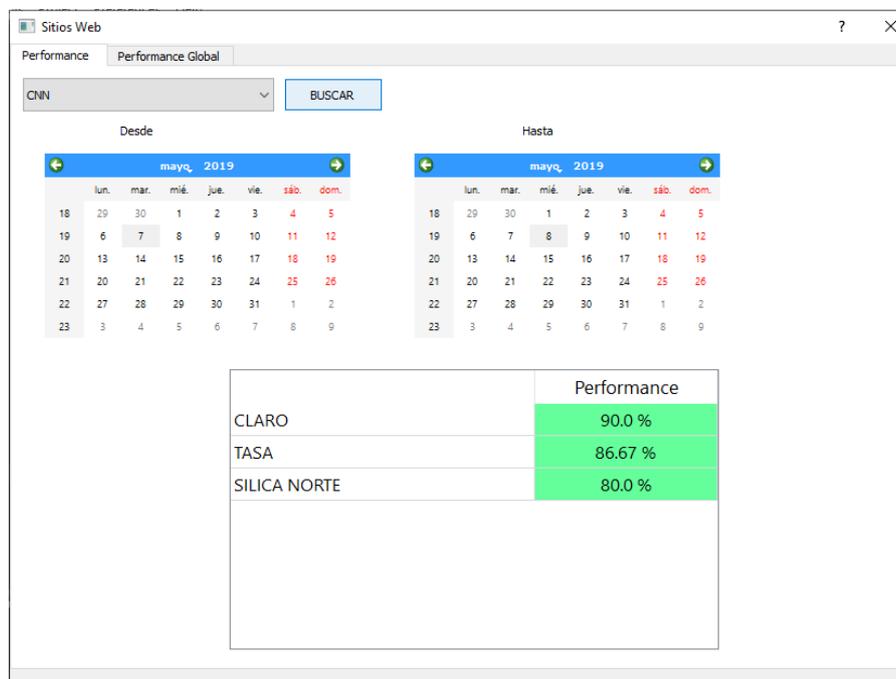


Figura 33 Performance de descarga del sitio proveído CNN

Finalmente, en la Fig. 34 se observa que para el sitio proveído Google ese mismo día los valores obtenidos fueron para Claro 90%, para Telefónica 85.06%

y para Silica 80.08%, con lo cual se concluye que el sitio funcionaba bien por ser apropiados los valores obtenidos.

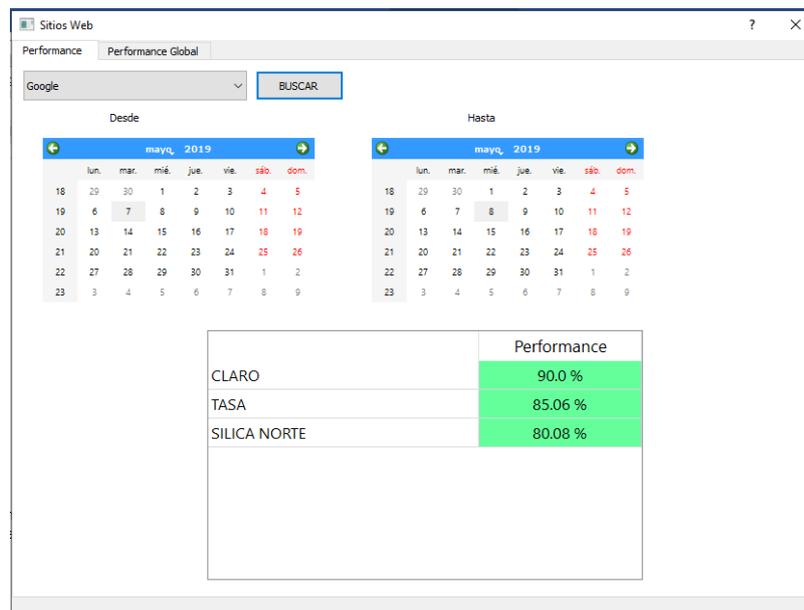


Figura 29 Performance de descarga del sitio proveído Google

Como se puede concluir el proveedor Claro suele cargar los sitios proveídos con mayor rapidez que los demás proveedores, aunque en el mes fue el de mayor latencia. En contraposición el proveedor Silica siempre carga más lento. Además, se puede observar que el sitio que mejor funciona es AFIP, ya que todos los proveedores tardan menos en cargar el mismo. A diferencia de Google que todos los proveedores tardaron en cargar el sitio.

Con respecto al atributo *Performance Global de descarga* cuantificado por la métrica especificada en la Tabla 26 e interpretado por el criterio de decisión en la fila 5 de la Tabla 14, se observa que para el mes de mayo los indicadores suministrados por el sistema de alarmas (mostrados en las Fig. 35, 36 y 37) indican que los sitios proveídos CNN, Google y AFIP obtuvieron un valor de

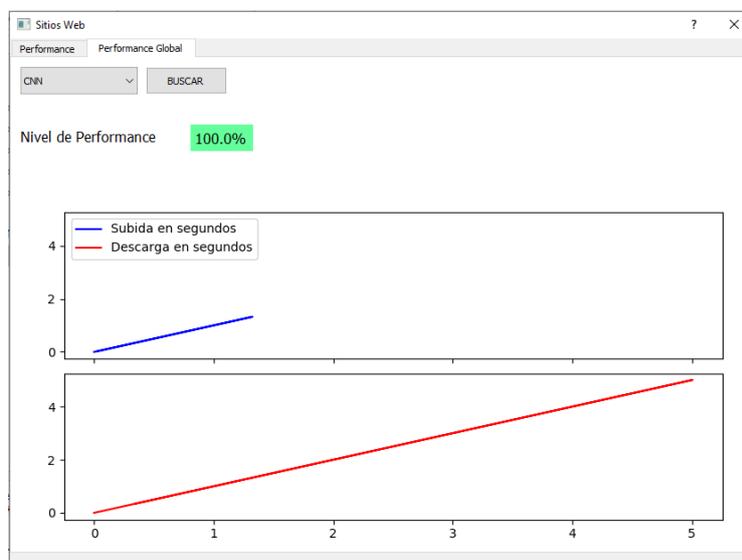


Figura 28 Performance Global de descarga del sitio CNN

100%, el cual es un valor apropiado. Esto significa que los tres sitios funcionaron correctamente durante el mes de mayo.

