

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE VALPARAÍSO  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA INFORMÁTICA

**INDICADORES CLAVE DE RENDIMIENTO EN PROYECTOS  
DE DESARROLLO DE SOFTWARE A PARTIR DE UN  
OBJETIVO ORGANIZACIONAL**

**WASHINGTON ANÍBAL SEGURA MIGUELES**

TESIS DE GRADO PARA OPTAR AL GRADO DE  
MAGÍSTER EN INGENIERÍA INFORMÁTICA

JULIO 2014

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE VALPARAÍSO  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA INFORMÁTICA

**INDICADORES CLAVE DE RENDIMIENTO EN PROYECTOS  
DE DESARROLLO DE SOFTWARE A PARTIR DE UN  
OBJETIVO ORGANIZACIONAL**

**WASHINGTON ANÍBAL SEGURA MIGUELES**

**Profesor Guía: Rodolfo Villarroel Acevedo**

**Programa: Magíster en Ingeniería Informática**

**JULIO 2014**

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

<b>1. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>8</b>
1.1. <i>Problemática</i> .....	10
1.2. <i>Objetivos</i> .....	11
1.2.1. <i>Objetivo General</i> .....	11
1.2.2. <i>Objetivos Específicos</i> .....	11
<b>2. MARCO TEÓRICO.....</b>	<b>12</b>
2.1. <i>Dirección Estratégica y Objetivos Organizacionales</i> .....	12
2.1.1. <i>Objetivos Organizacionales</i> .....	13
2.2. <i>Métricas</i> .....	13
2.2.1. <i>Recursos medibles por métricas de software</i> .....	14
2.2.2. <i>Indicadores clave de desempeño</i> .....	15
2.3. <i>¿Por qué medir?</i> .....	16
2.4. <i>¿Qué se puede medir en un proyecto de desarrollo de software?</i> .....	18
2.5. <i>Trabajos Relacionados</i> .....	19
2.5.1. <i>Objetivos, Preguntas y Métricas GQM</i> .....	19
2.5.2. <i>Sistema de Catalogación de Métricas e Indicadores con Potencia de Web Semántica</i> .....	21
2.5.3. <i>Cuadro de mando integral.</i> .....	22
2.6. <i>Adaptable Domain and Process Technology Engineering, A.D.A.P.T.E.</i> .....	22
<b>3. SOLUCIÓN PROPUESTA .....</b>	<b>24</b>
3.1. <i>Búsqueda Semántica</i> .....	25
3.2. <i>Ontología Informática</i> .....	25
3.3. <i>Capa Lógica: reglas de inferencia</i> .....	26
3.4. <i>Capa Ontológica</i> .....	28
3.4.1. <i>Relaciones Conceptuales</i> .....	28
3.4.2. <i>Diagrama de clases de ontología Métricas-Objetivos</i> .....	31
3.4.3. <i>Métricas instanciables en el modelo</i> .....	32
3.5. <i>Capa Programación</i> .....	36
3.5.1. <i>Framework Apache Jena</i> .....	36
3.5.2. <i>Framework de Descripción de recursos, RDF</i> .....	36
3.5.3. <i>Descripción RDF de Ontología</i> .....	36
3.5.4. <i>Lenguaje de consulta SPARQL</i> .....	37
3.5.5. <i>Querys SPARQL</i> .....	38
3.6. <i>Sistema de Inferencia</i> .....	39
3.6.1. <i>Tecnologías utilizadas</i> .....	39
3.6.2. <i>Arquitectura del sistema</i> .....	39
3.6.3. <i>Modelo de datos</i> .....	40
3.6.4. <i>Interfaces de usuario</i> .....	41

<b>4. CASO DE ESTUDIO.....</b>	<b>42</b>
4.1. <i>Metodología de Validación .....</i>	42
4.2. <i>Datos de la empresa participante del caso de estudio.....</i>	42
4.3. <i>Métricas Pre-ingresadas al sistema.....</i>	43
4.4. <i>Métricas ingresadas por usuario.....</i>	47
4.5. <i>Objetivos ingresados por usuario.....</i>	48
4.6. <i>Relaciones encontradas Métricas-Objetivo.....</i>	50
4.7. <i>Análisis de Resultados.....</i>	51
4.7.1. <i>Análisis 1 .....</i>	51
4.7.2. <i>Análisis 2 .....</i>	51
4.7.3. <i>Análisis 3 .....</i>	51
4.7.4. <i>Análisis 4 .....</i>	52
4.7.5. <i>Análisis 5 .....</i>	52
4.7.6. <i>Análisis 6 .....</i>	52
4.7.7. <i>Resultados Obtenidos .....</i>	52
<b>5. CONCLUSIONES .....</b>	<b>54</b>
<b>6. REFERENCIAS .....</b>	<b>56</b>
<b>7. ANEXOS.....</b>	<b>58</b>
7.1. <i>Descripción RDF de Ontología de Métricas y Objetivos.....</i>	58
7.2. <i>Anexo Interfaces de usuario .....</i>	67

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1: La empresa y su contexto.....	12
Figura 2.2: Modelo de relaciones de elementos de medición .....	15
Figura 2.3: Diagrama de retroalimentación de información medible .....	18
Figura 2.4: Pasos del método GQM .....	20
Figura 2.5: Ejemplo de objetivos-preguntas-métricas de GQM .....	21
Figura 3.1: Diagrama de solución .....	24
Figura 3.2: Arquitectura ontológica de la solución .....	26
Figura 3.3: Relaciones conceptuales de la ontología.....	30
Figura 3.4: Diagrama de clases ontología métricas-objetivos .....	31
Figura 3.5: Software de desarrollo ontológico Protegé. ....	37
Figura 3.6: Arquitectura de la solución .....	40
Figura 3.7: Modelo relacional de base de datos.....	41
Figura 4.1: Gráfico de Resultados.....	53
Figura 7.1: Pantalla de inicio al sistema de inferencia .....	67
Figura 7.2: Pantalla de gestión de métricas .....	68
Figura 7.3: Pantalla de gestión de objetivos. ....	68
Figura 7.4: Pantalla de ingreso de métricas. ....	69
Figura 7.5: Pantalla de ingreso de objetivos. ....	70
Figura 7.6: Pantalla de visualización de métricas. ....	70
Figura 7.7: Pantalla de visualización de objetivos .....	71
Figura 7.8: Pantalla de la organización .....	71

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 3.1: Sintaxis de entidades de ontología .....	27
Tabla 3.2: Definición de conceptos de capa ontológica .....	28
Tabla 3.3: Definición de métrica Progreso del proyecto .....	32
Tabla 3.4: Definición de métrica Recursos utilizados .....	33
Tabla 3.5: Definición de métrica Trabajo repetido, no reutilización .....	33
Tabla 3.6: Definición de métrica Reutilización de componentes .....	34
Tabla 3.7: Definición de métrica Tiempo de respuesta de soporte .....	35
Tabla 3.8: Definición de métrica Número de bugs por programador.....	35
Tabla 4.1: Datos de empresa participante en caso de estudio .....	42
Tabla 4.2: Métrica pre-ingresada al sistema, Progreso del Proyecto .....	43
Tabla 4.3: Métrica pre-ingresada al sistema, Recursos utilizados .....	44
Tabla 4.4: Métrica pre-ingresada al sistema, Trabajo repetido .....	44
Tabla 4.5: Métrica pre-ingresada al sistema, Reutilización de componentes .....	45
Tabla 4.6: Métrica pre-ingresada al sistema, Tiempo de respuesta de soporte.....	46
Tabla 4.7 Métrica pre-ingresada al sistema, Número de bugs por programador .....	46
Tabla 4.8: Métrica ingresada por usuario, Ventas anuales .....	47
Tabla 4.9: Métrica ingresada por usuario, Personal capacitado al año .....	47
Tabla 4.10: Métrica ingresada por usuario, Objetivo visión Zeke .....	48
Tabla 4.11: Métrica ingresada por usuario, Mantener una tasa de crecimiento .....	48
Tabla 4.12: Métrica ingresada por usuario, Impulsar la mejora técnica en el personal .....	48
Tabla 4.13: Métrica ingresada por usuario, Incorporar nuevas áreas de negocio en la empresa ...	49
Tabla 4.14: Métrica ingresada por usuario, Disminuir los defectos en el software entregado a clientes .....	49
Tabla 4.15: Métrica ingresada por usuario, Reducir tiempos extra en desarrollo de proyectos ...	49
Tabla 4.16: Relaciones encontradas Métrica-Objetivo.....	50

## **RESUMEN**

Para poder mejorar la gestión del negocio, los gerentes cuentan con diversas herramientas, las cuales tienen algo en común: basarse en los Indicadores Claves de Rendimiento o Key Performance Indicators (KPI), éstos son métricas que cuantifican el desempeño de un proceso indicando su rendimiento. Sin embargo, para que éstos sean eficaces deben estar alineados con los objetivos, estrategias, visión y misión de la organización. Se propone determinar la relación existente entre objetivos y métricas e implementar un modelo conceptual a través de una ontología para inferir qué métricas utilizar dado un objetivo organizacional y con esto ayudar al control de proyectos de desarrollo de software.

**Palabras Clave:** Control, Desarrollo de Software, Objetivo Organizacional, KPI.

## **ABSTRACT**

In order to improve business management, managers have several tools, which have something in common, they are based on key performance indicators (KPI), these are metrics that quantify the performance of a process showing its performance. However, to be effective they must be aligned with the objectives, strategies, vision and mission of the organization. It is proposed to determine the relationship between goals and metrics and implement a conceptual model through an ontology to infer which KPIs to use as an organizational goal and thereby help control software development projects.

**Key Words:** Control, Software Development, Organizational Objective, KPI.

## 1. INTRODUCCIÓN

Toda empresa, independiente del sector o rubro en que se desenvuelva, consiste en la transformación de insumos en un producto o servicio a través de un proceso productivo. En este proceso existen tareas lógicamente relacionadas para obtener ya sea un producto (físico), un servicio o una combinación de ambos. Este proceso productivo debe utilizar los recursos de manera eficiente, es decir, que se están usando de la mejor manera posible, para garantizar la competitividad y sostenibilidad de la organización. La norma internacional ISO-9001 define un proceso como “Una actividad que utiliza recursos y que se gestiona con el fin de permitir que los elementos de entrada se transformen en resultados” [1].

Una empresa dirige sus recursos y esfuerzos para cumplir su propósito, también llamado objetivo organizacional, éste es una situación deseada que la empresa intenta alcanzar, es una imagen de sí misma que la organización pretende para el futuro, cercano o lejano. A su vez, puede poseer una visión estratégica que se define como la dinámica de la organización, cómo se articulan las diferentes áreas hacia la búsqueda del objetivo organizacional, junto con esta se definen la visión y misión. Estos objetivos están íntimamente relacionados con los procesos productivos de la empresa, ya que es a través de ellos que se transmite la estrategia de negocio de la organización, implementándola en cada uno hasta el producto final. Una empresa crece a medida que su producto es mejor valorado por los consumidores en comparación a la competencia. Existen variadas dimensiones en las que un producto puede destacarse para atraer a los consumidores, por ejemplo; precio, calidad, utilidad, diseño entre otras. Para posicionar una empresa entre los consumidores es necesario potenciar estas características en su producto. Para lograr esto, el proceso productivo de la empresa debe ser eficiente, eficaz y de calidad. Para garantizar que un proceso cumple con estas características es necesario realizar un seguimiento y control del proceso. Tom DeMarco afirma que “No se puede controlar lo que no se puede medir” [2], es necesario entonces, definir métricas que cuantifiquen el desempeño del proceso, y ayuden a determinar la calidad del proceso y tomar acciones correctivas en el mismo en caso de que esto no sea así.

En estos últimos años, uno de los problemas de la industria del software fue el bajo nivel de calidad, productividad, y los altos costos [3]. Esta problemática representa cantidad de esfuerzo perdido en el desarrollo donde los productos, a menudo, son entregados con errores significativos que producen costos y posibles problemas y/o inconvenientes.

### **Los principales problemas en el área de software son:**

- Calidad insuficiente del producto final.
- Estimaciones de duración de proyectos y asignación de recursos inexactos.
- Retrasos para entregar los productos terminados.
- Costos de desarrollo y mantenimiento de productos fuera de control.



- Escasez de personal calificado en un mercado laboral de alta demanda.
- Tendencia de crecimiento del volumen y complejidad de los productos.

A pesar del indiscutible valor de los avances logrados por investigaciones en la definición de métricas, a la hora de aplicar dicha información en el ámbito de Ingeniería de Software, se encuentran los siguientes problemas [4]:

- No se cuenta con un catálogo suficientemente completo y estructurado con información clasificada relacionada a métricas e indicadores que sirva como base para la selección de las mismas y como apoyo al diseño del proceso de medición o evaluación.
- La información disponible sobre métricas, indicadores y modelos de evaluación no está basada en criterios comunes, y en muchos casos está definida para dominios específicos, dificultando su aplicación a procesos de evaluación genéricos y su reutilización en distintos proyectos de evaluación y/o medición.

La siguiente tesis corresponde a la recopilación de conceptos clave para la determinación de métricas y objetivos organizacionales, generando modelos conceptuales con sus principales entidades y atributos e implementando una solución, basada en una ontología, para consultar y determinar que métricas son más adecuadas para realizar medición en proyectos de desarrollo de software y así controlar el avance hacia el cumplimiento de los objetivos organizacionales.

Esta tesis se enmarca dentro del proyecto FONDEF “*A.D.A.P.T.E. Adaptable Domain And Process Technology Engineering*”, plataforma metodológica y tecnológica que apoya el mejoramiento de procesos en PyMES de TICs [6].

El siguiente documento se divide en 7 capítulos, el primero corresponde a la introducción a la temática, incluyendo la problemática descubierta, los objetivos y la planificación del proyecto. El segundo capítulo corresponde al marco teórico en donde se recopila la información relacionada, explicando los conceptos principales y los trabajos relacionados. El tercer capítulo corresponde a la descripción de la solución propuesta junto a su implementación, incluyendo el modelado de la misma y la programación. El cuarto capítulo corresponde a la validación y prueba de la solución propuesta en una empresa, indicando analizando el proceso y resultados obtenidos. El quinto capítulo corresponde a las conclusiones del trabajo y el sexto capítulo a las referencias del mismo. Finalmente el capítulo 7 corresponde a un anexo con la descripción RDF de la ontología de métricas y objetivos organizacionales.

## **1.1. PROBLEMÁTICA**

Los objetivos organizacionales pueden ser cuantificados a través del proceso productivo de la empresa y medidos mediante los KPI, sin embargo se debe identificar qué KPI es el indicado dado un objetivo. Esta identificación es compleja ya que se necesita generar un conocimiento, basarse en la experiencia y poseer cierto nivel de involucramiento en la organización y en sus proyectos para poder decidir qué métrica y qué KPI utilizar para lograr un objetivo. Existen muchas variables que determinan la selección de una métrica u otra, esta decisión depende de la estrategia a seguir y el control necesario para lograrlo, sin embargo, existe una desconexión entre los objetivos organizacionales y la medición de procesos, ya que unos son de tipo cualitativo y otros cuantitativos.

### **De esto se desprenden dos problemas principales, estos son:**

- Inadecuada determinación de Objetivos Organizacionales, las empresas no saben qué hacer y por qué.
- Incorrecta y a veces nula selección de métricas para medición de procesos, inexistente o inadecuado control de procesos.

Estos dos problemas están relacionados el uno con el otro, ya que para el cumplimiento del objetivo organizacional es necesario realizar mediciones del proceso productivo. Al determinar el objetivo, es necesario determinar cuáles son los atributos a medir y controlar para lograrlo, por lo tanto, es necesario cuantificar estos objetivos y su cumplimiento a través de métricas y estas convertirlas en indicadores clave para determinar el desempeño de los procesos productivos de la empresa para su posterior mejora.

El principal problema de la mayor parte de los procesos de la empresa es que el proceso sólo se mide al final. En la generalidad de los casos, lo anterior proporciona poca o nula retroalimentación relativa sobre las actividades individuales dentro del proceso, o cuando lo proporciona es demasiado tarde. Es necesario establecer puntos de medida aproximados a cada actividad, de manera que las personas que la realizan reciban una retroalimentación directa, inmediata y pertinente para establecer las correcciones en tiempo real.

## **1.2. OBJETIVOS**

### **1.2.1. Objetivo General**

Determinar métricas, indicadores clave, a partir de objetivos organizacionales, para cuantificar el desempeño de proyectos de desarrollo de software.

### **1.2.2. Objetivos Específicos**

- Identificar motivaciones de empresas para determinar objetivos organizacionales.
- Identificar métricas aplicadas a proyectos de desarrollo de software.
- Determinar relaciones entre métricas de proyectos de software y objetivos organizacionales.
- Formular un esquema conceptual (ontología) que represente la relación métrica-objetivo.
- Implementar la ontología.
- Desarrollar un sistema web que consulte e infiera métricas en base a la ontología desarrollada.
- Validar la propuesta en una empresa informática.

Estos objetivos están relacionados, por un lado, con la identificación de motivaciones de empresas para determinar el contexto sobre el cual una organización determina sus metas, por otro lado es necesario conocer cuáles son las métricas medibles en proyectos de desarrollo de software para generar un catálogo de métricas a utilizar y sus respectivos métodos de medición. Se debe, a su vez, determinar la relación existente entre los objetivos a cumplir y las mediciones necesarias para realizar el seguimiento y control de estas metas. Esta relación debe plasmarse en una ontología que conceptualice y materialice estas relaciones en un modelo instanciable e implementable en una ontología para luego ser procesado por computador, con lo que se podrá realizar consultas sobre el modelo a través de un sistema web con una interfaz amigable que realice una abstracción de los detalles de las consultas semánticas en lenguaje natural al usuario final.

## 2. MARCO TEÓRICO

### 2.1. DIRECCIÓN ESTRATÉGICA Y OBJETIVOS ORGANIZACIONALES

Para que los esfuerzos de una empresa tengan éxito es necesario que la mayor parte de los integrantes de la organización estén alineados en un propósito común, formando parte de una única visión, con una misión, unos valores y una estrategia organizacional clara y compartida. La dirección estratégica consiste en la planificación, organización y control con el fin de alcanzar un objetivo propuesto y aún más; se preocupa de anticipar eventos y responder a estos de la mejor manera posible.