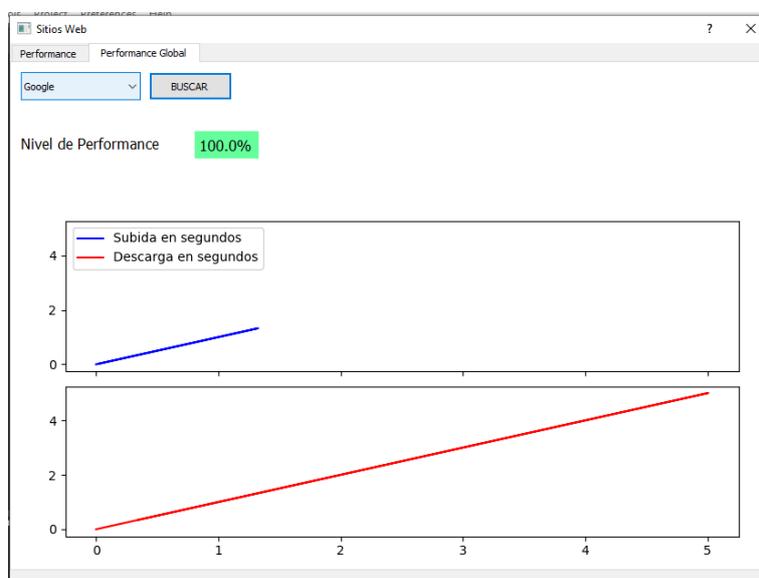


Figura 36 Performance Global de descarga del sitio Google

El sistema de alarmas desarrollado permite mejorar y facilitar la tarea de análisis de los técnicos e ingenieros que trabajan en ADC, mediante la notificación vía mail de los inconvenientes relacionados con los servicios, proveedores y sitios proveídos y, de esta manera implementar cambios para mejorar la situación, como cambiar de proveedor un determinado servicio, extender un reclamo a un carrier superior, revisar equipamiento e incluso iniciar tareas de reemplazo de routers, switches, equipos de radios, entre otros.

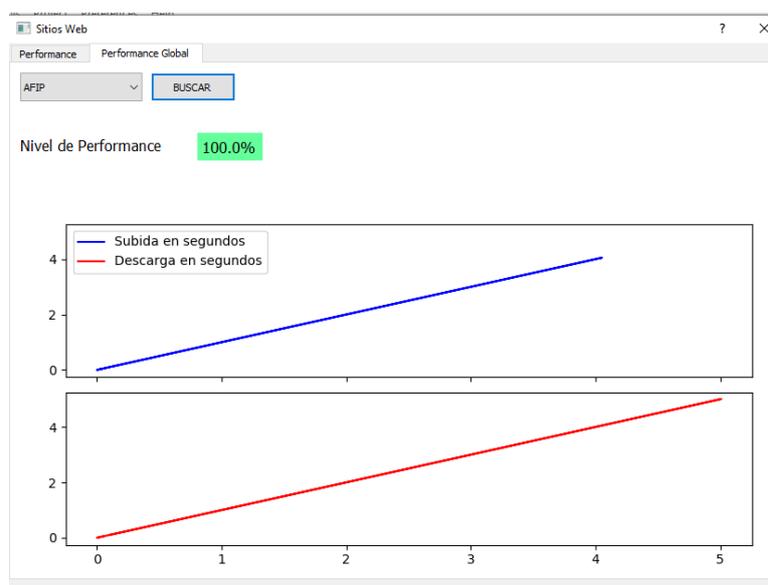


Figura 37 Performance Global de descarga del sitio AFIP

Las notificaciones vía mail que envía el sistema de alarmas al técnico, permiten que este comience un plan de mejora tempranamente. Por ejemplo, si uno de los ingenieros recibe una notificación de problemas con la

disponibilidad diaria del servicio de la cooperativa (el cual se da cuando el color es rojo indicando un valor de indicador desfavorable) este deberá revisar el switch del cual toma servicio el cliente para descubrir una posible falla. En caso de encontrarla, si es una falla lógica deberá realizar los cambios en la configuración del equipo correspondientes; o si la falla se debe a algún componente físico (equipos, cables, fichas, etc.) deberá programar el reemplazo del componente y notificar al técnico correspondiente.

A su vez, la utilización de semáforos permite que personal no técnico pueda detectar un posible inconveniente y notificar al personal correspondiente para que analice la situación y tome las acciones correspondientes.



## 7. Lecciones Aprendidas

---

Durante el desarrollo de esta tesis surgieron inconvenientes relacionados al entorno y las tecnologías utilizadas. Por este motivo, se decidió agregar este capítulo al documento donde contar las lecciones aprendidas a partir de la realización del trabajo, a saber:

*Se debe efectuar un análisis de la disponibilidad de los recursos de almacenamiento y procesamiento necesarios para llevar a cabo el proyecto. Este análisis, debe incluirse en el estudio de factibilidad, realizado en las etapas tempranas del proyecto. Es importante analizar si se cuenta con el hardware adecuado para procesar los datos y trabajar con una base de datos de gran volumen como lo requería este proyecto. Al no tener presente este riesgo se debió buscar recursos de forma rápida que den una solución viable al problema, amortiguando el retraso del proyecto.*

*Se debe contar con un buen conocimiento del sistema operativo sobre el cual se implementará la solución. Cuando se emprende un proyecto con tiempos de desarrollo limitados, una buena decisión es utilizar el sistema operativo con el cual se está familiarizado para evitar pérdidas de tiempo que retrasen el desarrollo, máxime si se trata del desarrollo prototípico el cual luego se deberá escalar al entorno real. En un primer momento la decisión fue desarrollar bajo la plataforma Linux pero por problemas de actualizaciones e instalación de módulos junto con la falta de tiempo para solucionarlos resultaron en la decisión de cambiar al sistema operativo Windows con el cual me encontraba familiarizada.*

*Se debe chequear en la práctica la compatibilidad de las tecnologías a utilizar. Cuando el desarrollo involucra diferentes tecnologías con las cuales no se ha trabajado antes, es una buena práctica realizar una prueba a pequeña escala para comprobar su compatibilidad. En un principio se había decidido realizar una aplicación web y utilizar PHP para la GUI y Python para la lógica. Una vez desarrollada la lógica de negocios se encontró que Python no era del todo compatible con PHP. Como primera solución, se investigó y se decidió usar el framework Django [43], ya que este potente framework está desarrollado de tal manera que integra las tres capas de un proyecto. Django está compuesto por templates, que contienen las definiciones de la GUI (capa de presentación); views, donde se define la lógica (capa de negocios); y models donde se definen los datos (capa de datos). Esta solución no se pudo implementar debido a que al momento que apareció el inconveniente el proyecto ya estaba muy avanzado y para poder utilizarlo se debía realizar refactoring de la lógica ya desarrollada y no se contaba con el tiempo suficiente para llevarlo a cabo, debido a las fechas de entregas. Por lo que se*

tuvo que migrar a una aplicación de escritorio, utilizando Python para la lógica y el módulo PyQt5 para la GUI.