Los objetivos que intenta cumplir la dirección estratégica se llaman comúnmente Objetivos Organizacionales y son metas que al ser alcanzadas proporcionarán un estado de beneficio a la empresa. Estos beneficios pueden ser tanto materiales como ingresos monetarios o inmateriales, reconocimiento, reputación y valoración.

Un objetivo organizacional es una situación deseada que la empresa intenta lograr, es una imagen que la organización pretende para el futuro. Al alcanzar el objetivo, la imagen deja de ser ideal y se convierte en real y actual, por lo tanto, el objetivo deja de ser deseado y se busca otro para ser alcanzado.

Los gerentes de las empresas utilizan distintas herramientas para gestionar sus negocios, estas herramientas se basan en Indicadores Claves de Rendimiento o Key Performance Indicators (KPI), estos medirán el desempeño de un proceso productivo de la empresa y determinarán su rendimiento respecto a ciertas dimensiones como pueden ser costos, tiempos, recursos, etc. Sin embargo, para que éstos sean eficaces deben estar alineados con los objetivos, estrategias, visión y misión de la organización. Esta relación se puede apreciar en la figura 2.1, donde a través de los objetivos se definen métricas que retroalimentan el proceso productivo para su mejora.

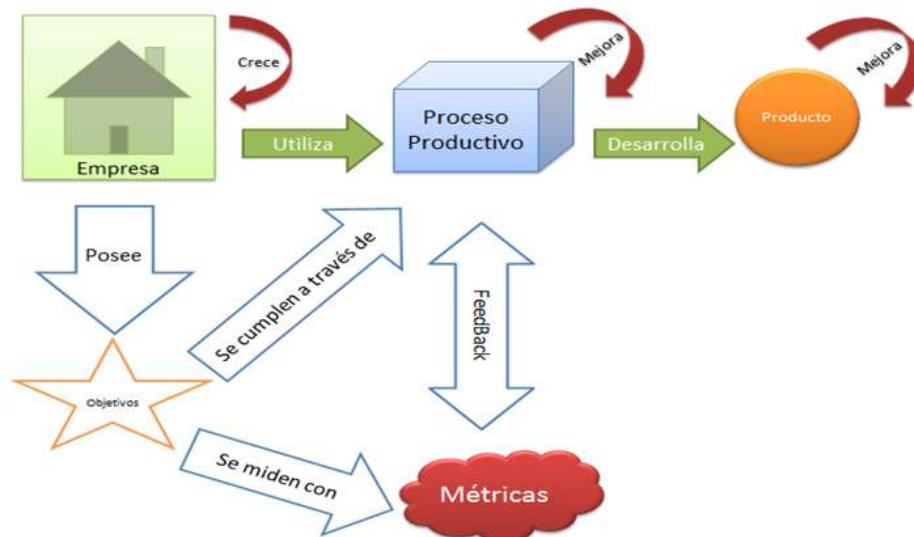


Figura 2.1: La empresa y su contexto

### **2.1.1. Objetivos Organizacionales**

#### **Algunas características de los objetivos organizacionales son:**

- Son enunciados escritos sobre resultados a ser alcanzados en un periodo determinado.
- Son los fines hacia los cuales está encaminada la actividad de una empresa, los puntos finales de la planeación.
- Se conciben como el punto final de un programa administrativo, bien sea que se establezca en términos generales o específicos.
- Tienen jerarquías, y también forman una red de resultados y eventos deseados. Una compañía u otra empresa es un sistema. Si las metas no están interconectadas y se sustentan mutuamente, la gente seguirá caminos que pueden parecer buenos para su propia función pero que pueden ser dañinos para la compañía como un todo.
- Deben ser racionalmente alcanzables y deben estar en función de la estrategia que se elija.
- Son una obligación que se impone una empresa porque es necesaria, esencial para su existencia.

#### **Algunas funciones de los objetivos organizacionales son:**

- Presentación de una situación futura: se establecen objetivos que sirven como una guía para la etapa de ejecución de las acciones.
- Fuente de legitimidad: los objetivos justifican las actividades de una empresa.
- Sirven como estándares: sirven para evaluar las acciones y la eficacia de la organización.
- Unidad de medida: para verificar la eficiencia y comparar la productividad de la organización.

La estructura de los objetivos establece la base de relación entre la organización y su medio ambiente. Es preferible establecer varios objetivos para satisfacer la totalidad de necesidades de la empresa.

Los objetivos no son estáticos, pues están en continua evolución, modificando la relación de la empresa con su medio ambiente. Por ello, es necesario revisar continuamente la estructura de los objetivos frente a las alteraciones del medio y de la organización.

Para lograr el objetivo organizacional es necesario realizar un correcto seguimiento y control de ciertos aspectos que ayudarán al cumplimiento de las metas propuestas. Este control se realiza utilizando métricas.

## **2.2. MÉTRICAS**

Las métricas, en gestión de proyectos informáticos, se pueden definir como una herramienta de ayuda para la planificación, desarrollo y mantenimiento de sistemas de información. Las métricas son un buen medio para entender, monitorizar, controlar, predecir y probar el desarrollo software y los proyectos de mantenimiento [8].

**En general, estas mediciones persiguen tres objetivos fundamentales:**

- Entender qué ocurre durante el desarrollo y el mantenimiento.
- Controlar qué es lo que ocurre en los proyectos.
- Mejorar los procesos y productos.

Las métricas pueden ser utilizadas para que los profesionales e investigadores puedan tomar las mejores decisiones y como medio para asegurar la calidad en los productos/procesos/ proyectos de software [9].

### **2.2.1. Recursos medibles por métricas de software**

**Algunos recursos sobre los que se pueden utilizar métricas de software son [12]:**

- Procesos de ingeniería del software; por ejemplo, actividades del análisis, diseño, codificación, etc.
- Productos de ingeniería del software; por ejemplo, diseños, código fuente, casos de prueba, entre otros.
- Tareas realizadas por personas; por ejemplo, la eficiencia de una persona que realiza las pruebas, o la productividad de un diseñador individual.

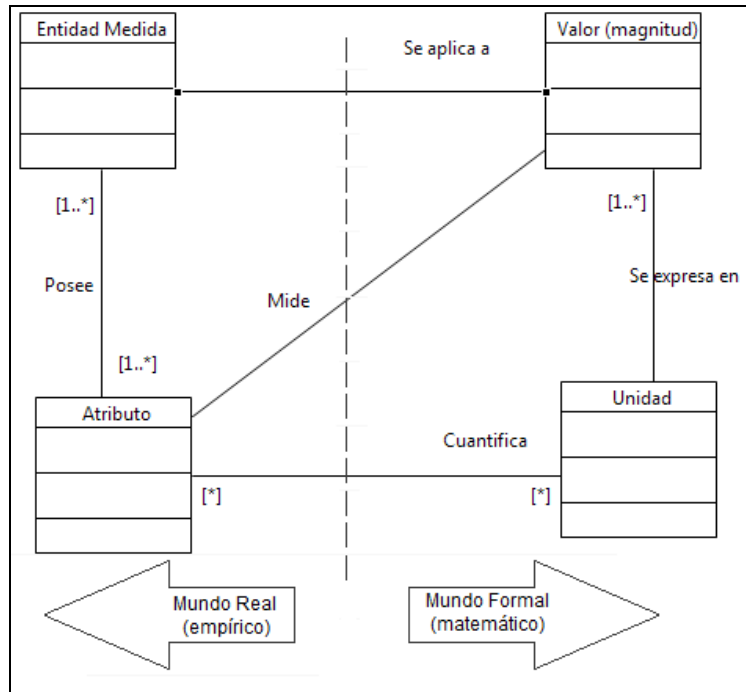
Las métricas sirven para identificar eventos y tendencias importantes en los proyectos y otorgan a la organización la información necesaria para la toma de decisiones. Además, ayudan como vocabulario común entre el grupo de personas que participa de la implementación de los proyectos, y el grupo que los patrocina (sponsors, stakeholders) y funcionan como motivación para el equipo, porque relacionan el esfuerzo personal de los miembros con los resultados generales del proyecto.

La acción de recopilar los datos de métricas se denomina medición. Cuando se habla de medición, se hace referencia a determinar la dimensión de la magnitud de una variable en relación con una unidad de medida preestablecida y convencional. Se realiza una comparación de lo que hay con lo que había o debería haber.

**Existen cuatro elementos básicos que interactúan en la medición [12]:**

- La(s) Entidad(es) a ser medida(s)
- La variable a medir denominada atributo
- El valor de la medición
- La escala o unidad de medida

La figura 2.2 [12] representa las relaciones entre los cuatro elementos básicos que interactúan en la medición haciendo una separación entre el mundo empírico que es el cual será medido y el matemático que cuantifica la medición en valores y unidades.



**Figura 2.2:** Modelo de relaciones de elementos de medición

Como se puede ver en la imagen, el mundo real o empírico posee una entidad medida sobre la que se realizará la medición y un atributo que será medido; por otro lado el mundo formal o matemático posee los datos que serán cuantificados a unidades y aplicados por su valor.

### 2.2.2. Indicadores clave de desempeño

Las siglas K.P.I. vienen de las palabras Key Performance Indicators que traducido a español se define como Indicadores claves de desempeño [13]. Son métricas financieras o no financieras usadas para ayudar a una organización a definir y medir el progreso que se da según las metas planteadas, se utilizan para cuantificar objetivos que reflejan el rendimiento de una organización, y que generalmente se recogen en su plan estratégico. Es un tema del que se suele hablar con frecuencia en el mundo de la gestión.

Los KPIs suelen estar atados a la estrategia de la organización. Los KPIs son "vehículos de comunicación"; permiten que los ejecutivos de alto nivel comuniquen la misión y visión de la empresa a los niveles jerárquicos más bajos, involucrando directamente a todos los colaboradores en realización de los objetivos estratégicos de la empresa.

Así los KPIs tienen como objetivos principales: medir el nivel de servicio, realizar un diagnóstico de la situación, comunicar e informar sobre la situación y los objetivos, motivar los equipos responsables del cumplimiento de los objetivos reflejados en el KPI, progresar constantemente [10].

### 2.3. ¿POR QUÉ MEDIR?

Dada la gran inversión realizada por las compañías para desarrollar y mantener información crítica, hay una demanda creciente de más evaluaciones objetivas y gestión de proyectos de software. Todas las organizaciones software exitosas tienen implementadas métricas como parte de sus actividades diarias tanto de gestión como técnicas. Las métricas proporcionan información objetiva necesaria para tomar decisiones que tengan un impacto positivo en el negocio y en el rendimiento. En estas organizaciones, la información derivada de las métricas es tratada como un recurso importante utilizado en todos los niveles de gestión.

La manera en que la medición es llevada a cabo y utilizada en una organización de software determina el valor que la organización recibirá en términos de rendimiento. La medición es más efectiva cuando es implementada de tal forma que dé soporte a los objetivos técnicos y de negocio de la organización y cuando se integra con el resto de actividades de gestión y técnicas ya definidas en la organización. Las métricas son de gran utilidad sobre todo cuando proporcionan información objetiva relacionada con los riesgos y problemas que pueden impactar con los objetivos definidos para un proyecto.

Las métricas ayudan a responder a preguntas cruciales como: ¿El proyecto está dentro de la planificación?, ¿El software está listo para ser entregado al usuario/cliente?, ¿El software cumple con los requisitos de calidad necesarios? [14]

#### **A nivel de proyecto las métricas realizan los siguientes aportes [14]:**

- **Identificar y corregir problemas de manera temprana:** Las métricas facilitan una estrategia de gestión activa porque ayudan a la identificación y la gestión de los riesgos. Fomentan la temprana recuperación y corrección de problemas técnicos y de gestión que pueden ser más difíciles y costosos de resolver en fases avanzadas del ciclo de vida de desarrollo. Los responsables de la organización utilizan métricas como fuente para anticiparse a los problemas tomando así un enfoque proactivo.
- **Tomar decisiones informadas o basadas en datos:** Todo proyecto de software está sujeto a ciertas restricciones de presupuesto, agenda, calidad técnica, etc., que deben ser compensadas entre sí y gestionadas para cumplir los objetivos establecidos del proyecto. Las decisiones que se toman sobre un área casi siempre impactan en otras, incluso aunque parezca que no están relacionadas. Las métricas ayudan a la persona que tiene que tomar las decisiones a evaluar estos impactos de forma objetiva y a optimizar el rendimiento del proyecto.
- **Justificar decisiones:** Las métricas dan soporte para defender las bases de estimaciones y planificaciones.
- **Relacionar e integrar la información derivada de otros proyectos:** Esto ayuda al jefe de proyecto a tomar decisiones utilizando información objetiva.



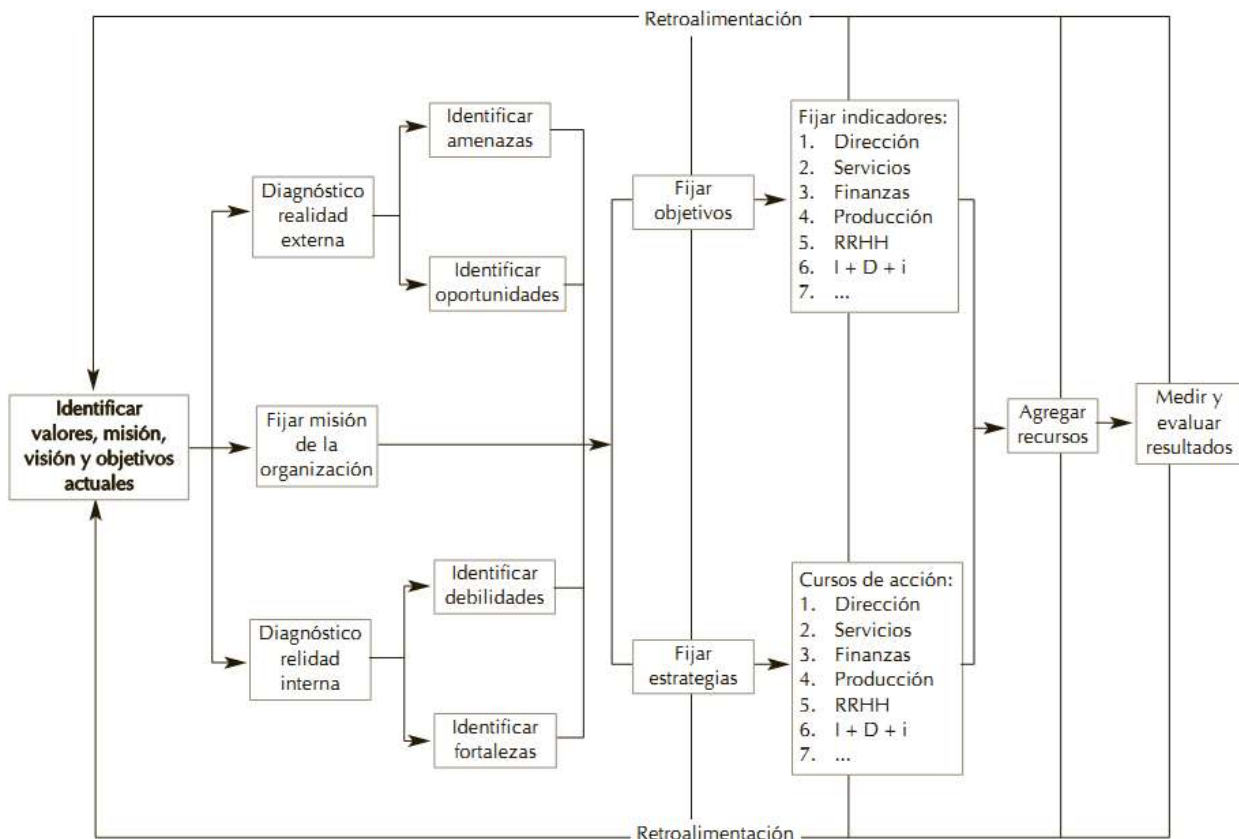
- **Definir e implementar planificaciones más realistas:** Las métricas sirven como historial de otros proyectos.

**A nivel de la organización la medición proporcionará los siguientes beneficios [14]:**

- Identificar las oportunidades de mejora.
- Mejorar el flujo de trabajo de los procesos.
- Fomentar la visión de la empresa.
- Mejorar la satisfacción del cliente.
- Mejorar la posición de la empresa en el mercado.
- Mejorar la visibilidad sobre la situación de los proyectos basada en datos objetivos
- Saber si ha mejorado
- Aumentar el Retorno de Inversión.

En definitiva, un proceso efectivo de medición proporciona una base adecuada de entendimiento de las capacidades de desarrollo, lo que permite definir planes viables para el desarrollo de productos y la prestación de servicios de calidad. Las medidas permiten detectar tendencias y anticipar problemas y, por lo tanto, permiten establecer un mejor control de los costos, una reducción de los riesgos, mejorar la calidad y asegurar la consecución de los objetivos de negocio.

La figura 2.3 [14] representa un diagrama que incluye desde la definición de objetivos organizacionales, una visión estratégica, misión empresarial y valores representativos de la agrupación para llegar hasta la medición de estos para retroalimentar a los primeros y evaluar el cumplimiento de las metas. Esta Medición se realiza sobre el proceso.



**Figura 2.3:** Diagrama de retroalimentación de información medible

Según indica la imagen, identificación la misión y visión la empresa se pondrá una meta y una imagen futura que espera de sí misma. Diagnosticando la organización en su ámbito interno y externo podrá identificar tanto amenazas, oportunidades, debilidades y fortalezas que puedan afectar el cumplimiento de las metas. Al fijar los objetivos y estrategias y tomando como base el punto anterior, podrá fijar acciones y mediciones para cumplir la meta propuesta. Realizando un control y seguimiento de estas variables se podrá retroalimentar el proceso productivo de la empresa con información real de la situación actual y cumplimiento de las metas propuestas y así las ramas directivas fijar los cursos de acción correctivos al proceso para su mejora.

#### 2.4. ¿QUÉ SE PUEDE MEDIR EN UN PROYECTO DE DESARROLLO DE SOFTWARE?

**Algunas mediciones posibles para un proyecto de software son [14]:**

- Líneas de código fuente escritas
- Horas-programador diarias
- Costo por hora-programador, en unidades monetarias
- Horas-programador totales
- Líneas de código fuente por hora de programador

- Costo total actual del proyecto, en unidades monetarias
- Costo por línea de código fuente
- Revisiones por caso de uso
- Correcciones a casos de uso
- Reescritura de módulos por errores
- Costo total de proyecto.