En conclusión, con la realización de este proyecto se aprendió que es muy importante definir el entorno en el que se va a trabajar y realizar pruebas previas al desarrollo que confirmen la posibilidad de realización del proyecto y la estabilidad del entorno. También, se debe realizar una investigación y testeo sobre las tecnologías que se quieren utilizar y las alternativas más viables para lograr el proyecto. De esta manera, se pueden prevenir posibles inconvenientes en etapas tempranas de desarrollo del sistema y no en etapas avanzadas donde la aplicación de soluciones es más compleja y puede poner en riesgo la finalización del proyecto.

## 8. Conclusiones y Trabajos Futuros

---

En este trabajo de tesis se planteó la problemática del ISP Aguas del Colorado S.A.P.E.M (ADC)., relacionada a la necesidad de mejorar el análisis referente a los atributos disponibilidad del servicio y performance de proveedores (Capítulo 1). Como se mencionó en el Capítulo 2 existen en el mercado diversas herramientas de monitoreo que cuentan con un análisis de los datos monitoreados pero que no se adaptan a la problemática planteada en el contexto actual de ADC. Por este motivo, se desarrolló una solución basada en estrategias de Medición y Evaluación (M&E) para realizar el análisis de los datos obtenidos al monitorear los atributos disponibilidad del servicio y performance de proveedores asociados a la característica calidad del servicio. Para implementar la M&E se desarrolló un prototipo de un sistema de alarmas como prueba de concepto.

Para este trabajo se eligió la estrategia GOCAMEMC, perteneciente a la familia de estrategias de M&E, del Enfoque Holístico de Calidad Multinivel y Multipropósito, por ser la más adecuada para la solución ya que brinda soporte a metas con el propósito de 'monitorear y controlar', con claras especificaciones de procesos y métodos. En el Capítulo 4, siguiendo las tareas de la estrategia, se especificaron las métricas e indicadores, que luego se implementaron en el prototipo de sistema de alarmas (Capítulo 5). Este prototipo permite tener una interpretación de los resultados de la M&E mediante semáforos facilitando el análisis de los mismos por parte de los técnicos y personal de la organización.

El caso de estudio realizado en esta tesis (Capítulo 6) muestra el funcionamiento del sistema de alarmas con datos reales provistos por ADC. Se puede observar cómo, mediante la utilización de semáforos un técnico puede lograr un rápido análisis de los datos obtenidos al monitorear los atributos de disponibilidad del servicio y performance de proveedores. A su vez, el envío de un mail, por parte del sistema, alertando a los técnicos de la empresa, cuando un valor no se encuentra dentro de los valores óptimos, permite tomar medidas de cambio tempranamente impidiendo el incumplimiento de un SLA o la creación de incidentes por parte del cliente. También, el sistema de alarmas permite que personal no técnico pueda interpretar los resultados de M&E y tome las medidas correspondientes.

Como trabajos futuros, se implementará el sistema de alarmas en el contexto real u operativo de ADC. Para esto, se debería migrar el prototipo a un entorno web que sea compatible con el entorno de trabajo que ya posee la organización. Además, se tendrían que hacer algunas modificaciones en el sistema de alarmas, con respecto al procesamiento de los datos, ya que al migrarse al entorno de ADC ya no trabajaría con datos históricos, sino con los

datos monitoreados en tiempo real; por lo que ya no será necesario solicitar fechas en el caso del cálculo de la disponibilidad diaria.

También, se trabajará en la búsqueda de mecanismos que permitan diferenciar la no disponibilidad del servicio por razones ajenas a ADC, como pueden ser fallas en la red del cliente, que no conllevaría al resarcimiento del mismo por incumplimiento del SLA.

## 9. Referencias

---

[1] Engel, F.: The role of service level agreements in the internet service provider industry. *International Journal of Network Management* 9(5), 299-301 (1999).

[2] Huston, G.: *ISP survival guide: strategies for running a competitive ISP*, vol. 4. Wiley New York (1999).

[3] Park, L. T., Baek, J. W. y otros: Management of service level agreements for multimedia Internet service using a utility model. *IEEE Communications Magazine*, 39(5), 100-106 (2001).

[4] Lee, H.J., Kim, M.S. y otros: QoS parameters to network performance metrics mapping for SLA monitoring. *KNOM Review* 5(2), 42-53 (2002).

[5] Wolfgang, B.: *Nagios: System and Network Monitoring*. Editorial Open Source Press GmbH. Munich, Germany. ISBN: 978-3-937514-46-8 (2008).

[6] Alava Zambrano, A. V. , Guerrero Rodríguez, G. V.. Tesis. Recuperado a partir de <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/27535> (2018) Accedido: 20/10/2019.

[7] Olups, R.: *Zabbix 1.8 Networking Monitoring*. Editorial Packt Publishing Ltd. Birmingham, UK. ISBN: 978-1-847197-68-9 (2010).

[8] Michael B.: *Zenoss Core Network and System Monitoring*. Editorial Packt Publishing Ltd. Olton Birmingham,UK. ISBN: 978-1-847194-28-2 (2008).

[9] Winther, M.: "Tier1 ISPs: What They Are and Why They Are Important" (PDF). NTT America Corporate. May 2006.

[10] The Editors of Encyclopaedia Britannica. Internet service provider. *Encyclopedia Britannica, inc..* (2018) <https://cutt.ly/XeiQG8i> Accedido: 08/10/2019.

[11] Herrera García, L., Martínez, L.: Definición de un acuerdo de nivel de servicio que incorpore parámetros y métricas de QoS y QoE. *ITECKNE*, 7(2), 207-212. (2010) doi:<https://doi.org/10.15332/iteckne.v7i2.289>.

[12] Park, J.T., Baek, J.W.: "Management of Service Level Agreements for Multimedia Internet Service Using a Utility Model", 2001.

[13] Oblicore Guarantee, Oblicore, [www.oblicore.com](http://www.oblicore.com) Accedido: 27/09/2019.

[14] Datadog: dynamic infrastructure monitoring tool, <https://www.datadoghq.com/> Accedido: 27/09/2019.

[15] Gestar ITIL, <https://www.gestar.com/soluciones/contratos> Accedido: 27/09/2019.

[16] Olsina L., Papa F. y otros: How to Measure and Evaluate Web Applications in a Consistent Way. Web Engineering: Modelling and Implementing Web Applications, Rossi G., Pastor O., Schwabe D., Olsina L. (Eds.), Springer HCIS, Chapter13, pp. 385-420, (2008).

[17] Basili, V., Caldiera, G. y otros: The goal question metric paradigm. In J. J. Marciniak, Encyclopedia of Software Engineering (pp. 528-532 vol. 1). John Wiley & Sons (1994).

[18] McGarry, J., Card, D. y otros: Practical Software Measurement: Objective Information for Decision Makers. Addison-Wesley Professional. ISBN-13: 978-0-201-71516-3 (2001).

[19] Rivera B., Becker P. y otros: A Holistic Quality Evaluation, Selection, and Improvement Approach driven by Multilevel Goals and Strategies. CLEI electronic journal, volume 19, number 3, paper 3, (2016).

[20] Olsina, L., Becker, P.: "Family of strategies for different evaluation purposes," in XX Conferencia Iberoamericana en Software Engineering (CIbSE'17) held in the framework of ICSE (XXXIX Int'l Conference on Software Engineering). CABA, Argentina: Curran Associates, 05, pp. 221–234, (2017).

[21] Olsina L., Rossi G.: "Measuring Web Application Quality with WebQEM.", In IEEE Multimedia Magazine, vol. 9, No 4, pp. 20-29, 2002.

[22] Vicenz, C., Papa F., y otros: Selección de alternativas: una estrategia guiada por medición y evaluación. Tesis. Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de La Pampa, (2019).

[23] Tebes, G., Olsina L. y otros: Propósitos de Evaluación y Familias de Estrategias: un caso de estudio de la Estrategia de Comparación y Adopción de Fortalezas para Aplicaciones de Red Social. Tesis. Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de La Pampa, (2017).

[24] Olsina L., Martín M.: Ontology for Software Metrics and Indicators. In: Journal of Web Engineering, Rinton Press, USA, 2:(4), pp. 262-281, (2004).

[25] Rivera B., Becker, P. y otros: Extending the Conceptual Base for a Holistic Quality Evaluation Approach. 1st SAOA Symposium, JAIIO'15, Rosario, Argentina, Available at [ceurws.org/Vol-1449/](http://ceurws.org/Vol-1449/), pp. 121-130, (2015).

[26] Rivera B., Becker, P. y otros: Quality Views and Strategy Patterns for Evaluating and Improving Quality: Usability and User Experience Case Studies, In: Journal of Web Engineering, Rinton Press, USA, 15:(5&6), pp. 433-464, (2016).

[27] Becker P.: Visión de Proceso para Estrategias Integradas de Medición y Evaluación de la Calidad. Tesis de Doctorado en Ciencias Informáticas. Universidad Nacional de La Plata (UNLP). Facultad de Informatica. La Plata (2014).

[28] Molina H. D.: Soporte organizacional de medición y evaluación orientada a objetivos y sensible al contexto. Tesis de Doctorado en Ciencias Informaticas. Universidad Nacional de La Plata (UNLP). Facultad de Informatica. La Plata (2012). Disponible: <http://hdl.handle.net/10915/22458>. Accedido: 13/09/2019.

[29] Rivera, M. B.: Enfoque Integrado de Medición, Evaluación y Mejora de Calidad con soporte a Metas de Negocio y de Necesidad de Información: Aplicación de Estrategias a partir de Patrones de Estrategia. Tesis doctoral, Universidad Nacional de La Plata (2018).

[30] Barraco de Areba, J.: Metodología del análisis estructurado de sistemas. Universidad Pontificia Comillas de Madrid 2001. Madrid, España. ISBN: 84-8468-043-6, (2001).

[31] Molina R., Jimmy R. y otros: Nociones de ingeniería de Software. Libro. Recuperado a partir de <http://repositorio.utmachala.edu.ec/handle/48000/6919> Accedido: 26/10/2019.

[32] James A. S.: Análisis y diseño de sistemas de información. Editorial Mc Graw Hill. New York, Estados Unidos. ISBN: 968-4221657 (1991).

[33] Beck K., Beedle M. y otros. Agile Manifesto. Recuperado a partir de <http://agilemanifesto.org/> . (2001) Accedido: 26/10/2019.

[34] Bioul G., Escoobar F. y otros: Metodologías ágiles, análisis de su implementación y nuevas propuestas. CACIC 2010 –XVI Congreso Argentino de Ciencias de la Computación. Red de Universidades con Carreras en Informatica (RedUNCI) (2010). ISBN: 978-950-9474-49-9, (2010). Recuperado a partir de: <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/19292>

[35] Martin J.: Rapid Application Development. Editorial Macmillan Publishing Company. Gran Bretaña. ISBN: 978-0-029465-318, (1991).

[36] Programa MySQL Workbench descargado del sitio oficial <https://www.mysql.com/products/workbench/> Accedido:15/10/2019.

[37] ISO 25010 <https://iso25000.com/index.php/normas-iso-25000/iso-25010> Accedido: 28/08/2019.

[38] Arias A.: Aprende a programar en Python. Editorial IT Campus Academy. Vigo, España. SKU: b015300ad4d9, (2015).

[39] Challenger-Pérez I., Díaz R. y otros: El lenguaje de programación Python. Ciencias Holguín [en línea]. 2014, XX(2), 1-13. ISSN: Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=181531232001> Accedido: 10/11/2019.

[40] Ortiz Ramirez A.: Python como primer lenguaje de programación, 2010. Departamento de Tecnologías de la Información y Computación, División Ingeniería y Arquitectura. Tecnológico de Monterrey, Campus Estado de México. Recuperado de: [http://34.212.143.74/publicaciones/primer\\_lenguaje\\_30\\_jun\\_2010.pdf](http://34.212.143.74/publicaciones/primer_lenguaje_30_jun_2010.pdf) Accedido: 10/11/2019.