Estas dimensiones medibles de un proyecto de software son inútiles si no se alinean con un objetivo claro. Responder las preguntas ¿Por qué es necesario medir? y ¿Qué se medirá? ayuda a dirigir los esfuerzos en cumplir un objetivo claro y definido como visión estratégica de la organización.

## **2.5. TRABAJOS RELACIONADOS**

### **2.5.1. Objetivos, Preguntas y Métricas GQM**

Objetivos, Preguntas y Métricas; en inglés Goal Question and Metrics o abreviado a GQM, es un método dirigido por objetivos para desarrollar y mantener un programa de medidas significativas que se basa en tres niveles: objetivos, preguntas y métricas. El enfoque utiliza métricas para mejorar el proceso de desarrollo de software (y sus productos de software resultantes), manteniendo la alineación con el negocio de la organización y objetivos técnicos [14].

GQM se puede aplicar a todo ciclo de vida de productos, procesos y recursos. El enfoque fue desarrollado por el Dr. Victor Basili y sus colegas durante la década de 1980, en relación con su trabajo en el Laboratorio de Ingeniería de Software de la NASA (SEL), se perfeccionó en la década de 1990, y actualmente, sirve como marco base para las iniciativas de medición. Es un medio adecuado para lograr datos empíricos fiables y conocimientos acerca de las prácticas de software de la organización para impulsar el proceso de mejora sistemática. En este contexto, es particularmente útil para los siguientes propósitos:

- Comprender y alinear las prácticas de una organización de software
- Orientar y supervisar los procesos de software
- Evaluación de las nuevas tecnologías de ingeniería de software
- Evaluación y certificación de las actividades de mejora

Aunque el objetivo principal de la práctica es la definición de métricas, el enfoque también se ocupa de la recopilación de datos y experiencias y análisis e interpretación para su uso en futuras iniciativas. Estas actividades son tan importantes como la definición de las métricas, ya que guían cómo los datos se utilizan realmente.

GQM sigue un proceso de seis pasos donde los tres primeros tratan de identificar las métricas a partir de las metas del negocio y los tres últimos se basan en la recopilación de los datos de las medidas y su utilización eficaz en la toma de decisiones. Los 6 pasos del proceso GQM se pueden ver en la figura 2.4 [14]

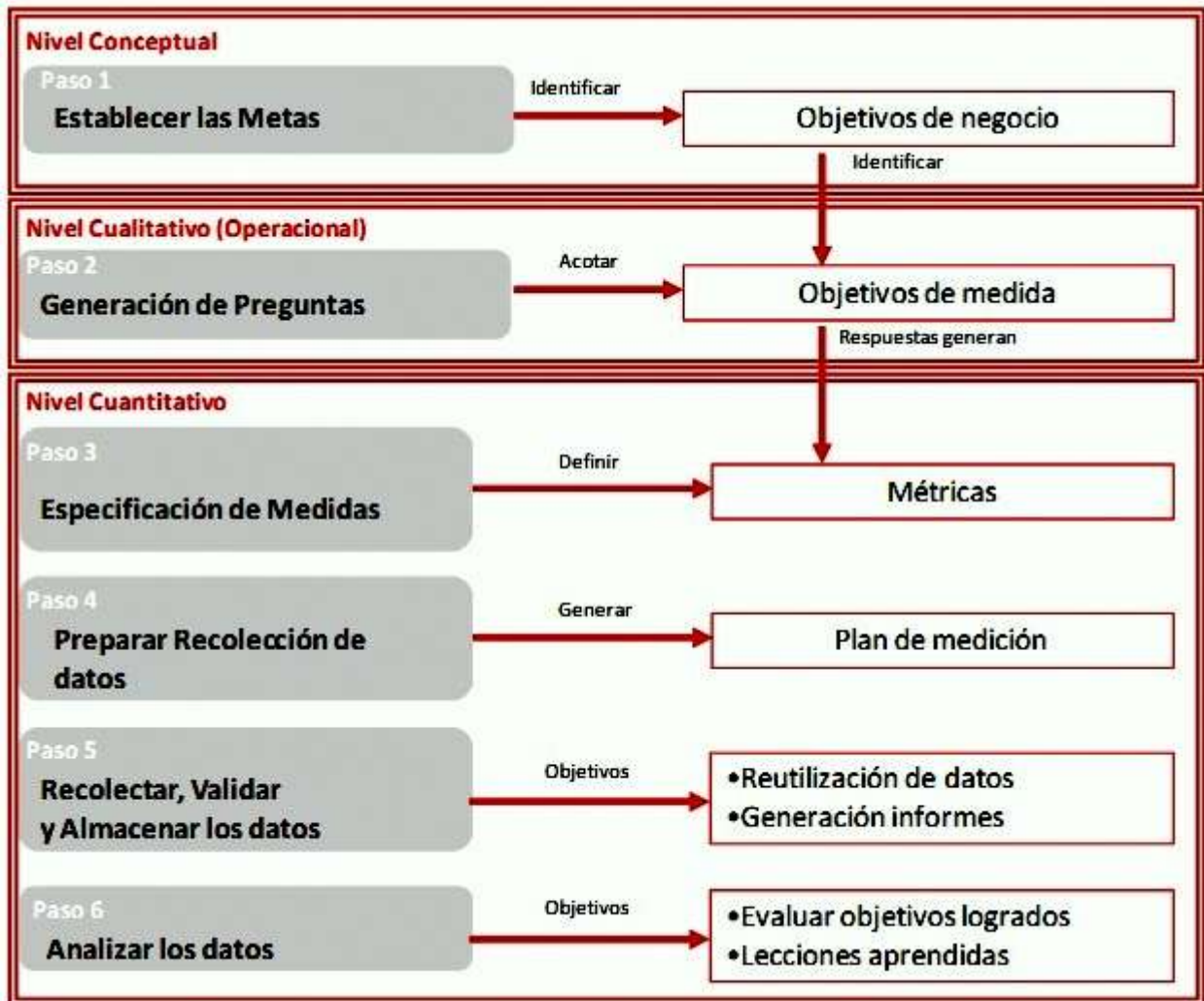


Figura 2.4: Pasos del método GQM

Para cada meta, puede haber varias preguntas y la misma pregunta se puede ligar a múltiples metas. De la misma forma, para cada pregunta puede haber múltiples métricas y una métrica puede ser aplicable a más de una pregunta. La figura 2.5 presenta un ejemplo de preguntas y métricas relacionadas con una meta [14].



Figura 2.5: Ejemplo de objetivos-preguntas-métricas de GQM

### 2.5.2. Sistema de Catalogación de Métricas e Indicadores con Potencia de Web Semántica

En las últimas décadas han surgido numerosas propuestas que definen conjuntos de métricas de calidad para la evaluación de productos y procesos de software en distintos dominios de aplicación. También existen en la actualidad algunos trabajos que proponen marcos conceptuales para la documentación de dichas métricas y catálogos que brindan información de utilidad en los proyectos de medición y/o evaluación de software.

Sin embargo, no existe un consenso general sobre cómo ha de documentarse la información de métricas e indicadores en forma efectiva, de manera de facilitar su explotación y aplicación a los procesos de medición y evaluación, de manera consistente. Además, si bien existen documentos estándares que definen parcialmente la terminología usada para el ámbito de modelos de calidad, métricas, y procesos de medición y evaluación [ISO9126, ISO14598, ISO15939], no existe una terminología universal consensuada entre los investigadores del área, y en consecuencia, la información relacionada proveniente de distintas fuentes no usa un mismo vocabulario, dificultando su aplicación en forma generalizada.

El “Sistema de Catalogación de Métricas e Indicadores con potencia de Web Semántica”, intenta dar solución a dichos problemas. Proporciona una ontología de métricas e indicadores que especifica un vocabulario común, con una semántica bien definida, facilitando la interpretación de la información de métricas e indicadores en forma uniforme, y permitiendo que puedan ser comparados los resultados obtenidos en distintos proyectos en forma consistente. Además entrega la implementación de un sistema uniforme, permitiendo que puedan ser comparados los resultados obtenidos en distintos proyectos en forma consistente. Por otro lado, la implementación de un sistema de

catalogación con potencia de web semántica, basado en dicha ontología, facilita la explotación e intercambio consistente de información de métricas e indicadores tanto por parte de usuarios como por parte de aplicaciones, agentes y herramientas automáticas en la Web. Dicho sistema de catalogación, fue implementado con tecnologías de web semántica, adecuadas para proporcionar búsqueda y navegación semántica de modo de proveer “entendimiento” automático de la información [11].

### **2.5.3. Cuadro de mando integral.**

El concepto de Cuadro de Mando Integral – CMI (Balanced Scorecard – BSC) fue presentado en el número de enero/febrero de 1992 de la revista Harvard Business Review, con base en un trabajo realizado para una empresa de semiconductores. Sus autores, Robert Kaplan y David Norton, plantean que el CMI es un sistema de gestión o sistema administrativo (management system), que va más allá de la perspectiva financiera con la que los gerentes acostumbran evaluar la marcha de una empresa. [5]

El cuadro de mando integral es un método para medir las actividades de una compañía en términos de su visión y estrategia. Proporciona a los gerentes una mirada global del desempeño del negocio. Es una herramienta de gestión de empresas que muestra continuamente cuándo una compañía y sus empleados alcanzan los resultados definidos por el plan estratégico. También es una herramienta que ayuda a la compañía a expresar los objetivos e iniciativas necesarias para cumplir con la estrategia. Es una herramienta para movilizar a la gente hacia el pleno cumplimiento de la misión a través de canalizar las energías, habilidades y conocimientos específicos de la gente en la organización hacia el logro de metas estratégicas de largo plazo. Permite tanto guiar el desempeño actual como apuntar al desempeño futuro. Usa medidas en cuatro categorías -desempeño financiero, conocimiento del cliente, procesos internos de negocios y, aprendizaje y crecimiento- para alinear iniciativas individuales, organizacionales y trans-departamentales e identifica procesos enteramente nuevos para cumplir con objetivos del cliente y accionistas. [5]

## **2.6. ADAPTABLE DOMAIN AND PROCESS TECHNOLOGY ENGINEERING, A.D.A.P.T.E.**

Esta tesis se enmarca dentro del proyecto FONDEF “A.D.A.P.T.E. Adaptable Domain and Process Technology Engineering” Plataforma metodológica y tecnológica que apoya el mejoramiento de procesos en PyMES de TICs[6].

A.D.A.P.T.E. es un proyecto I+D financiado por Fondef en el cual su principal objetivo es crear un mecanismo de adaptación de procesos organizacionales de empresas de desarrollo de software a proyectos específicos, para así entre, otras cosas, reducir los costos de realizar esta adaptación.

En A.D.A.P.T.E. participan tres universidades, éstas son:

- Universidad Técnica Federico Santa María
- Universidad de Chile
- Pontificia Universidad Católica de Valparaíso

A.D.A.P.T.E. se contextualiza en un amplio consenso acerca del valor de contar con procesos organizacionales de desarrollo de software tanto para lograr procesos más controlables, como para mejorar la calidad de los productos. Pero la conceptualización, definición e institucionalización de estos procesos en las organizaciones es un proceso costoso y largo. La mayor parte de las empresas desarrolladoras de software en Chile son PyMEs, y si bien una amplia mayoría de ellas coincide con el valor que los procesos podrían aportarles, sólo algunas pocas de ellas han contado con los recursos para su definición. Más aún, contar con un proceso organizacional permite alcanzar los beneficios de una certificación ISO o una evaluación CMMI, pero aún un único proceso no es apropiado para abordar todos los proyectos de desarrollo dado que el proceso óptimo depende de las particularidades de cada proyecto. Las variaciones pueden provenir del dominio de aplicación, la complejidad del sistema a desarrollar, las competencias del equipo humano o el tiempo disponible. Por ello, aun teniendo procesos organizacionales definidos, las empresas pueden no alcanzar todos los beneficios potenciales que podrían traer.

ADAPTE propone crear un mecanismo de definición de procesos organizacionales tal que capture la variabilidad potencial, de modo que la adaptación a contextos específicos de proyectos de desarrollo sea rápida y no requiera de personal altamente capacitado en ingeniería de procesos. También es necesario contar con la plataforma tecnológica apropiada para dar soporte a cada proceso adaptado antes de poder ponerlo en práctica. La propuesta también incluye un mecanismo para describir la plataforma tecnológica disponible dentro de una organización, y la definición de un mecanismo para la selección del conjunto de estas herramientas que serán necesarias para ejecutar el proceso específico del proyecto. El proyecto propone usar técnicas de Ingeniería Dirigida por Modelos (MDE) para las distintas facetas de la solución.

**Se definirán lenguajes específicos de dominio para:**

- Definición de los procesos organizacionales incluyendo variabilidad.
- Caracterización de los contextos que permitan describir las particularidades de los proyectos.

**Se definirán transformaciones de modelos para:**

- Transformar procesos organizacionales a procesos adaptados a proyectos
- Definir plataformas específicas que permitan ejecutar el proceso adaptado.

Tanto para la definición de los modelos como para las transformaciones se construirán herramientas de apoyo que facilitarán la adopción de los mecanismos propuestos por parte de las PyMEs. La propuesta se validará en cinco PyMEs de software de Chile, y todo el conocimiento generado, así como las herramientas desarrolladas, serán de dominio público [6].

### 3. SOLUCIÓN PROPUESTA

Parte importante de un proyecto de desarrollo de software es la medición y el control que se puede realizar sobre éste. Es por esto que dado ciertos objetivos organizacionales se debe determinar que métricas medir y sobre que entidades, para poder medir distintas dimensiones del proyecto para controlar de mejor forma el cumplimiento de los objetivos organizacionales.

Se propone generar la selección de métricas para un objetivo organizacional automática o semi-automáticamente. Esta generación se realizará a través de una ontología que utilizando el concepto de semántica, y recibiendo ciertos parámetros del objetivo y/o métricas, pueda inferir que métricas para utilizar realizar mediciones y controlar el rendimiento del proyecto. Las métricas serán extraídas de un repositorio de métricas de software tal como lo indica la figura 3.1.

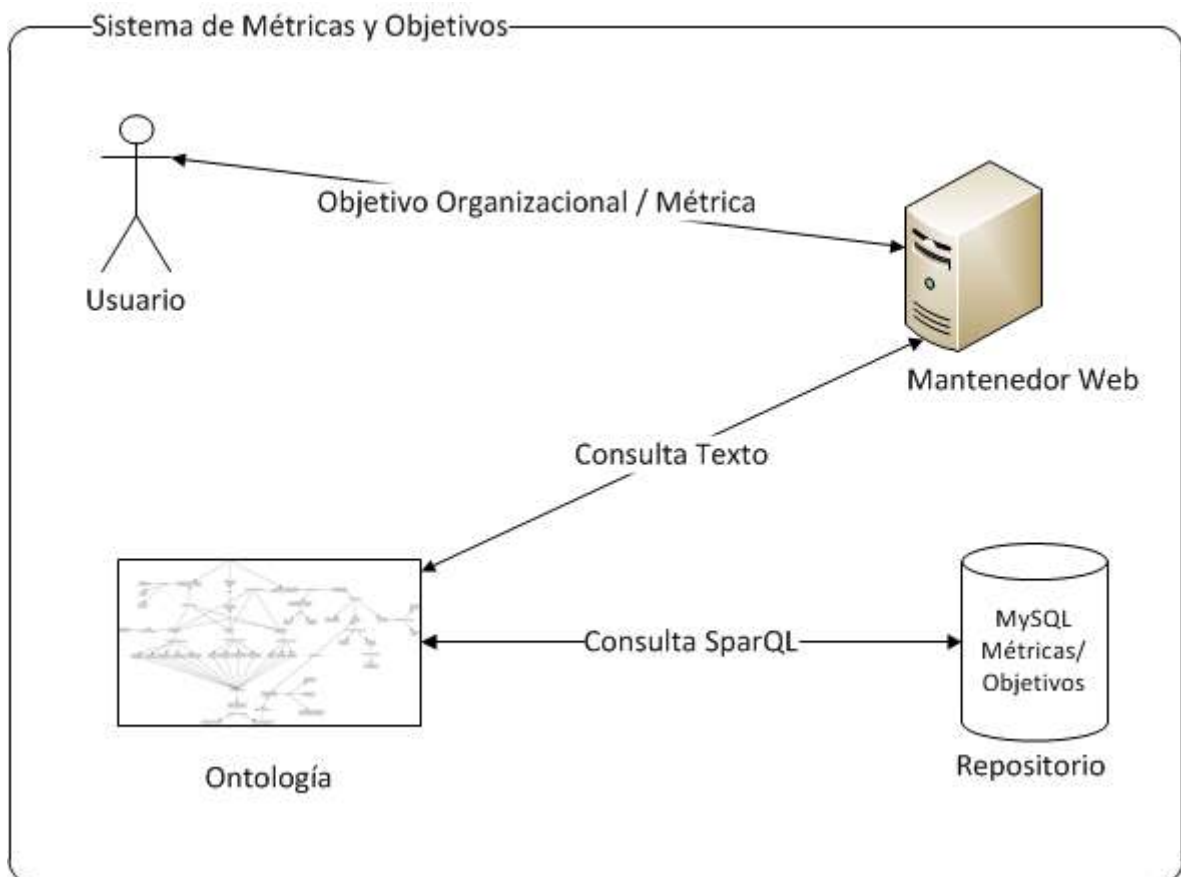


Figura 3.1: Diagrama de solución



El sistema de inferencia se compone de una ontología que representa los conceptos de métricas y objetivos, esta ontología se instancia en distintas entidades para lograr una interacción e instanciación de la misma y así generar la comunicación e interpretación de los conceptos a nivel semántico.

### **3.1. BÚSQUEDA SEMÁNTICA**

La búsqueda semántica es un proceso utilizado para mejorar la búsqueda, en un contexto específico, mediante el uso de datos de las redes semánticas para resolver las consultas y el texto de la web con la finalidad de encontrar los resultados más relevantes en relación a la demanda del usuario [15].