[41] Programa Modelio descargado del sitio oficial <https://www.modelio.org/> Accedido: 15/10/2019.

[42] Programa Sublime Text 3 descargado del sitio oficial <https://www.sublimetext.com/3> Accedido: 5/11/2019.

[43] Holovaty A., Kaplan-Moss J.: The Definitive Guide to Django: Web Development Done Right. Editorial Apress. Estados Unidos. ISBN 978-1-4302-1937-8, (2009).

## ANEXO A: Métricas e Indicadores utilizadas en el caso de estudio

En este anexo se presentan las diferentes métricas e indicadores utilizadas durante la actividad de Medición y Evaluación del caso de estudio.

<b>Característica/sub-característica:</b> Calidad del servicio/ Confiabilidad		
<b>Atributo:</b> Disponibilidad		
<b>Métrica indirecta:</b>		
<b>Nombre:</b> Porcentaje de disponibilidad diaria del servicio (PDDS)		<b>Código:</b> MI 1
<b>Objetivo:</b> Determinar el porcentaje de disponibilidad diaria del servicio		
<b>Comentario:</b>		
<b>Autor:</b> Nerea Waiman		<b>Versión:</b> 1.0
<b>Procedimiento de cálculo:</b>		
<b>Nombre:</b> Determinación del PDDS		
<b>Fórmula:</b> $PDDS = 100 - \left( \frac{\sum_{j=1}^n IRS_j - IICS_j}{86400} \times 100 \right)$ donde n es la cantidad de cortes ocurridos en el día		
<b>Escala numérica:</b>		
<b>Representación:</b> Continua		<b>Tipo de valor:</b> Real
<b>Tipo de escala:</b> Proporción		<b>Nombre de unidad:</b> Porcentaje
		<b>Acrónimo:</b> %
<b>Métricas relacionadas:</b> MI 3: Instante inicial del corte del servicio (IICS) MI 4: Instante de reanudación del servicio (IRS)		

Tabla 15 Plantilla de métrica indirecta: Porcentaje de disponibilidad diaria del servicio

<b>Característica/sub-característica:</b> Calidad del servicio/ Confiabilidad		
<b>Atributo:</b> Disponibilidad		
<b>Métrica indirecta:</b>		
<b>Nombre:</b> Porcentaje de disponibilidad trimestral del servicio (PDS)	<b>Código:</b> MI 2	
<b>Objetivo:</b> Determinar el porcentaje de disponibilidad por trimestre del servicio		
<b>Comentario:</b>		
<b>Autor:</b> Nerea Waiman	<b>Versión:</b> 1.0	
<b>Procedimiento de cálculo:</b>		
<b>Nombre:</b> Determinación del PDS		
<b>Fórmula:</b> $PDS = 100 - \left( \frac{\sum_{j=\text{inicio}}^n PDDS_j}{7776000} \times 100 \right)$ donde inicio es la fecha del inicio del trimestre y n es la fecha actual Nota: 7776000 son los segundos que tiene un trimestre		
<b>Escala numérica:</b>		
<b>Representación:</b> Continua	<b>Tipo de valor:</b> Real	
<b>Tipo de escala:</b> Proporción	<b>Nombre de unidad:</b> Porcentaje	<b>Acrónimo:</b> %
<b>Métricas relacionadas:</b> MI 1: Porcentaje de disponibilidad del servicio (PDDS)		

Tabla 16 Plantilla de métrica indirecta: Porcentaje de disponibilidad trimestral del servicio

<b>Característica/sub-característica:</b> Calidad del servicio/ Confiabilidad		
<b>Atributo:</b> Inicio del corte del servicio		
<b>Métrica directa:</b>		
<b>Nombre:</b> Instante inicial del corte del servicio (IICS)		<b>Código:</b> MI 3
<b>Objetivo:</b> Determinar la hora, el minuto y el segundo en el que se produce un corte del servicio		
<b>Comentario:</b> Se considera que se produce un corte en el servicio cuando el valor sentido de descarga es menor a un valor determinado, denominado flag.		
<b>Autor:</b> Nerea Waiman		<b>Versión:</b> 1.0
<b>Procedimiento de medición:</b>		
<b>Nombre:</b> Determinación del IICS		
<b>Especificación:</b>		
<pre> VSD=0; /*VSD es el valor sentido de descarga */ IICS[]=0; /*Es un vector que almacenará los instantes iniciales del corte de servicio*/ j=0; /*posición donde se almacena el valor */ while(inicio del día!= instante seleccionado){     VSD= valor sentido;     If( VSD es menor ó igual a flag) then         IICS[j]= Time;         j++;         do Determinación de IRS /*cambia al procedimiento de medición                                 del atributo Fin del corte del servicio*/         end then; } Return IICS </pre>		
<b>Escala numérica:</b>		
<b>Representación:</b> Continua		<b>Tipo de valor:</b> Real
<b>Tipo de escala:</b> Absoluto		<b>Nombre de unidad:</b> hora/minutos/segundos
		<b>Acrónimo:</b> hs/min/seg

Tabla 17 Plantilla de métrica directa: Instante inicial del corte del servicio

<b>Característica/sub-característica:</b> Calidad del servicio/ Confiabilidad		
<b>Atributo:</b> Fin del corte del servicio		
<b>Métrica directa:</b>		
<b>Nombre:</b> Instante de reanudación del servicio (IRS)		<b>Código:</b> MI 4
<b>Objetivo:</b> Determinar la hora, el minuto y el segundo en el cual el servicio vuelve a estar disponible		
<b>Comentario:</b> Se considera que se reanuda el servicio cuando el valor sentido de descarga es mayor a un valor determinado, denominado flag.		
<b>Autor:</b> Nerea Waiman		<b>Versión:</b> 1.0
<b>Procedimiento de medición:</b>		
<b>Nombre:</b> Determinación del IRS		
<b>Especificación:</b>		
<pre> VSD=0; //VSD es el valor sentido de descarga IRS[]=0; /*Es un vector que almacenará los instantes            en los cuales se reanuda el servicio*/ j=0; //posición donde se almacena el valor while(file!=null){ //archivo donde constan los datos monitoreados     VSD= valor sentido;     If( VSD es mayor a flag ó cambia día) then // el cambio de día se considera a las 00:00:00 hs         IRS[j]= Time;         j++;     do Determinación de IICS /*cambiar al procedimiento de medición                                del atributo Inicio del corte del servicio*/ end then;} </pre>		
<b>Escala numérica:</b>		
<b>Representación:</b> Continua		<b>Tipo de valor:</b> Real
<b>Tipo de escala:</b> Absoluto		<b>Nombre de unidad:</b> hora/minutos/segundos
		<b>Acrónimo:</b> hs/min/seg

Tabla 18 Plantilla de métrica directa: Instante de reanudación del servicio

<b>Característica/sub-característica:</b> Calidad del servicio/ Eficiencia	
<b>Atributo:</b> Acceso global	
<b>Métrica indirecta:</b>	
<b>Nombre:</b> Nivel de acceso global (NAG)	<b>Código:</b> MI 6
<b>Objetivo:</b> Determinar el nivel de acceso global	
<b>Comentario:</b>	
<b>Autor:</b> Nerea Waiman	<b>Versión:</b> 1.0
<b>Procedimiento de cálculo:</b>	
<b>Nombre:</b> Determinación de NAG	
<b>Fórmula:</b> Para cada sitio proveído se suman los porcentajes de Malo e Intermedios obtenidos en la métrica NDCSP, y se le asigna 1 si es mayor a 50, en otro caso 0	
<b>Escala categórica:</b>	
<b>Tipo de valor:</b> Símbolo	
<b>Tipo de escala:</b> Ordinal	
<b>Valores permitidos:</b>	
determinados	<b>Valor Numérico:</b> 0
	<b>Nombre:</b> Acceso Normal
	<b>Descripción:</b> El acceso a los sitios está dentro de los parámetros
	<b>Valor Numérico:</b> 1
	<b>Nombre:</b> Acceso Lento
	<b>Descripción:</b> El acceso a los sitios es lento
<b>Métricas relacionadas:</b> MI 7: Nivel de desempeño de la carga del sitio proveído (NDCSP)	

Tabla 19 Plantilla de métrica indirecta: Nivel de acceso global

<b>Característica/sub-característica:</b> Calidad del servicio/ Eficiencia			
<b>Atributo:</b> Latencia global de acceso			
<b>Métrica indirecta:</b>			
<b>Nombre:</b> Tasa de latencia global de acceso (TLGA)		<b>Código:</b> MI 5	
<b>Objetivo:</b> Determinar el porcentaje de latencia de acceso de un proveedor a los sitios proveídos determinados (como testigos)			
<b>Comentario:</b> la latencia se define como la suma de retardos temporales (no aceptables) en la carga de un sitio proveído dentro de una red por el proveedor			
<b>Autor:</b> Nerea Waiman		<b>Versión:</b> 1.0	
<b>Procedimiento de cálculo:</b>			
<b>Nombre:</b> Determinación del TLGA			
<b>Fórmula:</b> $PDS = \frac{\sum_{j=0}^n NAG_j}{n} \times 100$ donde n es la cantidad de sitios proveídos			
<b>Escala numérica:</b>			
<b>Representación:</b> Continua		<b>Tipo de valor:</b> Real	
<b>Tipo de escala:</b> Proporción		<b>Nombre de unidad:</b> Porcentaje	<b>Acrónimo:</b> %
<b>Métricas relacionadas:</b> MI 6: Nivel de acceso global (NAG)			

Tabla 20 Plantilla de métrica indirecta: Tasa de latencia global de acceso

<b>Característica/sub-característica:</b> Calidad del servicio/ Eficiencia	
<b>Atributo:</b> Latencia de acceso al sitio web/ Performance de descarga del proveedor	
<b>Métrica indirecta:</b>	
<b>Nombre:</b> Nivel de desempeño de la carga del sitio proveído (NDCSP)	<b>Código:</b> MI 7
<b>Objetivo:</b> Determinar los niveles de desempeño (Bueno, Intermedio y Malo) de la carga de un sitio web por un proveedor	
<b>Comentario:</b> La carga de un sitio proveído está dada por el tiempo, en segundos, que tarda el proveedor en cargar el sitio proveído.	
<b>Autor:</b> Nerea Waiman	<b>Versión:</b> 1.0
<b>Procedimiento de cálculo:</b>	
<b>Nombre:</b> Determinación del NDCSP	
<b>Fórmula:</b>	
<pre> M=% del Flag //parámetro puesto por sistema a través de un cálculo Malo=Intermedio=Bueno=0 for(i=0;TA[i]!=null;i++) { /*TA[] es un vector que contiene la diferencia de tiempo de acceso al sitio respecto al flag*/ if(TA[i] &gt;M &amp; TA[i] negativo) /*mayor y negativo (anda mal); mayor y positivo (anda más rápido de lo previsto)*/ Malo++; else if(TA[i]&lt;=M &amp; TA[i] negativo) Intermedio++; else Bueno++; } %Malo= Malo/Longitud TA %Intermedio= Intermedio/Longitud TA %Bueno=Bueno/Longitud TA Return malo, intermedio </pre>	
<b>Escala numérica:</b>	
<b>Representación:</b> Continua	<b>Tipo de valor:</b> Real
<b>Tipo de escala:</b> Proporción	<b>Nombre de unidad:</b> Porcentaje
	<b>Acrónimo:</b> %
<b>Métricas relacionadas:</b> MI 8 Cantidad de tiempo entre la carga del sitio y el flag	

Tabla 21 Plantilla de métrica indirecta: Nivel de desempeño de la carga del sitio proveído

<b>Característica/sub-característica:</b> Calidad del servicio/ Eficiencia			
<b>Atributo:</b> Diferencia entre la carga del sitio y el flag			
<b>Métrica indirecta:</b>			
<b>Nombre:</b> Cantidad de tiempo entre la carga del sitio y el flag (CTCSF)		<b>Código:</b> MI 8	
<b>Objetivo:</b> Determinar la diferencia de tiempo entre el valor de cargar del sitio proveído y el flag establecido en un periodo especificado			
<b>Comentario:</b>			
<b>Autor:</b> Nerea Waiman		<b>Versión:</b> 1.0	
<b>Procedimiento de cálculo:</b>			
<b>Nombre:</b> Determinación de CTCSF			
<b>Formula:</b>			
<pre> TA[]=0; //Es un vector que contiene la diferencia de tiempo entre la carga del sitio web y el flag Flag; // valor calculado con los valores del día anterior T=Current_Time; TM= T -10; //10 minutos antes i=0; //posición donde se almacena el valor while(T!=TM) { //Lectura de valores en el archivo     VS= valor sensado     TA[i]=Flag-VS;     i++;     T--; } return TA </pre>			
<b>Escala numérica:</b>			
<b>Representación:</b> Continua		<b>Tipo de valor:</b> Real	
<b>Tipo de escala:</b> Absoluto		<b>Nombre de unidad:</b> segundos	<b>Acrónimo:</b> seg
<b>Métricas relacionadas:</b> MD 9 Cantidad de tiempo estimado de carga de un sitio proveído (CTECSP)			