La dificultad de este tipo de búsqueda recae en que para los seres humanos es fácil establecer equivalencias semánticas entre diferentes expresiones pero este proceso no es evidente para los sistemas automatizados. Un sistema de búsqueda semántica ideal tendría que emular un hipotético sistema de búsqueda humano con una memoria suficientemente grande para recordar y relacionar todas las preguntas y respuestas anteriormente consultadas. Es cierto que diferentes personas pueden dar diferentes respuestas a una misma pregunta pero por mucho que se reformule la consulta la respuesta será similar ya que semánticamente serán consultas equivalentes.

Finalmente, el objetivo definitivo para un sistema artificial de búsqueda semántica será obtener los mismos resultados y en el mismo orden de relevancia respecto a diferentes consultas semánticamente equivalentes.

### **3.2. ONTOLOGÍA INFORMÁTICA**

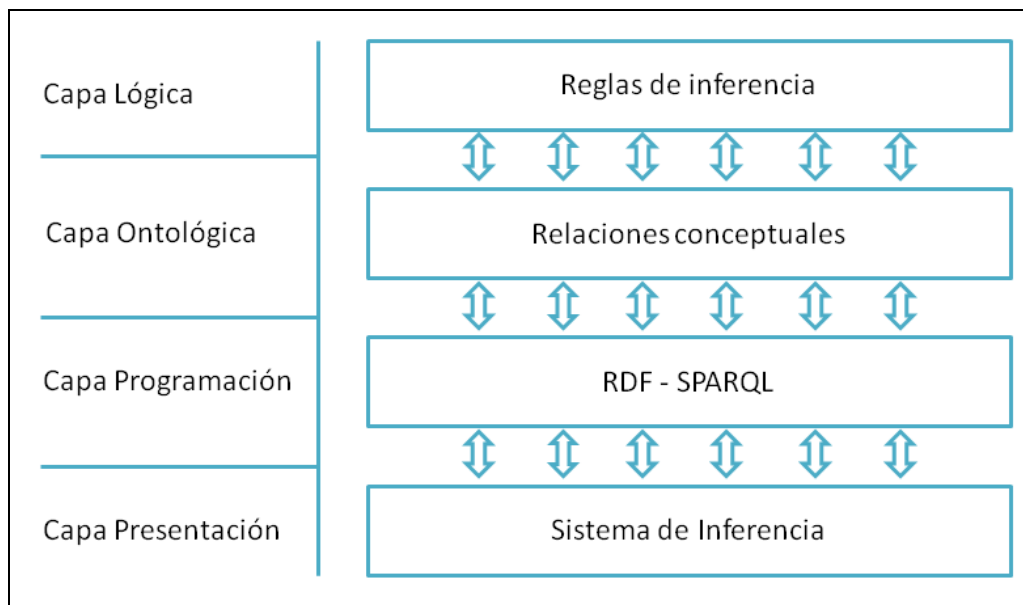
El término ontología en informática hace referencia a la formulación de un exhaustivo y riguroso esquema conceptual dentro de uno o varios dominios dados; con la finalidad de facilitar la comunicación y el intercambio de información entre diferentes sistemas y entidades. Aunque toma su nombre por analogía, ésta es la diferencia con el punto de vista filosófico de la palabra ontología [17].

Un uso común tecnológico actual del concepto de ontología, en este sentido semántico, se encuentra en la inteligencia artificial y en la representación del conocimiento. En algunas aplicaciones, se combinan varios esquemas en una estructura de facto completa de datos, que contiene todas las entidades relevantes y sus relaciones dentro del dominio.

Los programas informáticos pueden utilizar así, este punto de vista de la ontología, para una variedad de propósitos, incluyendo el razonamiento inductivo, la clasificación, y una variedad de técnicas de resolución de problemas.

Para que un computador interprete el modelo conceptual de la ontología es necesario programar las clases, restricciones y reglas en un lenguaje de programación que pueda ser comprendido e interpretado en un software que utilizándolo como base lógica de negocio genere información.

La ontología trabajada se basa en la arquitectura descrita en la figura 3.2, posee cuatro capas, la primera incorpora las reglas y restricciones de inferencia, también llamada capa sintáctica donde se definen las entidades y sus atributos, la segunda capa agrupa en forma de diagrama los conceptos y sus relaciones, se define también la taxonomía de la ontología, la tercera capa incluye código de programación en RDF y SPARQL, éste es el que será interpretado por el computador y proporciona la estructura base de los elementos pertenecientes a la ontología definiendo su estructura, la última capa corresponde al sistema de software que lo interprete y genere una visualización.



**Figura 3.2:** Arquitectura ontológica de la solución

### 3.3. CAPA LÓGICA: REGLAS DE INFERENCIA

En lógica, una regla de inferencia es un esquema para construir inferencias válidas. Estos esquemas establecen relaciones sintácticas entre un conjunto de fórmulas llamados premisas y una aserción llamada conclusión [16].

Estas relaciones sintácticas son usadas en el proceso de inferencia, por el que se llega a nuevas aserciones verdaderas a partir de otras ya conocidas. Las reglas también se aplican a la lógica informal y a las discusiones, pero la formulación es mucho más difícil y polémica.

Como se mencionó, la aplicación de una regla de inferencia es un procedimiento puramente sintáctico. Sin embargo, debe también ser válido, o mejor dicho, preservar la validez. Para que el requisito de preservación de la validez tenga sentido, es necesaria una cierta forma semántica para las aserciones de las reglas de inferencia y las reglas de inferencia en sí mismas.

Para el sistema de métricas y objetivos organizacionales se define la estructura de cada entidad-concepto perteneciente al contexto y alcance de la ontología. Para cada entidad se define la sintaxis, la forma como está definida. Un concepto es clasificado como una u otra entidad en base a si cumple o no la sintaxis especificada.

**La sintaxis de cada entidad de la ontología se define en la siguiente tabla:**

**Tabla 3.1:** Sintaxis de entidades de ontología

<b>Entidad</b>	<b>Atributos(Tipo de datos)</b>
Métrica	Nombre(String), Descripción(String), Tipo de Métrica(TipoDeMétrica), Proceso de Medición(ProcesoDeMedición), Unidad de Medida(UnidadDeMedida), Objetivo de Métrica (Objetivo)
Proceso de Medición	Nombre(String), Descripción(String), Metodología(String), Actividades (ActividadDeMedición)
Actividad de Medición	Nombre(String), Descripción(String), Entidad Medible (EntidadMedible)
Entidad Medible	Nombre(String), Descripción(String), Atributo Medible(AtributoMedible)
Atributo Medible	Nombre(String), Descripción(String), Valor atributo (String), Unidad de Medida (UnidadDeMedida)
Unidad de Medida	Nombre(String), Descripción(String), abreviación (String)
Objetivo	Nombre(String), Descripción(String), Motivación (Motivación)
Motivación	Nombre(String), Descripción(String)
Organización	Nombre(String), Descripción(String), Visión(String), Misión(String), Objetivos(Objetivo), Productos(Producto)

Proceso Productivo	Nombre(String), Descripción(String), Actividades (ActividadDeProceso)
Actividad de Proceso	Nombre(String), Descripción(String), Entregable(EntidadMedible)
Producto	Nombre(String), Descripción(String), Proceso Productivo(ProcesoProductivo)

### 3.4. CAPA ONTOLÓGICA

#### 3.4.1. Relaciones Conceptuales

Las relaciones conceptuales son los vínculos que conectan a los conceptos entre sí. Hay dos de ellas que tienen particular relevancia para la organización del conocimiento conceptual: las taxonómicas y las temáticas.

Los conceptos son construcciones o imágenes mentales, por medio de las cuales se comprenden las experiencias que emergen de la interacción con el entorno. En este contexto, se utiliza la palabra “Concepto” para referirse a cada entidad perteneciente a la ontología. Cada entidad descrita, hace referencia lógicamente a un concepto del dominio tratado.

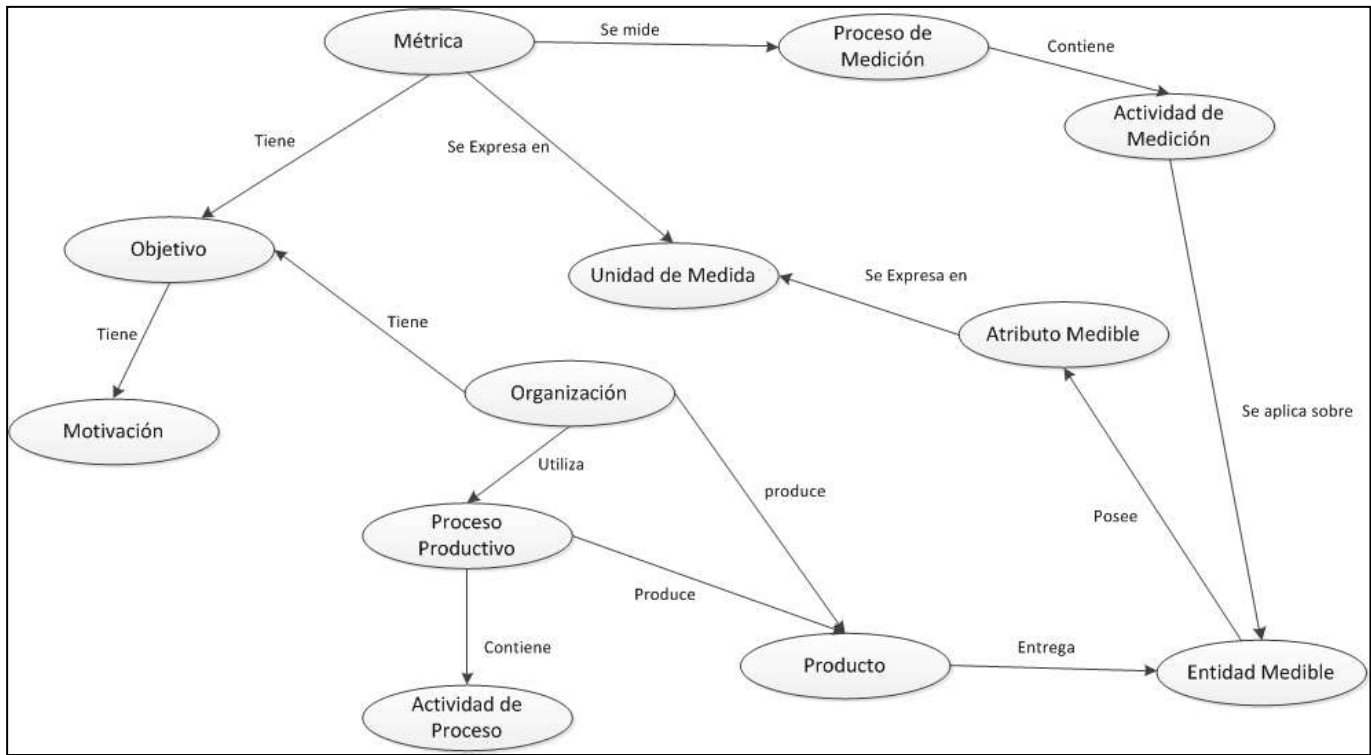
En la siguiente tabla se definen las relaciones entre los conceptos y la descripción de esta relación. Cada concepto estará encerrado por paréntesis corchetes, por ejemplo: [concepto].

**Tabla 3.2:** Definición de conceptos de capa ontológica

Relación	Descripción
[Métrica] se mide [Proceso de medición]	Relación entre la métrica y el proceso de medición que provee el método para que la métrica sea aplicada.
[Métrica] se expresa en [Unidad de medida]	Relación entre la métrica y la unidad de medida en la que se expresa la misma.
[Métrica] tiene [Objetivo]	Relación entre la métrica y el objetivo de medición de ésta.
[Proceso de Medición] contiene [Actividad de Medición]	Relación entre el proceso de medición y las actividades del proceso, un proceso puede tener muchas actividades.

[Actividad de Medición] se aplica sobre [Entidad Medible]	Relación entre la actividad y la entidad sobre la cual se aplica la medición.
[Entidad Medible] posee [Atributos Medibles]	Relación entre la entidad medible y los atributos de la entidad que son parte del proceso de medición.
[Atributos Medibles] se expresa en [Unidad de Medida]	Relación entre los atributos y la unidad de medida de los mismos.
[Objetivo] tiene [Motivación]	Relación entre los objetivos y la motivación de cada uno de ellos.
[Organización] tiene [Objetivo]	Relación entre la organización y los objetivos de ésta.
[Organización] Utiliza [Proceso Productivo]	Relación entre la organización y el proceso productivo que utiliza.
[Organización] produce [Producto]	Relación entre la organización y los productos que produce.
[Proceso Productivo] produce [Producto]	Relación entre el proceso productivo y el producto que produce éste.
[Proceso Productivo] contiene [Actividad de Proceso]	Relación entre el proceso productivo y las actividades o tareas del mismo.
[Producto] Entrega [Entidad Medible]	Relación entre el producto y la entidad medible y cuantificable para obtener métricas.

Representando las relaciones conceptuales en un diagrama tipo árbol se obtiene la figura 3.3, a través de esta representación se puede distinguir a simple vista como los conceptos se relacionan unos con otros para dar origen a una ontología en un dominio dado: medición y objetivos organizacionales.



**Figura 3.3:** Relaciones conceptuales de la ontología

### 3.4.2. Diagrama de clases de ontología Métricas-Objetivos

El siguiente diagrama representa en clases, las descripciones sintácticas y conceptuales de los elementos de la ontología, describe la estructura relacional y cardinalidad entre las entidades. Cabe destacar que este modelo será utilizado para representar las entidades en la aplicación Java, a través de entidades de negocio, como en la capa programación RDF a través de nodos.

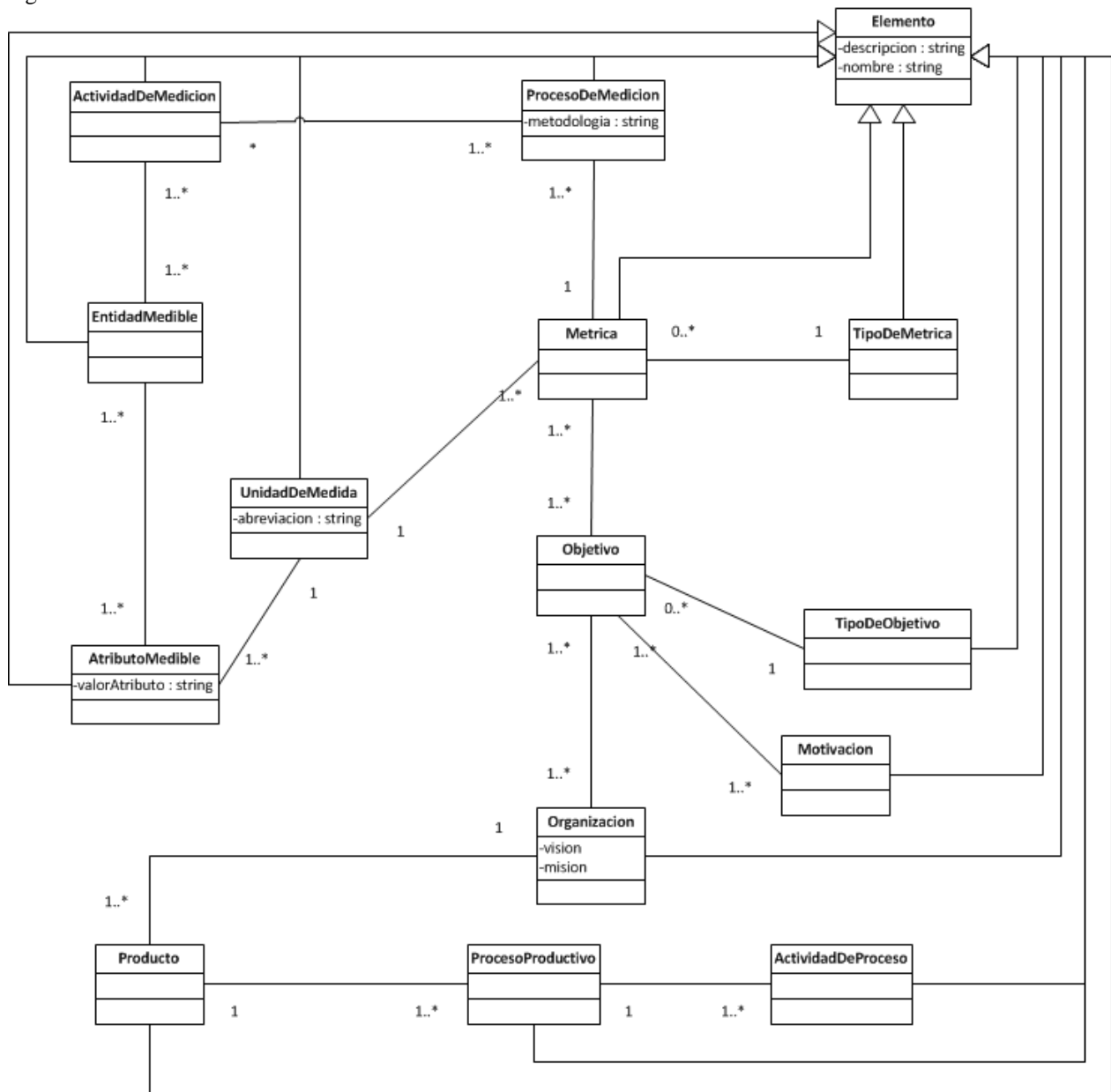


Figura 3.4: Diagrama de clases ontología métricas-objetivos

### 3.4.3. Métricas instanciables en el modelo

Existen distintos tipos de métricas medibles en un proyecto de software. Para lograr medir efectivamente, se debe tener un marco de referencia de la medición, es decir con qué se está comparando la medición.

Dependiendo del tipo de métrica se puede determinar por ejemplo: el avance del proyecto, recursos destinados, trabajo repetido, la calidad del producto desarrollado. Estas métricas se deben comparar con el marco de referencia para hacerlas objetivas y obtener información útil para la toma de decisiones.