Tabla 22 Plantilla de métrica indirecta: Cantidad de tiempo entre la carga del sitio proveído y el flag

<b>Característica/sub-característica:</b> Calidad del servicio/ Eficiencia		
<b>Atributo:</b> Tiempo estimado de carga		
<b>Métrica directa:</b>		
<b>Nombre:</b> Cantidad de tiempo estimado de carga de un sitio proveído (CTECSP)		<b>Código:</b> MD 9
<b>Objetivo:</b> Determinar el tiempo estimado de carga de un sitio proveído en función de los tiempos del día anterior		
<b>Autor:</b> Nerea Waiman		<b>Versión:</b> 1.0
<b>Procedimiento de medición:</b>		
<b>Nombre:</b> Determinación del CTECSP		
<b>Especificación:</b>		
<pre> maxTime=0; minTime=File[0]; Flag=0; while(File!=null){ //Lectura de valores en el archivo     if(Time&lt;=minTime) then         minTime=Time;     else         if(Time&gt;=maxTime) then             maxTime=Time;         end then } Flag=maxTime-minTime; </pre>		
<b>Escala numérica:</b>		
<b>Representación:</b> Continua		<b>Tipo de valor:</b> Real
<b>Tipo de escala:</b> Absoluto	<b>Nombre de unidad:</b> segundos	<b>Acrónimo:</b> seg

Tabla 23 Plantilla de métrica directa: Cantidad de tiempo estimado de carga de un sitio proveído

<b>Característica/sub-característica:</b> Calidad del servicio/ Eficiencia	
<b>Atributo:</b> Performance global de descarga	
<b>Métrica indirecta:</b>	
<b>Nombre:</b> Tasa de performance global de descarga (TPGD)	<b>Código:</b> MI 10
<b>Objetivo:</b> Determinar el porcentaje de descarga del sitio proveído por un proveedor determinado	
<b>Comentario:</b>	
<b>Autor:</b> Nerea Waiman	<b>Versión:</b> 1.0
<b>Procedimiento de cálculo:</b>	
<b>Nombre:</b> Determinación del TPGD	
<b>Fórmula:</b> $TPGD = \frac{\sum_{j=0}^n NPDG_j}{n} \times 100$ donde n es la cantidad de proveedores	
<b>Escala numérica:</b>	
<b>Representación:</b> Continua	<b>Tipo de valor:</b> Real
<b>Tipo de escala:</b> Proporción	<b>Nombre de unidad:</b> Porcentaje
	<b>Acrónimo:</b> %
<b>Métricas relacionadas:</b> MI 11: Nivel de performance de descarga global (NPDG)	

Tabla 25 Plantilla de métrica indirecta: Tasa de performance global de descarga

<b>Característica/sub-característica:</b> Calidad del servicio/ Eficiencia	
<b>Atributo:</b> Descarga global	
<b>Métrica indirecta:</b>	
<b>Nombre:</b> Nivel de performance de descarga global (NPDG)	<b>Código:</b> MI 11
<b>Objetivo:</b> Determinar el nivel de performance de descarga global	
<b>Comentario:</b> La descarga está dada por el tiempo, en segundos, que tarda el proveedor en cargar el sitio proveído	
<b>Autor:</b> Nerea Waiman	<b>Versión:</b> 1.0
<b>Procedimiento de cálculo:</b>	
<b>Nombre:</b> Determinación de NPDG	
<b>Fórmula:</b> Para cada sitio proveído se suman los porcentajes de Malo e Intermedios obtenidos en la métrica NDCSP, y se le asigna 1 si es menor a 50, en otro caso 0	
<b>Escala categórica:</b>	
<b>Tipo de valor:</b> Símbolo	
<b>Tipo de escala:</b> Ordinal	
<b>Valores permitidos:</b>	
<b>Valor Numérico:</b> 0	
<b>Nombre:</b> Descarga Normal	
<b>Descripción:</b> La descarga de los proveedores está dentro de los parámetros determinados	
<b>Valor Numérico:</b> 1	
<b>Nombre:</b> Descarga Lenta	
<b>Descripción:</b> La descarga de los proveedores es lento	
<b>Métricas relacionadas:</b> MI 7: Nivel de desempeño de la carga del sitio proveído (NDCSP)	

Tabla 24 Plantilla de métrica indirecta: Nivel de performance de descarga global

<b>Característica/sub-característica:</b> Calidad del servicio / Confiabilidad	
<b>Atributo:</b> Disponibilidad	
<b>Indicador elemental:</b>	
<b>Nombre:</b> Nivel de satisfacción de la disponibilidad diaria	<b>Acrónimo:</b> NS_DD
<b>Autor:</b> Nerea Waiman	<b>Versión:</b> 1.0
<b>Método de cálculo:</b>	
<b>Nombre:</b> Determinación de NS_DD	
<b>Especificación:</b> Aplicar el modelo elemental relacionado	
<b>Modelo elemental:</b>	
<b>Nombre:</b> Modelo elemental NS_DD	
<b>Especificación:</b> NS_DD= PDDS	
<b>Criterios de decisión:</b>	
Verde: 90% <= NS_DD <=100%	
Amarillo: 50%<= NS_DD <90%	
Rojo: 0% <= NS_DD <= 50%	
<b>Escala:</b> Numérica	
<b>Tipo de escala:</b> Proporción	
<b>Tipo de valor:</b> Real	<b>Representación:</b> Continua
<b>Unidad:</b>	
<b>Nombre de la unidad:</b> Porcentaje	<b>Acrónimo:</b> %