#### Métricas de Proyecto de Software

**Tabla 3.3:** Definición de métrica Progreso del proyecto

Característica	Definición
Nombre	Progreso del proyecto (general)
Descripción	% de avance (retraso) del proyecto expresado en tiempo
Objetivo	Controlar progreso del proyecto
Motivación	Mejorar gestión de los proyectos
Tipo de métrica	Métrica cuantitativa
Entidad medible	Plan de trabajo del Proyecto
	Artefactos de construcción
Atributos medibles	Número total de actividades del proyecto
	Número de actividades del proyecto completas
	Número de módulos construidos
Unidad de medida	Porcentaje
Proceso de medición	<p>Se debe comparar la planificación esperada con el avance real del proyecto de software. Por cada actividad del proceso de desarrollo. Para esto se debe evaluar el número de actividades/módulos desarrollados en base al total del proyecto.</p> <p>Calcular en porcentaje el número de actividades completadas sobre el total de ellas y comparar el resultado con el porcentaje de avance esperado a la fecha, basado en la estimación inicial. En base a eso determinar el grado de adelanto, retraso o cumplimiento de la planificación y tomar, en caso de ser necesario, las medidas correctivas</p>



**Tabla 3.4:** Definición de métrica Recursos utilizados

<b>Característica</b>	
Nombre	Recursos utilizados expresados en hora-hombre (HH)
Descripción	% de uso de recursos humanos en el proyecto
Objetivo	Controlar avance del proyecto
Motivación	Mejorar la gestión de los recursos humanos para los proyectos
Tipo de métrica	Métrica cuantitativa
Entidad medible	Recursos humanos
Atributos medibles	Horas -Hombre asignadas al proyecto
	Horas -Hombre necesarias para el proyecto
Unidad de medida	Porcentaje
Proceso de medición	Se debe determinar el número de HH usadas en comparación con las necesarias, para determinar el uso y falta de recursos, además de tiempos muertos en la asignación

### Métricas de Desarrollo de Software

**Tabla 3.5:** Definición de métrica Trabajo repetido, no reutilización

<b>Característica</b>	<b>Definición</b>
Nombre	Trabajo repetido, no reutilización, sobre uso de recursos
Descripción	Determinar % de trabajo repetido en el desarrollo para evaluar posibles mejoras en proceso de desarrollo tales como etapa de diseño para aplicar reutilización de componentes
Objetivo	Controlar trabajo repetido en el desarrollo
Tipo de métrica	Métrica cuantitativa
Entidad medible	Producto Software
Atributos medibles	Artefactos, diagramas, código, scripts, interfaces, informes
Unidad de medida	Porcentaje
Proceso de medición	Para determinar el trabajo repetido se deben tomar datos de entrada de las versiones del artefacto a medir, estas versiones pueden ser de 2 tipos, versiones evolutivas en las cuales se mejoró o avanzó, y versiones correctivas donde se detectaron defectos que fue necesario reparar, estas versiones correctivas son las que entran en la categoría de trabajo repetido, también puede aplicarse a los

	<p>errores (bugs) de análisis, diseño o programación.</p> <p>Se debe contar el número de revisiones del encargado o superior y en base a eso calcular el tiempo usado en repetición de tareas, intersectar la dimensión tiempo repetido con tiempo planificado. Se pueden obtener 2 mediciones: Trabajo repetido dentro de plazo y trabajo repetido fuera del plazo.</p>
--	--

**Tabla 3.6:** Definición de métrica Reutilización de componentes

<b>Característica</b>	<b>Definición</b>
Nombre	Reutilización de componentes
Descripción	% de reutilización en el desarrollo
Objetivo	Determinar rendimiento del proceso a partir de reutilización de componentes
Motivación	Mejorar procesos de desarrollo a partir de la reutilización y planificación
Entidad medible	Productos Software
Atributos medibles	Artefactos de desarrollo
	Diagramas de diseño
	Códigos fuente y scripts
	Entregables tipo informe
Unidad de medida	Porcentaje
Proceso de medición	<p>Identificar para cada elemento del proyecto software si se utilizó algún % de elementos de otro proyecto anterior. Se deben calcular todos los % de reutilización para luego obtener el % total del proyecto y con esto el % de recursos ahorrados.</p> <p>Se debe identificar el % de módulos, diagramas, código que reutilizaron respecto al total de la entidad. Es decir, de 100 diagramas se reutilizan 5 (5%). Al determinar el % de reutilización se puede determinar las HH ahorradas y los recursos no usados.</p>

## Métricas de Mantenimiento/Soporte de Software

**Tabla 3.7:** Definición de métrica Tiempo de respuesta de soporte

Característica	Definición
Nombre	Tiempo de respuesta de soporte, post venta
Descripción	El tiempo de respuesta post venta determina la calidad del servicio luego de entregar el producto al cliente. Medido en base al tiempo utilizado en corrección de bugs y resolución del problema
Objetivo	Controlar tiempo de resolución de problemas post venta, soporte y garantía
Motivación	Aumentar satisfacción del cliente para mantener relación comercial
Entidad medible	Producto Software
Unidad de medida	Tiempo
Atributos medibles	Número de Bugs reportados
	Tiempo de resolución por bug
Proceso de medición	<p>Identificar la calidad del servicio post venta a través del registro de tiempo en solucionar problemas al cliente.</p> <p>Se debe documentar la fecha/tiempo de entrada de la corrección y de la salida del producto corregido, con esto determinar el tiempo de corrección para obtener un indicador de la calidad del servicio. Además, se puede determinar por qué surgió el error, en qué etapa de desarrollo, quién es el responsable y cuántos recursos se desperdiciaron.</p>

**Tabla 3.8:** Definición de métrica Número de bugs por programador

Característica	Definición
Nombre	Número de bugs por programador
Descripción	Determina el número de errores de programación luego de que el sistema software es puesto en producción o dicho de otra forma pasa uso oficial del cliente
Objetivo	Trazar bugs para mejorar habilidades de programadores
Motivación	Aumentar calidad de producto final
Entidad medible	Producto Software

Unidad de medida	Bugs por programador
Atributos medibles	Número de Bugs reportados
Proceso de medición	Identificar qué programador(es) participan en desarrollo de módulos de sistema que presentan bugs reportados por área QA o por el cliente

### **3.5. CAPA PROGRAMACIÓN**

#### **3.5.1. Framework Apache Jena**

Apache Jena es un framework Java para construir aplicaciones basadas en ontologías. Jena se desarrolló en HP Labs en el 2000, en 2009 HP cedió el proyecto a la fundación Apache que decidió adoptarlo en noviembre de 2010.

##### **Su Arquitectura incluye [18]:**

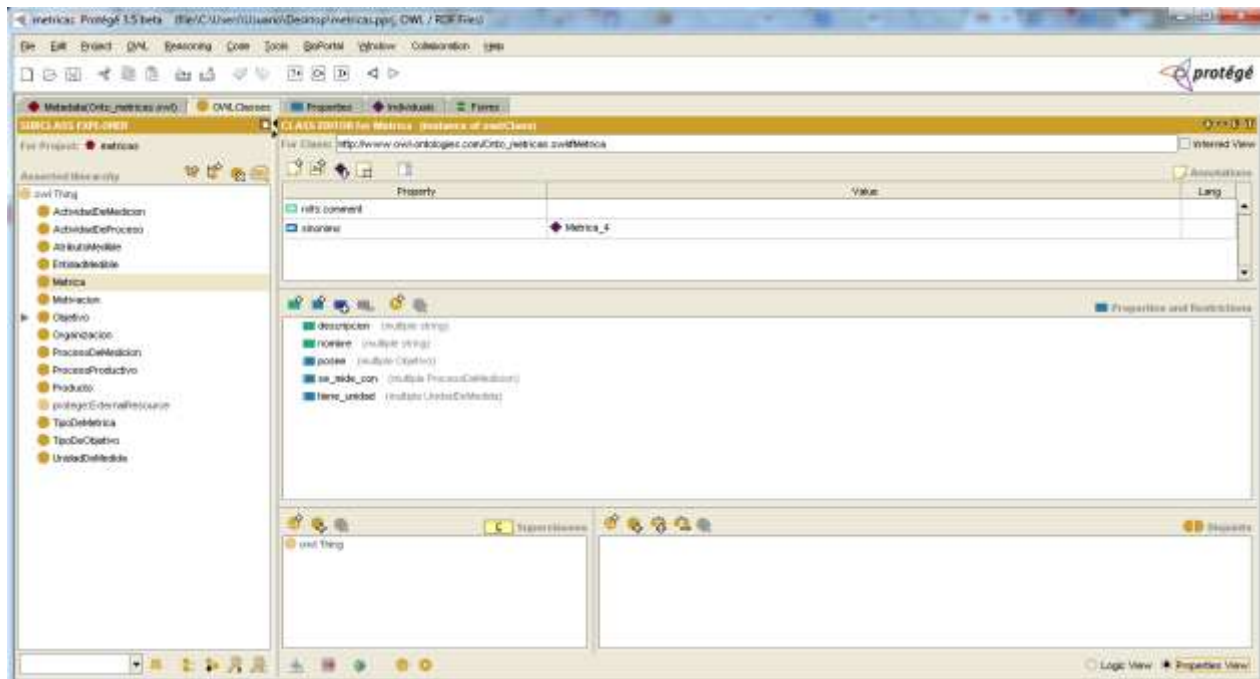
- API para trabajar (leer, procesar, escribir) ontologías RDF y OWL
- Motor de inferencia para razonar sobre ontologías RDF y OWL
- Estrategias de almacenamiento flexible para almacenar tripletas RDF en memoria o fichero
- Motor de queries compatible con especificación SPARQL

#### **3.5.2. Framework de Descripción de recursos, RDF**

RDF es un formato de datos para grafos dirigidos etiquetados, que permite representar información en la Web. Normalmente, RDF se utiliza, entre otros usos, para representar información personal, redes sociales, metadatos sobre objetos digitales, así como para proporcionar un medio para la integración de fuentes de información dispares. Esta especificación define la sintaxis y la semántica de SPARQL, un lenguaje de consulta para RDF [19].

#### **3.5.3. Descripción RDF de Ontología**

La Ontología fue definida utilizando el software Protegé de la figura 3.5 [20] , a partir de él se genera el XML descrito en el anexo de la sección 7 de este informe.



**Figura 3.5:** Software de desarrollo ontológico Protégé.

### 3.5.4. Lenguaje de consulta SPARQL

SPARQL es un acrónimo recursivo del inglés SPARQL Protocol and RDF Query Language. Se trata de un lenguaje estandarizado para la consulta de grafos RDF, normalizado por el RDF Data Access Working Group (DAWG) del World Wide Web Consortium (W3C). Es una tecnología clave en el desarrollo de la Web Semántica que se constituyó como Recomendación oficial del W3C el 15 de Enero de 2008 [21].

Al igual que sucede con SQL, es necesario distinguir entre el lenguaje de consulta y el motor para el almacenamiento y recuperación de los datos. Por este motivo, existen múltiples implementaciones de SPARQL, generalmente ligados a entornos de desarrollo y plataforma tecnológicas.

En un principio SPARQL únicamente incorporó funciones para la recuperación sentencias RDF. Sin embargo, algunas propuestas también incluyen operaciones para el mantenimiento (creación, modificación y borrado) de datos.

### 3.5.5. Querys SPARQL

**El lenguaje de consulta SPARQL utiliza consultas tipo SQL clásico, en las siguientes consultas se busca un objetivo y una métrica respectivamente.**

#### **Query de búsqueda de objetivos al ingresar Métrica de medición**

Para la siguiente consulta determina un objetivo en el modelo RDF, define un objetivo como sujeto y sobre el cual posee, organización, motivación, nombre de la métrica, descripción y tipo de métrica, dado estos parámetros, la consulta debe devolver los objetivos que cumplen las condiciones especificadas.

```
PREFIX rdf: <http://www.owl-ontologies.com/OntologiaMetricasObjetivos.owl>
```

```
SELECT ?objetivo dcterms:subject rdf:Objetivo
```

```
WHERE{
```

```
? objetivo rdf:es_de rdf:Organizacion
```

```
? objetivo rdf:lo_motiva rdf:Motivacion
```

```
? objetivo rdf:nombre rdf:Metrica:nombre
```

```
? objetivo rdf:descripción rdf:Metrica:descripcion
```

```
? objetivo rdf:tiene_tipo rdf:Metrica:tipoMetrica
```

```
}
```

#### **Query de búsqueda de métricas al ingresar Objetivo Organizacional**

Para la siguiente consulta, se buscan las métricas en el modelo RDF de la ontología, para ello se le entregan los parámetros, proceso de medición, unidad de medida, objetivo de la métrica, nombre del objetivo y descripción del objetivo.

```
PREFIX rdf: <http://www.owl-ontologies.com/OntologiaMetricasObjetivos.owl>
```

```
SELECT ?metrica dcterms:subject rdf:Metrica
```

```
WHERE{
```

```
?metrica rdf:se_mide_con rdf:procesoDeMedicion
```

```
?metrica rdf:tiene_unidad rdf:unidadDeMedida
```

```
?metrica rdf:posee rdf:objetivo
```

```
?metrica rdf:nombre rdf:Objetivo:nombre
```

```
?metrica rdf:descripción rdf:Objetivo:descripcion
```

```
}
```

## 3.6. SISTEMA DE INFERENCIA

### 3.6.1. Tecnologías utilizadas

Para el desarrollo del sistema de inferencia de utilizaron las siguientes tecnologías:

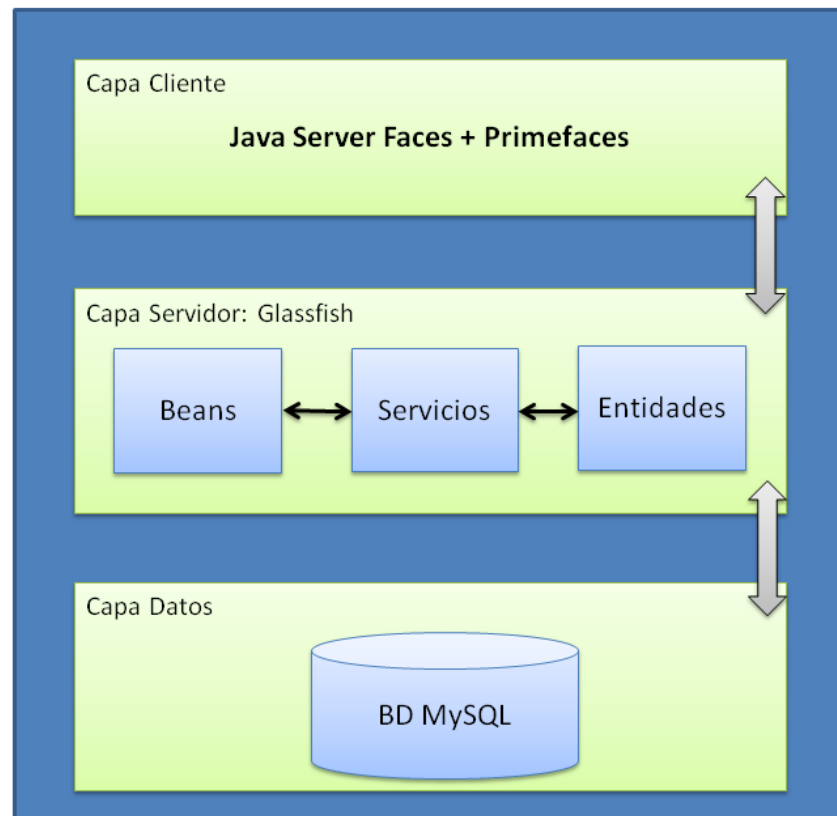
- **JavaServer Faces (JSF)** es una tecnología y framework para aplicaciones Java basadas en web que simplifica el desarrollo de interfaces de usuario en aplicaciones Java EE. JSF incluye: un conjunto de APIs para representar componentes de una interfaz de usuario y administrar su estado, manejar eventos, validar entrada, definir un esquema de navegación de las páginas y dar soporte para internacionalización y accesibilidad, componentes para la interfaz de usuario, dos bibliotecas de etiquetas personalizadas para JavaServer Pages que permiten expresar una interfaz JavaServer Faces dentro de una página JSP, un modelo de eventos en el lado del servidor y Beans administrados [22].
- **PrimeFaces:** es un componente para JavaServer Faces (JSF) de código abierto que cuenta con un conjunto de componentes ricos que facilitan la creación de las aplicaciones web. Provee un conjunto de componentes ricos (Editor de HTML, autocompletar, cartas, gráficas o paneles, entre otros), soporte de AJAX con despliegue parcial, lo que permite controlar cuáles componentes de la página actual se actualizarán y cuáles no y componentes para desarrollar aplicaciones web para móviles-celulares, especiales para iPhones, Palm, Android y teléfonos móviles Nokia [23].
- **MySQL:** es un sistema de gestión de bases de datos relacional, multihilo y multiusuario con más de seis millones de instalaciones. Permite comunicación con Java a través de una implementación nativa del driver de Java para MySql [24].

### 3.6.2. Arquitectura del sistema

La arquitectura del sistema de inferencia se basa en 3 capas que dividen la carga de la aplicación. Estas capas corresponden a las descritas en la figura 3.6.

- a. **Presentación:** Es la capa encargada de presentar los datos, controlar la navegación del sistema, validar las entradas de datos, informar al usuario con alertas, etc. En el Sistema se ordena de la siguiente forma:
  - Las paginas JSF (XHTML) arman como se ve una vista, utilizando principalmente componentes de Primefaces. La lógica Java de las páginas se realiza en unos componentes llamados Beans.
  - Las validaciones se logran principalmente por el Framework JSF que se integra con la tecnología de Beans Validators, la cual permite a través de anotaciones centralizar la validación de datos en el modelo de la aplicación.

- b. **Lógica de Negocio:** Recibe las solicitudes de la presentación y las responde, realiza toda la funcionalidad de negocio del sistema (validaciones de negocio, manejo de transacciones, etc.). Accede a la capa de accesos a datos.
- c. **Base de Datos:** Todo el manejo de tablas, registros, índices y datos almacenados.

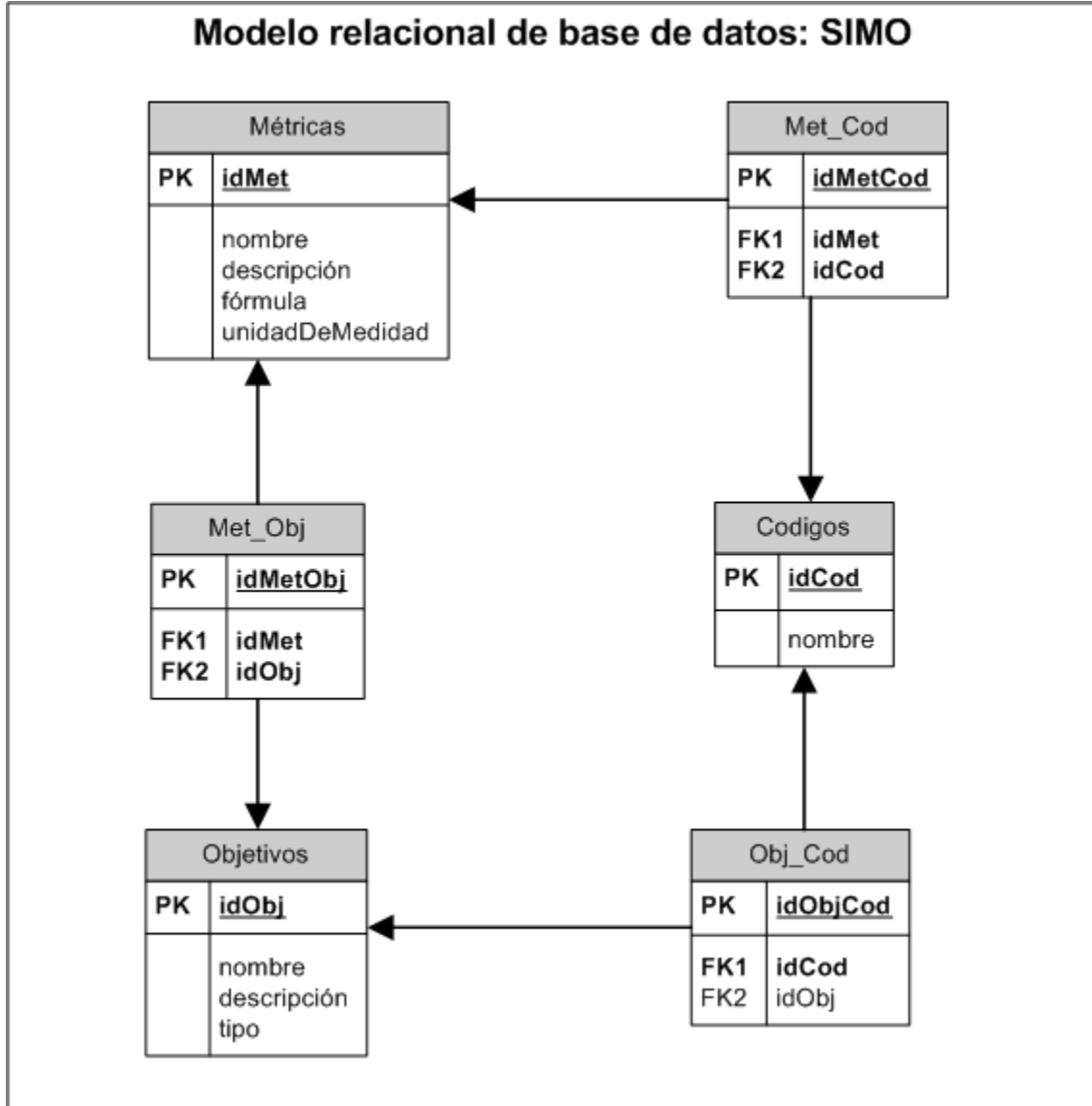


**Figura 3.6:** Arquitectura de la solución

### 3.6.3. Modelo de datos

La capa de datos consiste en una instancia del modelo relacional de datos que soporta la persistencia de las entidades de la ontología. El modelo se basa en 3 tablas principales: Métricas, Objetivos y Códigos. Una métrica puede poseer muchos códigos y un código relacionarse con muchas métricas por lo que existe una tabla relación Met\_Cod que normaliza la relación. Esta misma lógica se aplica a las tablas Objetivos y Códigos en donde se crea una tabla relación Obj\_Cod. Al momento de relacionar una métrica con un objetivo esto se persiste en la tabla relación Met\_Obj, ver figura 3.7.





**Figura 3.7:** Modelo relacional de base de datos

### 3.6.4. Interfaces de usuario

Las interfaces de usuario corresponden a la capa de interacción con los usuarios del sistema de inferencia. Estas pueden ser revisadas en el capítulo 7 ANEXOS.

## 4. CASO DE ESTUDIO

### 4.1. METODOLOGÍA DE VALIDACIÓN

Para realizar la validación de la propuesta, se prueba la solución en una empresa para comprobar el correcto funcionamiento de las relaciones ontológicas determinadas e implementadas en el sistema de inferencia. Para ello se realiza una prueba en una empresa informática, esta empresa es ZEKE Ltda. Cabe destacar que las pruebas se realizan con la finalidad de validar la ontología y su correcto sentido de inferencia y no evaluar entre otras cosas, usabilidad de la aplicación, rendimiento ni diseño.

El sistema de inferencia para métricas y objetivos está orientado para usuarios que trabajan en el diseño de planes estratégicos, determinación de objetivos empresariales, y confección de planes de acciones futuras. El usuario seleccionado corresponde al **Gerente General de Zeke Ltda. Sr. Gonzalo Romero**. La prueba realizada comprende la utilización del sistema con datos reales ingresados por el Sr. Gonzalo Romero.

Las secciones del caso de estudio están divididas en los datos de la empresa participante correspondiente a la sección 4.2, la sección 4.3 de métricas pre-ingresadas al sistema, 4.4 corresponde a las métricas ingresadas por el usuario de prueba, 4.5 corresponden a los objetivos ingresados por el usuario, la sección 4.6 corresponde a las relaciones encontradas por el sistema, y la sección 4.7 corresponde al análisis de las relaciones encontradas.

### 4.2. DATOS DE LA EMPRESA PARTICIPANTE DEL CASO DE ESTUDIO

**Tabla 4.1:** Datos de empresa participante en caso de estudio

Característica	Definición
Nombre Organización	Zeke Ltda.
Descripción	ZEKE es una empresa dedicada al desarrollo de software a medida, implantación de soluciones de Inteligencia de Negocios, Sistemas de Gestión Documental, Soporte y Mantenimiento de Sistemas, y Automatización de Procesos de Negocios, además de entregar asesorías a proyectos de diversa índole. El principal compromiso con los clientes es entregar un servicio con altos estándares de eficiencia y calidad, lo que ha impulsado a ZEKE a certificar todos sus procesos. Actualmente ZEKE se encuentra certificado en la Norma ISO 9001:2008 por parte del Grupo Bureau Veritas.
Misión	Proveer a nuestros clientes de soluciones innovadoras y servicios informáticos de calidad, que permitan agregar valor a su negocio.

Visión	Ser una empresa confiable y reconocida por la calidad de sus soluciones, con una gestión que se anticipe y adapte al cambio, aprenda de la experiencia e innove permanentemente.
--------	--

### 4.3. MÉTRICAS PRE-INGRESADAS AL SISTEMA

**Tabla 4.2:** Métrica pre-ingresada al sistema, Progreso del Proyecto

Característica	Definición
Nombre	Progreso del proyecto (general)
Descripción	% de avance (retraso) del proyecto expresado en tiempo
Objetivo	Controlar progreso del proyecto
Motivación	Mejorar gestión de los proyectos
Tipo de métrica	Métrica cuantitativa
Entidad medible	Plan de trabajo del Proyecto
	Artefactos de construcción
Atributos medibles	Número total de actividades del proyecto
	Número de actividades del proyecto completas
	Número de módulos construidos
Unidad de medida	Porcentaje
Proceso de medición	<p>Se debe comparar la planificación esperada con el avance real del proyecto de software, por cada actividad del proceso de desarrollo.</p> <p>Para esto se debe evaluar el número de actividades/módulos desarrollados en base a al total del proyecto.</p> <p>Calcular en porcentaje el número de actividades completadas sobre el total de ellas y comparar el resultado con el porcentaje de avance esperado a la fecha, basado en la estimación inicial. En base a eso determinar el grado de adelanto, retraso o cumplimiento de la planificación y tomar, en caso de ser necesario, las medidas correctivas.</p>

**Tabla 4.3:** Métrica pre-ingresada al sistema, Recursos utilizados

Característica	
Nombre	Recursos utilizados expresados en hora-hombre (HH)
Descripción	% de uso de recursos humanos en el proyecto
Objetivo	Controlar avance del proyecto
Motivación	Mejorar gestión de los recursos humanos para los proyectos
Tipo de métrica	Métrica cuantitativa
Entidad medible	Recursos humanos
Atributos medibles	Horas -Hombre asignadas al proyecto
	Horas -Hombre necesarias para el proyecto
Unidad de medida	Porcentaje
Proceso de medición	Se debe determinar el número de HH usadas en comparación con las necesarias, para determinar el uso y falta de recursos, además de tiempos muertos en la asignación.

**Tabla 4.4:** Métrica pre-ingresada al sistema, Trabajo repetido

Característica	Definición
Nombre	Trabajo repetido, no reutilización, sobre uso de recursos
Descripción	Determinar % de trabajo repetido en el desarrollo para evaluar posibles mejoras en proceso de desarrollo tales como etapa de diseño para aplicar reutilización de componentes.
Objetivo	Controlar trabajo repetido en el desarrollo
Tipo de métrica	Métrica cuantitativa
Entidad medible	Producto Software
Atributos medibles	Artefactos, diagramas, código, scripts, interfaces, informes.
Unidad de medida	Porcentaje
Proceso de medición	<p>Para determinar el trabajo repetido se deben tomar datos de entrada de las versiones del artefacto a medir, estas versiones pueden ser de 2 tipos, versiones evolutivas en las cuales se mejoró o avanzó, y versiones correctivas donde se detectaron defectos que fue necesario reparar, estas versiones correctivas son las que entran en la categoría de trabajo repetido, también puede aplicarse a los errores (bugs) de análisis, diseño o programación.</p> <p>Se debe contar el número de revisiones del encargado o superior y en</p>

	base a eso calcular el tiempo usado en repetición de tareas, intersectar la dimensión tiempo repetido con tiempo planificado. Se pueden obtener 2 mediciones: Trabajo repetido dentro de plazo y trabajo repetido fuera del plazo.
--	--

**Tabla 4.5:** Métrica pre-ingresada al sistema, Reutilización de componentes

<b>Característica</b>	<b>Definición</b>
Nombre	Reutilización de componentes
Descripción	% de reutilización en el desarrollo
Objetivo	Determinar rendimiento del proceso a partir de reutilización de componentes.
Motivación	Mejorar procesos de desarrollo a partir de la reutilización y planificación.
Entidad medible	Productos Software
Atributos medibles	Artefactos de desarrollo
	Diagramas de diseño
	Códigos fuente y scripts
	Entregables tipo informe
Unidad de medida	Porcentaje
Proceso de medición	<p>Identificar para cada elemento del proyecto software si se utilizó algún % de elementos de otro proyecto anterior. Se deben calcular todos los % de reutilización para luego obtener el % total del proyecto y con esto el % de recursos ahorrados.</p> <p>Se debe identificar el % de módulos, diagramas, código que se reutilizó respecto al total de la entidad. Es decir, de 100 diagramas se reutilizan 5 (5%). Al determinar el % de reutilización se puede determinar las HH ahorradas y los recursos no usados.</p>

**Tabla 4.6:** Métrica pre-ingresada al sistema, Tiempo de respuesta de soporte

<b>Característica</b>	<b>Definición</b>
Nombre	Tiempo de respuesta de soporte, post venta.
Descripción	El tiempo de respuesta post venta determina la calidad del servicio luego de entregar el producto al cliente. Medido en base al tiempo utilizado en corrección de bugs y resolución del problema.
Objetivo	Controlar tiempo de resolución de problemas post venta, soporte y garantía.
Motivación	Aumentar satisfacción del cliente para mantener relación comercial.
Entidad medible	Producto Software
Unidad de medida	Tiempo
Atributos medibles	Número de Bugs reportados
	Tiempo de resolución por bug
Proceso de medición	<p>Identificar la calidad del servicio post venta a través del registro de tiempo en solucionar problemas al cliente.</p> <p>Se debe documentar la fecha/tiempo de entrada de la corrección y de la salida del producto corregido, con esto determinar el tiempo de corrección para obtener un indicador de la calidad del servicio. Además, se puede determinar por qué surgió el error, en qué etapa de desarrollo, quién es el responsable y cuántos recursos se desperdiciaron.</p>

**Tabla 4.7** Métrica pre-ingresada al sistema, Número de bugs por programador

<b>Característica</b>	<b>Definición</b>
Nombre	Número de bugs por programador
Descripción	Determina el número de errores de programación luego de que el sistema software es puesto en producción o dicho de otra forma para uso oficial del cliente.
Objetivo	Trazar bugs para mejorar habilidades de programadores.
Motivación	Aumentar calidad de producto final.
Entidad medible	Producto Software
Unidad de medida	Bugs por programador
Atributos medibles	Número de Bugs reportados

Proceso de medición	Identificar qué programador(es) participan en desarrollo de módulos de sistema que presentan bugs reportados por área QA o por el cliente.
---------------------	--

#### 4.4. MÉTRICAS INGRESADAS POR USUARIO

**Tabla 4.8:** Métrica ingresada por usuario, Ventas anuales

Característica	Definición
Nombre	Ventas anuales
Descripción	Número de proyectos en pesos vendidos en un año en particular
Objetivo	Determinar crecimiento a nivel de desarrollo de proyectos de la empresa.
Motivación	Controlar y comparar el crecimiento de la empresa.
Entidad medible	Proyectos vendidos
Unidad de medida	Pesos
Atributos medibles	Cantidad de proyectos vendidos
	Costo de proyectos vendidos
Proceso de medición	Suma de todos los proyectos generados en un año y de su costo, se debe realizar la comparación con igual período anterior para determinar aumento o reducción de crecimiento de la empresa.

**Tabla 4.9:** Métrica ingresada por usuario, Personal capacitado al año

Característica	Definición
Nombre	Personal capacitado en el año
Descripción	Considera el número de personas que se han enviado a cursos externos para mejorar su desempeño
Objetivo	Determinar número de personas capacitadas y en qué tecnologías.
Motivación	Ayudar a desarrolladores a mejorar su trabajo para aumentar calidad del producto.
Entidad medible	Recursos humanos capacitados en el período
Unidad de medida	Porcentaje
Atributos medibles	Personas capacitadas
	Certificaciones otorgadas

	Tecnologías aprendidas
	Herramientas aprendidas
Proceso de medición	Obtener porcentaje del total de personas capacitadas en base al total de personas de la empresa.

#### 4.5. OBJETIVOS INGRESADOS POR USUARIO

**Tabla 4.10:** Métrica ingresada por usuario, Objetivo visión Zeke

Característica	Definición
Nombre	Visión Zeke
Descripción	Ser una empresa confiable y reconocida por la calidad de sus soluciones, con una gestión que se anticipe y adapte al cambio, aprenda de la experiencia e innove permanentemente.
Motivación	Guía a largo plazo de acciones a seguir por Zeke
Tipo	Cualitativo

**Tabla 4.11:** Métrica ingresada por usuario, Mantener una tasa de crecimiento

Característica	Definición
Nombre	Mantener una tasa de crecimiento constante en número de proyectos
Descripción	Se espera tener un incremento en los proyectos que permita a la empresa ir creciendo en el tiempo, y que este incremento pueda ser absorbido con los recursos que actualmente cuenta la empresa.
Motivación	Tener un crecimiento sustentable en el tiempo
Tipo	Cuantitativo

**Tabla 4.12:** Métrica ingresada por usuario, Impulsar la mejora técnica en el personal

Característica	Definición
Nombre	Impulsar la mejora técnica en cada uno de los integrantes de Zeke
Descripción	Es necesario contar con personal que pueda hacer frente a los distintos tipos de tecnologías con que se deben realizar los proyectos. Además se deben



	poder adaptar a tecnologías, frameworks o lenguajes desconocidos
Motivación	Permitir a la empresa adaptarse a los cambios tecnológicos, poder ejecutar proyectos demandados por el mercado.
Tipo	Cualitativo

**Tabla 4.13:** Métrica ingresada por usuario, Incorporar nuevas áreas de negocio en la empresa

Característica	Definición
Nombre	Incorporar nueva áreas de negocio en la empresa
Descripción	Tiene como propósito diversificar la fuente de ingresos de la empresa, para explorar otras áreas diferentes al desarrollo de software.
Motivación	Contar con fuentes alternativas de ingreso.
Tipo	Cualitativo

**Tabla 4.14:** Métrica ingresada por usuario, Disminuir los defectos en el software entregado a clientes

Característica	Definición
Nombre	Disminuir los defectos en el software entregado a clientes
Descripción	Se requiere generar una nueva estrategia de revisión de los productos entregados que vaya más allá de las pruebas funcionales y que considere la estructura interna de los entregables.
Motivación	Se desea disminuir los defectos en el software entregado para evitar los problemas de recursos con los proyectos nuevos ejecución.
Tipo	Cualitativo

**Tabla 4.15:** Métrica ingresada por usuario, Reducir tiempos extra en desarrollo de proyectos

Característica	Definición
Nombre	Reducir tiempos extra en desarrollo de proyectos, controlar y estimar correctamente duración y fuera de plazo.
Descripción	Se requiere implementar estrategias de control para aumentar la eficacia de la planificación y reducir costos de proyecto en tiempo y en recursos humanos.

Motivación	Se desea disminuir costos de proyectos realizando una mejor planificación y controlándola adecuadamente.
Tipo	Cualitativo

#### 4.6. RELACIONES ENCONTRADAS MÉTRICAS-OBJETIVO

**Tabla 4.16:** Relaciones encontradas Métrica-Objetivo

Nombre Métrica	Nombre Objetivo
Reutilización	Disminuir los defectos en el software entregado a clientes.
Ventas anuales.	Mantener una tasa de crecimiento constante en número de proyectos.
Personal capacitado en el año	Impulsar la mejora técnica en cada uno de los integrantes de Zeke.
Trabajo repetido	Incorporar nueva áreas de negocio en la empresa
Reutilización	Reducir tiempos extra en desarrollo de proyectos, controlar y estimar correctamente duración y fuera de plazo.
Número de bugs por programador.	Disminuir los defectos en el software entregado a clientes

## **4.7. ANÁLISIS DE RESULTADOS**

El usuario de prueba realiza 2 ingresos de métricas al sistema y 5 de objetivos organizacionales de Zeke Ltda. Al realizar estas acciones el sistema logra generar asociación entre algunas métricas y su análisis se detalla a continuación:

### **4.7.1. Análisis 1**

**Métrica: Reutilización**

**Objetivos: Disminuir los defectos en el software entregado a clientes.**

El objetivo ingresado hace relación a la calidad de los productos desarrollados por la empresa y para esto el sistema infiere que se necesita utilizar una métrica de reutilización. Se entiende que el sistema asume que reutilizar componentes en distintos sistema proporciona un conjunto probado de elementos que carecen de defectos y favorece al cumplimiento del objetivo propuesto.