Tabla 27 Plantilla de indicador elemental: Nivel de satisfacción de la

<b>Característica/sub-característica:</b> Calidad del servicio / Confiabilidad	
<b>Atributo:</b> Disponibilidad	
<b>Indicador elemental:</b>	
<b>Nombre:</b> Nivel de satisfacción de la disponibilidad trimestral	<b>Acrónimo:</b> NS_DT
<b>Autor:</b> Nerea Waiman	<b>Versión:</b> 1.0
<b>Método de cálculo:</b>	
<b>Nombre:</b> Determinación de NS_DT	
<b>Especificación:</b> Aplicar el modelo elemental relacionado	
<b>Modelo elemental:</b>	
<b>Nombre:</b> Modelo elemental NS_DT	
<b>Especificación:</b> NS_DD= PDS	
<b>Criterios de decisión:</b>	
Verde: 97% <= NS_DT <=100%	
Amarillo: 50%<= NS_DT <97%	
Rojo: 0% <= NS_DT <= 50%	
<b>Escala:</b> Numérica	
<b>Tipo de escala:</b> Proporción	
<b>Tipo de valor:</b> Real	<b>Representación:</b> Continua
<b>Unidad:</b>	
<b>Nombre de la unidad:</b> Porcentaje	<b>Acrónimo:</b> %

Tabla 26 Plantilla de indicador elemental: Nivel de satisfacción de la disponibilidad trimestral

<b>Característica/sub-característica:</b> Calidad del servicio / Eficiencia	
<b>Atributo:</b> Latencia de acceso al sitio proveído	
<b>Indicador elemental:</b>	
<b>Nombre:</b> Nivel de satisfacción del acceso al sitio proveído	<b>Acrónimo:</b> NS_ASP
<b>Autor:</b> Nerea Waiman	<b>Versión:</b> 1.0
<b>Método de cálculo:</b>	
<b>Nombre:</b> Determinación de NS_ASP	
<b>Especificación:</b> Aplicar el modelo elemental relacionado	
<b>Modelo elemental:</b>	
<b>Nombre:</b> Modelo elemental NS_ASP	
<b>Especificación:</b> NS_ASP= %Malo + %Intermedio	
<b>Criterios de decisión:</b>	
Verde: 0% <= NS_ASP <30%	
Amarillo: 30%<= NS_ASP <60%	
Rojo: 60% <= NS_ASP <= 100%	
<b>Escala:</b> Numérica	
<b>Tipo de escala:</b> Proporción	
<b>Tipo de valor:</b> Real	<b>Representación:</b> Continua
<b>Unidad:</b>	
<b>Nombre de la unidad:</b> Porcentaje	<b>Acrónimo:</b> %

Tabla 28 Plantilla de indicador elemental: Nivel de satisfacción del acceso al sitio proveído

<b>Característica/sub-característica:</b> Calidad del servicio / Eficiencia	
<b>Atributo:</b> Latencia global	
<b>Indicador elemental:</b>	
<b>Nombre:</b> Nivel de satisfacción de la latencia global de acceso	<b>Acrónimo:</b> NS_LGA
<b>Autor:</b> Nerea Waiman	<b>Versión:</b> 1.0
<b>Método de cálculo:</b>	
<b>Nombre:</b> Determinación de NS_LGA	
<b>Especificación:</b> Aplicar el modelo elemental relacionado	
<b>Modelo elemental:</b>	
<b>Nombre:</b> Modelo elemental NS_LGA	
<b>Especificación:</b> NS_LGA= TLGA	
<b>Criterios de decisión:</b>	
Verde: 0% <= NS_LGA <50%	
Amarillo: 50%<= NS_LGA <90%	
Rojo: 90% <= NS_LGA <= 100%	
<b>Escala:</b> Numérica	
<b>Tipo de escala:</b> Proporción	
<b>Tipo de valor:</b> Real	<b>Representación:</b> Continua
<b>Unidad:</b>	
<b>Nombre de la unidad:</b> Porcentaje	<b>Acrónimo:</b> %

Tabla 29 Plantilla de indicador elemental: Nivel de satisfacción de la latencia global de acceso

<b>Característica/sub-característica:</b> Calidad del servicio / Eficiencia	
<b>Atributo:</b> Performance global de descarga	
<b>Indicador elemental:</b>	
<b>Nombre:</b> Nivel de satisfacción de la performance global de descarga	<b>Acrónimo:</b> NS_PGD
<b>Autor:</b> Nerea Waiman	<b>Versión:</b> 1.0
<b>Método de cálculo:</b>	
<b>Nombre:</b> Determinación de NS_PGD	
<b>Especificación:</b> Aplicar el modelo elemental relacionado	
<b>Modelo elemental:</b>	
<b>Nombre:</b> Modelo elemental NS_PGD	
<b>Especificación:</b> NS_PGD= TPGD	
<b>Criterios de decisión:</b>	
Verde: $0\% \leq NS\_PGD < 50\%$	
Amarillo: $50\% \leq NS\_PGD < 90\%$	
Rojo: $90\% \leq NS\_PGD \leq 100\%$	
<b>Escala:</b> Numérica	
<b>Tipo de escala:</b> Proporción	
<b>Tipo de valor:</b> Real	<b>Representación:</b> Continua
<b>Unidad:</b>	
<b>Nombre de la unidad:</b> Porcentaje	<b>Acrónimo:</b> %

Tabla 30 Plantilla de indicador elemental: Nivel de satisfacción de la performance global de descarga

<b>Característica/sub-característica:</b> Calidad del servicio / Eficiencia	
<b>Atributo:</b> Performance de descarga del proveedor	
<b>Indicador elemental:</b>	
<b>Nombre:</b> Nivel de satisfacción de performance de descarga del proveedor	<b>Acrónimo:</b> NS_PDP
<b>Autor:</b> Nerea Waiman	<b>Versión:</b> 1.0
<b>Método de cálculo:</b>	
<b>Nombre:</b> Determinación de NS_PDP	
<b>Especificación:</b> Aplicar el modelo elemental relacionado	
<b>Modelo elemental:</b>	
<b>Nombre:</b> Modelo elemental NS_PDP	
<b>Especificación:</b> NS_PDP= %Malo+%Intermedio	
<b>Criterios de decisión:</b>	
Verde: $0\% \leq NS\_PDP < 30\%$	
Amarillo: $30\% \leq NS\_PDP < 60\%$	
Rojo: $60\% \leq NS\_PDP \leq 100\%$	
<b>Escala:</b> Numérica	
<b>Tipo de escala:</b> Proporción	
<b>Tipo de valor:</b> Real	<b>Representación:</b> Continua
<b>Unidad:</b>	
<b>Nombre de la unidad:</b> Porcentaje	<b>Acrónimo:</b> %

Tabla 31 Plantilla de indicador elemental: Nivel de satisfacción de performance de descarga del proveedor