### **4.7.2. Análisis 2**

**Métrica: Ventas anuales**

**Objetivo: Mantener una tasa de crecimiento constante en número de proyectos.**

Mantener una tasa de crecimiento constante, estable y controlable se ha asociado con la métrica de ventas anuales. Esta relación se asume correcta desde el punto de vista de que la tasa de crecimiento está relacionada con el valor de ventas anuales.

### **4.7.3. Análisis 3**

**Métrica: Personal capacitado en el año**

**Objetivo: Impulsar la mejora técnica en cada uno de los integrantes de Zeke.**

El sistema infiere que para impulsar la mejora de los integrantes desarrolladores de software en la empresa es necesario realizar un control sobre el personal capacitado en el año, cuántos son y dependiendo de la especificación de la medición determinar el grado de conocimientos adquiridos.

#### **4.7.4. Análisis 4**

**Métrica: Trabajo repetido**

**Objetivo: Incorporar nuevas áreas de negocio en la empresa**

El sistema infiere que para incorporar nuevas áreas de negocio es necesario controlar el trabajo repetido, se puede interpretar esta asociación como una asignación errónea por parte del sistema.

#### **4.7.5. Análisis 5**

**Métrica: Reutilización**

**Objetivo: Reducir tiempos extra en desarrollo de proyectos, controlar y estimar correctamente duración y fuera de plazo.**

El sistema infiere que medir reutilización es una estrategia de control adecuada para reducir tiempos de desarrollo, lo que es completamente válido.

#### **4.7.6. Análisis 6**

**Métrica: Número de bugs por programador.**

**Objetivo: Disminuir los defectos en el software entregado a clientes**

Al ingresar una nueva métrica, “Número de bugs por programador”, el sistema infiere que ésta se relaciona con un objetivo determinado anteriormente “Disminuir los defectos en el software entregado a clientes”, esta determinación desde métrica a objetivo es correcta ya que controlando los bugs por programador es posible aumentar la calidad del producto de software final.

#### **4.7.7. Resultados Obtenidos**

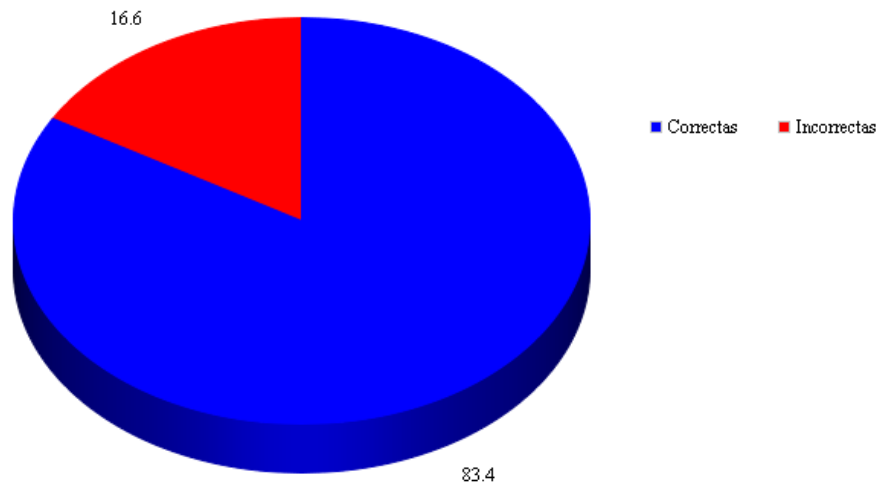
Luego de interpretado el análisis de las asociaciones métrica-objetivo generado por el sistema se obtiene lo siguiente:

Número de métricas pre-ingresadas al sistema: 6

Número de métricas ingresadas por el usuario: 2

Numero de objetivos ingresados por el usuario: 6

Asociaciones realizadas por el sistema: 6  
Asociaciones correctas: 5 (83.4%)  
Asociaciones incorrectas: 1 (16.6%)



**Figura 4.1:** Gráfico de Resultados

Según los resultados obtenidos el 83,4 % de las relaciones obtenidas a partir del sistema de inferencia, se realizaron correctamente, y sólo el 16,6% fue incorrecto.

Al determinar por qué el sistema realiza asociaciones incorrectas se llega a la conclusión de que existen atributos-palabras dentro del modelo que podrían “confundir” al sistema de inferencia. Una posible solución a esto corresponde a pre-procesar los datos indicando al sistema si existen las denominadas “palabras vacías” que corresponden a palabras sin significado como artículos, pronombres, preposiciones, etc. que son filtradas antes o después del procesamiento de datos en lenguaje natural (texto). En un trabajo futuro es posible abordar dentro del modelo palabras determinadas que interfieren con la semántica.

Por otro lado, la conceptualización del dominio dado en la ontología detallada en el capítulo 3, provee del marco conceptual necesario para encapsular los requerimientos de información acerca de métricas de una organización y cumplir el objetivo de determinarlas automáticamente a partir de una meta organizacional. Si bien hacen falta aún más experimentos y diversificar las empresas participantes, es destacable que se obtenga un 83,4% de aceptación en pruebas iniciales, con un bajo número de datos de prueba. Lo que indica lo certero de la tecnología ontológica y a búsqueda semántica. Cabe destacar que el calce de objetivos-métricas es semántico, lo que quiere decir que es por significado.

## 5. CONCLUSIONES

El cumplimiento de objetivos, es sin duda la finalidad de toda organización. Dependiendo de la madurez alcanzada por la organización y su nivel de complejidad, ésta puede poseer objetivos simples o complejos y tras ellos un completo plan estratégico para lograrlos. Pero para ello es necesario monitorear constantemente el avance y los logros obtenidos por la organización. Dada la naturaleza cualitativa de los objetivos es necesario realizar un proceso de medición cuantitativo para interpretar los valores de avance y realizar un correcto control.

El control es una de las etapas más importantes de la gestión, y a su vez la medición. La determinación de qué se va a medir y cuándo es casi un arte. Es necesario identificar que métricas utilizar y como estas van a retroalimentar a los ejecutivos de información de la empresa, el activo más valioso de la organización.

Para resolver este problema se pueden utilizar distintos enfoques y tecnologías, pero se opta por una ontología ya que a través de la conceptualización del dominio del problema, es posible realizar consultas semánticas que permiten una mejor interacción entre el usuario y el sistema de recuperación de información. Al asumir relaciones conceptuales en la ontología y utilizando un lenguaje de consulta para las mismas, es posible realizar inferencias y aportar información útil, independiente del lenguaje e interpretación del usuario hacia un concepto.

Si bien el uso de una ontología necesita una excesiva cantidad de diseño, en el largo plazo este diseño ayuda a abstraer de mejor manera el problema y darle una perspectiva del negocio y de la solución mucho más ingenieril al desarrollador.

La metodología de desarrollo de este proyecto es iterativa por lo que es posible que lo ya realizado sea modificado en el futuro para ajustarlo de mejor forma a los requerimientos del problema, y también agregar o definir nuevos elementos o funcionalidades que permitan una solución más completa. Esto es de vital importancia ya que se puede diseñar el funcionamiento del sistema de una forma determinada, pero al implementar uno puede darse cuenta que tal implementación es imposible. E incluso, debido a lo avanzado que puede ser el lenguaje de programación, se podría simplificar el diseño gracias a componentes que resuelven muchos de los problemas, es el caso del framework Primefaces para la capa vista.

Luego de implementar bastante código, se agradece la gran cantidad de componentes que JENA pone a disposición de los desarrolladores, ya que soluciona problemas básicos y permite concentrarse de lleno en la implementación misma del sistema. Pero JENA no es perfecto, la documentación de sus componentes menos usados está bastante mezclada y hay algunas cosas que no se encuentran en los tutoriales. Por otra parte, el uso de un IDE de desarrollo ha permitido detectar muchos errores antes de compilar la aplicación, y no sólo eso, sino que también propone en algunos casos como resolver estos problemas.

La aplicación es capaz de trazar indicadores a objetivos, que permiten visualizar el nivel de sanidad de los requisitos, de forma tal que los riesgos pueden ser identificados en etapas más tempranas, lo que permitirá tomar decisiones a tiempo para corregir situaciones no deseadas, reduciendo de esta forma el esfuerzo requerido para la gestión del proyecto.

Los indicadores clave de rendimiento pueden ser una herramienta importante para la conducción de proyecto de comportamientos y medición del proyecto éxito, ya sean para los proyectos que son grandes y complejos con múltiples partes interesadas. Es la clave obtener estas métricas que se acuerdan tempranamente, pensar cuidadosamente para asegurar que son prácticas y viables.

Finalmente, se podría decir que los objetivos del proyecto se han alcanzado, ya que con los productos obtenidos, tanto documentación como prototipo, ya es posible apoyar a la dirección de una organización ayudando a determinar métricas de control en línea con los requerimientos de crecimiento de la organización.

Algunos trabajos futuros son:

- Integrar la ontología de procesos de desarrollo de software para que el sistema de inferencia determine a su vez qué medir (métricas), cuándo (planificación) y dónde (proceso).
- Agregar mantenedores de proceso para soportar la búsqueda semántica de métricas por proceso y no solo por objetivo.
- Escalar el sistema de inferencia para múltiples organizaciones.

## 6. REFERENCIAS

- [1] ISO, Estándar ISO-9001. [www.iso.org](http://www.iso.org). Consultado en marzo de 2012.
- [2] DeMarco, Tom: “*Controlling Software Projects: Management, Measurement, and Estimation*”, 1982.
- [3] Andrade, Gómez, Beobide, Gutierrez de Mesa: “Desde ISO 9001 Hacia CMMI, Pasos para la mejora de los procesos y métricas”, Editorial España, 2006.
- [4] Peralta, Mario Luis: “Asistente para la evaluación de CMMI-SW”. Tesis de Maestría. ITBA. Buenos Aires, 2004.
- [5] Kaplan, Robert; Norton, David. “El Cuadro de Mando Integral. Barcelona”, Editorial Gestión 2000, 1997.
- [6] Proyecto FONDEF A.D.A.P.T.E. *Adaptable Domain and Process Technology Engineering*. [www.adapte.cl](http://www.adapte.cl) Consultado en Julio de 2012.
- [7] Resource Description Framework (RDF). [www.w3.org/RDF](http://www.w3.org/RDF) Consultado en Septiembre de 2012
- [8] O’Regan, Gerard: “A Practical Approach to Software Quality”, Editorial Springer, 2002.
- [9] González, de Cuadra García, “Calidad del software (II)”, procedentes de “Anales de Mecánica y Electricidad”, 2001.
- [10] Gareth Byatt, Gary Hamilton y Jeff Hodgkinson, ¿Qué hace un buen KPI en el marco del proyecto?, 2003.
- [11] Martín, María de los Ángeles: “Sistema de Catalogación de Métricas e Indicadores con Potencia de Web Semántica”. Tesis de Maestría, UNLP, 2004
- [12] Kitchenham, Barbara, *Software Metrics: Measurement for Software Process Improvement*, 1996.
- [13] Olsina, Luis, “Métricas e Indicadores: Dos Conceptos Claves para Medición y Evaluación”, Facultad de Ingeniería, Universidad nacional La Pampa Argentina.
- [14] Instituto Nacional Español de Tecnologías de la Comunicación, “Guía Avanzada de Medición y Análisis” 2009
- [15] Francisco José García Peñalvo, “Web Semántica y Ontologías”, Departamento de Informática y Automática – Facultad de Ciencias, Universidad de Salamanca.



- [16] Del Valle, Ricardo, Reglas de inferencia. ESIME Zacatenco, Instituto Politécnico Nacional de México.
- [17] Sanz, Ismael; Jiménez-Ruiz, Ernesto Ontologías en Informática, Editorial Peter Lang, 2009.
- [18] Apache Jena <https://jena.apache.org> Consultado en octubre de 2012.
- [19] Resource Description Framework RDF <http://www.w3.org/RDF> Consultado en noviembre de 2012.
- [20] Protegé <http://protege.stanford.edu> Consultado en noviembre de 2012.
- [21] SPARQL RDF QUERY <http://www.w3.org/TR/rdf-sparql-query> Consultado en noviembre de 2012.
- [22] Framework Java Server Faces <https://javaserverfaces.java.net/> Consultado en diciembre de 2012.
- [23] Framework Primafaces <http://www.primefaces.org/> Consultado en diciembre de 2012.
- [24] MySQL <http://www.mysql.com/> Consultado en diciembre de 2012.

## 7. ANEXOS

### 7.1. DESCRIPCIÓN RDF DE ONTOLOGÍA DE MÉTRICAS Y OBJETIVOS

```
<?xml version="1.0"?>
<rdf:RDF
  xmlns:rdf="http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#"
  xmlns:protege="http://protege.stanford.edu/plugins/owl/protege#"
  xmlns:xsp="http://www.owl-ontologies.com/2005/08/07/xsp.owl#"
  xmlns="http://www.owl-ontologies.com/Onto_metricas.owl#"
  xmlns:owl="http://www.w3.org/2002/07/owl#"
  xmlns:xsd="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#"
  xmlns:swrl="http://www.w3.org/2003/11/swrl#"
  xmlns:swrlb="http://www.w3.org/2003/11/swrlb#"
  xmlns:rdfs="http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#"
  xml:base="http://www.owl-ontologies.com/Onto_metricas.owl">
  <owl:Ontology rdf:about=""/>
  <owl:Class rdf:ID="Metrica">
    <sinonimo>
      <Metrica rdf:ID="Metrica_4">
        <rdfs:comment rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"
          >indicador, medidor, controlador, gestor</rdfs:comment>
      </Metrica>
    </sinonimo>
  </owl:Class>
  <owl:Class rdf:ID="EntidadMedible">
    <sinonimo>
      <EntidadMedible rdf:ID="EntidadMedible_3">
        <rdfs:comment rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"
          >objeto, entregable, producto, valorizable</rdfs:comment>
      </EntidadMedible>
    </sinonimo>
  </owl:Class>
  <owl:Class rdf:ID="ProcesoProductivo">
    <sinonimo>
      <ProcesoProductivo rdf:ID="ProcesoProductivo_9">
        <rdfs:comment rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"
```

```

    >producción, actividad productiva</rdfs:comment>
  </ProcesoProductivo>
</sinonimo>
</owl:Class>
<owl:Class rdf:ID="UnidadDeMedida">
  <sinonimo>
    <UnidadDeMedida rdf:ID="UnidadDeMedida_13">
      <rdfs:comment rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"
        >unidad de medición</rdfs:comment>
    </UnidadDeMedida>
  </sinonimo>
</owl:Class>
<owl:Class rdf:ID="AtributoMedible">
  <sinonimo>
    <AtributoMedible rdf:ID="AtributoMedible_2">
      <rdfs:comment rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"
        >propiedad, valorizable, característica</rdfs:comment>
    </AtributoMedible>
  </sinonimo>
</owl:Class>
<owl:Class rdf:ID="TipoDeMetrica">
  <sinonimo>
    <TipoDeMetrica rdf:ID="TipoDeMetricaCuantitativa">
      <descripcion xml:lang="es">Métrica expresable en cantidad, cuantificable</descripcion>
      <nombre xml:lang="es">Métrica Cuantitativa</nombre>
      <rdfs:comment rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"
        >especie de métrica</rdfs:comment>
    </TipoDeMetrica>
  </sinonimo>
</owl:Class>
<owl:Class rdf:ID="ProcesoDeMedicion">
  <sinonimo>
    <ProcesoDeMedicion rdf:ID="ProcesoDeMedicion_8">
      <rdfs:comment rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"
        >medición, metodología de medición, fórmula de medida</rdfs:comment>
    </ProcesoDeMedicion>
  </sinonimo>

```

```

</owl:Class>
<owl:Class rdf:ID="ActividadDeProceso">
  <sinonimo>
    <ActividadDeProceso rdf:ID="ActividadDeProceso_1">
      <rdfs:comment rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"
        >actividad, tarea, trabajo, acción, producción, producir</rdfs:comment>
    </ActividadDeProceso>
  </sinonimo>
</owl:Class>
<owl:Class rdf:ID="Motivacion">
  <sinonimo>
    <Motivacion rdf:ID="Motivacion_5">
      <rdfs:comment rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"
        >deseo, enganche, estimulación</rdfs:comment>
    </Motivacion>
  </sinonimo>
</owl:Class>
<owl:Class rdf:ID="Producto">
  <sinonimo>
    <Producto rdf:ID="Producto_10">
      <rdfs:comment rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"
        >elemento, finalidad</rdfs:comment>
    </Producto>
  </sinonimo>
</owl:Class>
<owl:Class rdf:ID="Organizacion">
  <sinonimo>
    <Organizacion rdf:ID="Organizacion_7">
      <rdfs:comment rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"
        >empresa, agrupación, negocio, compañía</rdfs:comment>
    </Organizacion>
  </sinonimo>
</owl:Class>
<owl:Class rdf:ID="ObjetivoOrganizacional">
  <rdfs:subClassOf>
    <owl:Class rdf:ID="Objetivo"/>
  </rdfs:subClassOf>

```

```

</owl:Class>
<owl:Class rdf:ID="TipoDeObjetivo">
  <sinonimo>
    <TipoDeObjetivo rdf:ID="TipoDeObjetivo_12">
      <rdfs:comment rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"
        >especie de objetivo</rdfs:comment>
    </TipoDeObjetivo>
  </sinonimo>
</owl:Class>
<owl:Class rdf:about="#Objetivo">
  <sinonimo>
    <Objetivo rdf:ID="Objetivo_6">
      <rdfs:comment rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"
        >meta, final, objetivo, goal, fin</rdfs:comment>
    </Objetivo>
  </sinonimo>
</owl:Class>
<owl:Class rdf:ID="ActividadDeMedicion">
  <sinonimo>
    <ActividadDeMedicion rdf:ID="ActividadDeMedicion_17">
      <rdfs:comment rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"
        >actividad, medición,tarea,trabajo,evaluación,acción</rdfs:comment>
    </ActividadDeMedicion>
  </sinonimo>
</owl:Class>
<owl:ObjectProperty rdf:ID="pertenece_a">
  <rdfs:domain rdf:resource="#ActividadDeProceso"/>
  <rdfs:range rdf:resource="#ProcesoProductivo"/>
  <owl:inverseOf>
    <owl:ObjectProperty rdf:ID="tiene_actividad"/>
  </owl:inverseOf>
</owl:ObjectProperty>
<owl:ObjectProperty rdf:ID="es_medida_en">
  <rdfs:domain rdf:resource="#EntidadMedible"/>
  <rdfs:range rdf:resource="#ActividadDeMedicion"/>
  <owl:inverseOf>
    <owl:ObjectProperty rdf:ID="mide_sobre"/>
  </owl:inverseOf>

```

```

</owl:inverseOf>
</owl:ObjectProperty>
<owl:ObjectProperty rdf:ID="motiva_a">
  <rdfs:range rdf:resource="#Objetivo"/>
  <owl:inverseOf>
    <owl:ObjectProperty rdf:ID="lo_motiva"/>
  </owl:inverseOf>
  <rdfs:domain rdf:resource="#Motivacion"/>
</owl:ObjectProperty>
<owl:ObjectProperty rdf:about="#mide_sobre">
  <rdfs:range rdf:resource="#EntidadMedible"/>
  <owl:inverseOf rdf:resource="#es_medida_en"/>
  <rdfs:domain rdf:resource="#ActividadDeMedicion"/>
</owl:ObjectProperty>
<owl:ObjectProperty rdf:about="#lo_motiva">
  <rdfs:domain rdf:resource="#Objetivo"/>
  <rdfs:range rdf:resource="#Motivacion"/>
  <owl:inverseOf rdf:resource="#motiva_a"/>
</owl:ObjectProperty>
<owl:ObjectProperty rdf:ID="tiene_tipo">
  <rdfs:range rdf:resource="#TipoDeObjetivo"/>
  <rdfs:domain rdf:resource="#Objetivo"/>
</owl:ObjectProperty>
<owl:ObjectProperty rdf:ID="posee">
  <rdfs:domain rdf:resource="#Metrica"/>
  <rdfs:range rdf:resource="#Objetivo"/>
</owl:ObjectProperty>
<owl:ObjectProperty rdf:ID="utiliza">
  <owl:inverseOf>
    <owl:ObjectProperty rdf:ID="es_utilizado"/>
  </owl:inverseOf>
  <rdfs:domain rdf:resource="#Organizacion"/>
  <rdfs:range rdf:resource="#ProcesoProductivo"/>
</owl:ObjectProperty>
<owl:ObjectProperty rdf:ID="produce">
  <rdfs:range rdf:resource="#Producto"/>
  <rdfs:domain rdf:resource="#Organizacion"/>

```

```

<owl:inverseOf>
  <owl:ObjectProperty rdf:ID="es_producido_por"/>
</owl:inverseOf>
</owl:ObjectProperty>
<owl:ObjectProperty rdf:about="#tiene_actividad">
  <rdfs:domain rdf:resource="#ProcesoProductivo"/>
  <owl:inverseOf rdf:resource="#pertenece_a"/>
  <rdfs:range rdf:resource="#ActividadDeProceso"/>
</owl:ObjectProperty>
<owl:ObjectProperty rdf:ID="tiene_unidad">
  <rdfs:range rdf:resource="#UnidadDeMedida"/>
  <rdfs:domain rdf:resource="#Metrica"/>
</owl:ObjectProperty>
<owl:ObjectProperty rdf:about="#es_producido_por">
  <rdfs:domain rdf:resource="#Producto"/>
  <owl:inverseOf rdf:resource="#produce"/>
  <rdfs:range rdf:resource="#Organizacion"/>
</owl:ObjectProperty>
<owl:ObjectProperty rdf:about="#es_utilizado">
  <owl:inverseOf rdf:resource="#utiliza"/>
  <rdfs:range rdf:resource="#Organizacion"/>
  <rdfs:domain rdf:resource="#ProcesoProductivo"/>
</owl:ObjectProperty>
<owl:ObjectProperty rdf:ID="se_mide_con">
  <owl:inverseOf>
    <owl:ObjectProperty rdf:ID="mide"/>
  </owl:inverseOf>
  <rdfs:range rdf:resource="#ProcesoDeMedicion"/>
  <rdfs:domain rdf:resource="#Metrica"/>
</owl:ObjectProperty>
<owl:ObjectProperty rdf:ID="pertenece_a_entidad">
  <rdfs:domain rdf:resource="#AtributoMedible"/>
  <owl:inverseOf>
    <owl:ObjectProperty rdf:ID="posee_atributo"/>
  </owl:inverseOf>
  <rdfs:range rdf:resource="#EntidadMedible"/>
</owl:ObjectProperty>

```

```

<owl:ObjectProperty rdf:about="#posee_atributo">
  <rdfs:domain rdf:resource="#EntidadMedible"/>
  <rdfs:range rdf:resource="#AtributoMedible"/>
  <owl:inverseOf rdf:resource="#pertenece_a_entidad"/>
</owl:ObjectProperty>
<owl:ObjectProperty rdf:ID="pertenece_a_proceso">
  <rdfs:range rdf:resource="#ProcesoDeMedicion"/>
  <owl:inverseOf>
    <owl:ObjectProperty rdf:ID="tiene_actividad_medicion"/>
  </owl:inverseOf>
  <rdfs:domain rdf:resource="#ActividadDeMedicion"/>
</owl:ObjectProperty>
<owl:ObjectProperty rdf:about="#tiene_actividad_medicion">
  <owl:inverseOf rdf:resource="#pertenece_a_proceso"/>
  <rdfs:domain rdf:resource="#ProcesoDeMedicion"/>
  <rdfs:range rdf:resource="#ActividadDeMedicion"/>
</owl:ObjectProperty>
<owl:ObjectProperty rdf:ID="tiene">
  <rdfs:range rdf:resource="#Objetivo"/>
  <owl:inverseOf>
    <owl:ObjectProperty rdf:ID="es_de"/>
  </owl:inverseOf>
  <rdfs:domain rdf:resource="#Organizacion"/>
</owl:ObjectProperty>
<owl:ObjectProperty rdf:about="#mide">
  <rdfs:range rdf:resource="#Metrica"/>
  <rdfs:domain rdf:resource="#ProcesoDeMedicion"/>
  <owl:inverseOf rdf:resource="#se_mide_con"/>
</owl:ObjectProperty>
<owl:ObjectProperty rdf:about="#es_de">
  <rdfs:domain rdf:resource="#Objetivo"/>
  <owl:inverseOf rdf:resource="#tiene"/>
  <rdfs:range rdf:resource="#Organizacion"/>
</owl:ObjectProperty>
<owl:DatatypeProperty rdf:ID="descripcion">
  <rdfs:range rdf:resource="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"/>
  <rdfs:domain>

```



```

<owl:Class>
  <owl:unionOf rdf:parseType="Collection">
    <owl:Class rdf:about="#Producto"/>
    <owl:Class rdf:about="#EntidadMedible"/>
    <owl:Class rdf:about="#ProcesoDeMedicion"/>
    <owl:Class rdf:about="#Metrica"/>
    <owl:Class rdf:about="#Objetivo"/>
    <owl:Class rdf:about="#UnidadDeMedida"/>
    <owl:Class rdf:about="#AtributoMedible"/>
    <owl:Class rdf:about="#TipoDeMetrica"/>
    <owl:Class rdf:about="#Organizacion"/>
    <owl:Class rdf:about="#TipoDeObjetivo"/>
    <owl:Class rdf:about="#ActividadDeMedicion"/>
    <owl:Class rdf:about="#Motivacion"/>
    <owl:Class rdf:about="#ProcesoProductivo"/>
    <owl:Class rdf:about="#ActividadDeProceso"/>
  </owl:unionOf>
</owl:Class>
</rdfs:domain>
</owl:DatatypeProperty>
<owl:DatatypeProperty rdf:ID="mision">
  <rdfs:domain rdf:resource="#Organizacion"/>
  <rdfs:range rdf:resource="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"/>
</owl:DatatypeProperty>
<owl:DatatypeProperty rdf:ID="vision">
  <rdfs:range rdf:resource="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"/>
  <rdfs:domain rdf:resource="#Organizacion"/>
</owl:DatatypeProperty>
<owl:DatatypeProperty rdf:ID="metodologia">
  <rdfs:range rdf:resource="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"/>
  <rdfs:domain rdf:resource="#ProcesoDeMedicion"/>
</owl:DatatypeProperty>
<owl:DatatypeProperty rdf:ID="nombre">
  <rdfs:range rdf:resource="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"/>
  <rdfs:domain>
    <owl:Class>
      <owl:unionOf rdf:parseType="Collection">

```

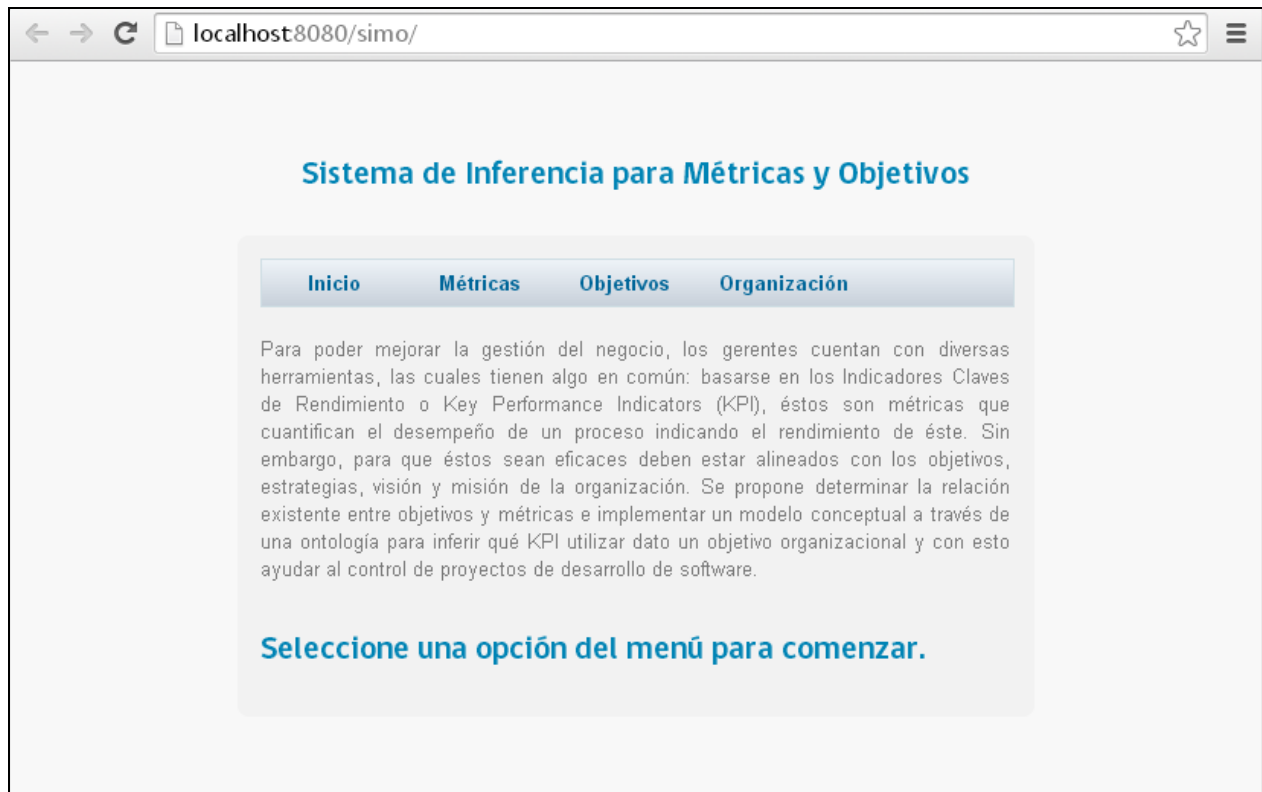
```

<owl:Class rdf:about="#Producto"/>
<owl:Class rdf:about="#EntidadMedible"/>
<owl:Class rdf:about="#Metrica"/>
<owl:Class rdf:about="#Objetivo"/>
<owl:Class rdf:about="#UnidadDeMedida"/>
<owl:Class rdf:about="#AtributoMedible"/>
<owl:Class rdf:about="#TipoDeMetrica"/>
<owl:Class rdf:about="#Organizacion"/>
<owl:Class rdf:about="#TipoDeObjetivo"/>
<owl:Class rdf:about="#ActividadDeMedicion"/>
<owl:Class rdf:about="#Motivacion"/>
<owl:Class rdf:about="#ProcesoProductivo"/>
<owl:Class rdf:about="#ActividadDeProceso"/>
</owl:unionOf>
</owl:Class>
</rdfs:domain>
</owl:DatatypeProperty>
<owl:DatatypeProperty rdf:ID="valor">
  <rdfs:range rdf:resource="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"/>
  <rdfs:domain rdf:resource="#AtributoMedible"/>
</owl:DatatypeProperty>
<owl:DatatypeProperty rdf:ID="abreviacion">
  <rdfs:range rdf:resource="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"/>
  <rdfs:domain rdf:resource="#UnidadDeMedida"/>
</owl:DatatypeProperty>
<owl:AnnotationProperty rdf:ID="sinonimo">
  <rdf:type rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#ObjectProperty"/>
</owl:AnnotationProperty>
<rdf:Description rdf:ID="TipoDeMetrica_16">
  <nombre xml:lang="es">Métrica Cualitativa</nombre>
</rdf:Description>
<TipoDeMetrica rdf:ID="TipoDeMetricaCualitativa">
  <descripcion xml:lang="es">Métrica no expresable en cantidad numérica.</descripcion>
  <nombre xml:lang="es">Métrica Cualitativa</nombre>
</TipoDeMetrica>
</rdf:RDF>

```

## 7.2. ANEXO INTERFACES DE USUARIO

Las interfaces de usuario corresponde a la capa de interacción con los usuarios del sistema de inferencia. Éstas son: gestionar métricas (figura 7.2), gestionar objetivos (figura 7.3), gestionar códigos (figura 7.4), agregar métricas (figura 7.5), agregar objetivo (figura 7.6), ver resultados de métrica (figura 7.7) y ver resultados objetivo (figura 7.8).



**Figura 7.1:** Pantalla de inicio al sistema de inferencia

### Sistema de inferencia para Métricas y Objetivos

Inicio   **Métricas**   Objetivos   Organización

#### Gestionar Métricas

Buscar métricas por nombre

 **Agregar Métrica**

Métrica	Descripción	Acciones
Progreso del proyecto (general)	% de avance o retraso del proyecto expresado en tiempo	✕
Recursos HR Utilizadas	% de uso de recursos humanos en el proyecto	✕
Trabajo repetido	% de trabajo repetido en el desarrollo	✕
Reutilización	% de reutilización en el desarrollo	✕
Tiempo de respuesta de soporte, post venta.	El tiempo de respuesta post venta determina la calidad del servicio luego de entregar el producto al cliente.	✕
Ventas anuales	Número de proyectos en pesos vendidos en un año en particular	✕
Personal capacitado en el año	Considera el número de personas que se han enviado a cursos externos para mejorar su desempeño	✕

(Página: 1/1)

**Figura 7.2:** Pantalla de gestión de métricas

### Sistema de inferencia para Métricas y Objetivos

Inicio   Métricas   **Objetivos**   Organización

#### Gestionar Objetivos

Buscar objetivos por nombre

 **Agregar Objetivo**

Objetivo	Descripción	Acciones
visión zeko	Ser una empresa confiable y reconocida por la calidad de sus soluciones, con una gestión que se anticipe y adapte al cambio, aprenda de la experiencia e innova permanentemente.	✕
mantener una tasa de crecimiento constante en número de proyectos	Se espera tener un incremento en los proyectos que permita a la empresa ir creciendo en el tiempo, y que este incremento pueda ser abastecido con los recursos que actualmente cuenta la empresa.	✕
impulsar la mejora técnica en cada uno de los integrantes de Zeko	Es necesario contar con personal que pueda hacer frente a los distintos tipos de tecnologías con que se deben realizar los proyectos. Además se deben poder adaptar a tecnologías frameworks o lenguajes desconocidos.	✕
incorporar nuevas áreas de negocio en la empresa	Tiene como propósito diversificar la fuente de ingresos de la empresa, para explorar otras áreas diferentes al desarrollo de software.	✕
Disminuir los defectos en el software entregado a clientes	Se requiere generar una nueva estrategia de revisión de los productos entregados, que vaya más allá de las pruebas funcionales y que considere la estructura interna de los entregables.	✕

(Página: 1/1)

**Figura 7.3:** Pantalla de gestión de objetivos.

**Sistema de Inferencia para Métricas y Objetivos**

Inicio    Métricas    **Objetivos**    Organización

---

**Nueva Métrica**

\*Nombre:

\*Descripción:

\*Objetivo:

\*Motivación:

\*Tipo de Métrica:

\*Entidades Medibles:

Nombre	Descripción	Acciones
No records found.		

\*Atributos Medibles:

Nombre	Descripción	Acciones
No records found.		

\*Unidad Medida:

\*Proceso de Medición:

**Figura 7.4:** Pantalla de ingreso de métricas.

**Sistema de Inferencia para Métricas y Objetivos**

Inicio   Métricas   **Objetivos**   Organización

**Nuevo Objetivo**

\*Nombre:

\*Descripción:

\*Motivación:

\*Tipo de Objetivo:

**Figura 7.5:** Pantalla de ingreso de objetivos.

**Sistema de Inferencia para Métricas y Objetivos**

Inicio   **Métricas**   Objetivos   Organización

**Detalle Métrica**

Métrica	Descripción	Entidad Medida	Unidad de Medida	Atributos Medibles	Fórmula
Recursos HH Utilizadas	% de uso de recursos humanos en el proyecto	Recursos humanos	Porcentaje	Actividades del proyecto	Se debe determinar el número de HH usadas en comparación con las necesarias, para determinar el sobre uso o falta de recursos, además de tiempos muertos en la asignación.

**Objetivos Asociados**

Objetivo	Descripción	Tipo
No hay objetivos asociados		

**Figura 7.6:** Pantalla de visualización de métricas.



Figura 7.7: Pantalla de visualización de objetivos



Figura 7.8: Pantalla de la organización