

Tipo de artículo: Artículo original  
Temática: Ingeniería y Gestión de software  
Recibido: 11/03/2013 | Aceptado: 6/05/2013

## Herramienta de soporte a un sistema de métricas e indicadores para la gestión de proyectos

### *A metrics and indicators support tool for project management*

Anabel Montero Posada, Margarita André Ampuero

Facultad de Ingeniería Informática. Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría, Calle 114, No. 11901, e/ Ciclovía y Rotonda Marianao, La Habana, Cuba. CP.: 11500

[{amonero, mayi}@ceis.cujae.edu.cu](mailto:{amonero, mayi}@ceis.cujae.edu.cu)

---

#### **Resumen**

La adecuada gestión de los proyectos, se ha convertido en un elemento de vital importancia para que estos se conviertan en proyectos exitosos, en tiempo y con calidad. Para lograr este objetivo los diferentes niveles directivos de las organizaciones deben contar con herramientas que visualicen el estado de los proyectos y que puedan predecir problemas o desviaciones en los procesos. Resulta útil para ello contar con un sistema que posea métricas, reportes e indicadores que ayuden a planificar, controlar y tomar buenas decisiones en la gestión de proyectos. Este trabajo presenta una propuesta de solución de un sistema de métricas, validándolo en una empresa y tomando en cuenta las características del capital humano. A partir de propuestas de guías y estándares de gestión de proyectos y de las necesidades de información de los diferentes niveles directivos se identificaron métricas, reportes e indicadores y a través de una arquitectura orientada a servicios se implementó una solución que permite obtener y visualizar un conjunto de tableros de control que facilitan a los directivos la toma de decisiones con respecto a la gestión de proyectos.

**Palabras clave:** Gestión de proyectos, indicador, métrica, reports.

#### **Abstract**

*The proper management of projects has become a vital element for the success of these projects, on time and with quality. To achieve this objective the different management levels of organizations must have tools to visualize the project status and can predict problems or deviations in the process. It is useful to have a system including metrics, reports and indicators to plan, control and make good decisions in project management. This paper presents a proposal for a solution of a metrics system, being validated in a company and taking into account the characteristics of human capital. From proposed guidelines and standards for project management and the information needs of the different management metrics, reports and indicators have been identified and through a service-oriented architecture a solution has been implemented that allows to obtain and display a set of dashboards to help managers for making decisions about project management.*

**Keywords:** indicator, metric, project management, report.

---

## Introducción

El éxito de los proyectos en las empresas a nivel mundial, depende, en alguna medida, de la buena gestión con que estos sean desarrollados, con la madurez que cuenten sus procesos y el control que se tenga de ellos. Por esta razón la gestión, seguimiento y control de proyectos adquiere mayor fuerza en la industria y se convierte en una disciplina necesaria para el desarrollo de proyectos exitosos.

En este sentido, resulta especialmente útil contar con técnicas y herramientas para llevar a cabo estas acciones. Una de las formas es a través de métricas, reportes e indicadores que ayuden a planificar, controlar y tomar buenas decisiones, respecto a los proyectos que enfrentan las organizaciones (PMI, 2008).

En el proceso de gestión, se mide para comprender, controlar y mejorar los procesos. Existen diferentes formas para determinar qué medir en la organización, las más eficientes atienden a los objetivos de negocio y las necesidades de información de la organización (Kenett y Baker, 2010).

El entorno actual de desarrollo de proyectos de software se caracteriza por cambios tecnológicos acelerados, presiones económicas, trabajo en equipos multidisciplinarios, recursos y tiempo limitado. Es por ello que todos los proyectos requieren coordinación, planificación y control de los recursos que intervienen en el mismo, para lograr una mayor calidad del producto y minimizar los costos, el tiempo y los recursos utilizados (Infante, 2008).

Para lograr el éxito del proyecto este debe, no solo satisfacer los requisitos funcionales exigidos por los clientes y proveedores, sino también los requisitos de tiempo, costo, calidad y alcance. De ahí la importancia de una correcta Gestión de Proyectos, para garantizar su exitosa planificación, ejecución, seguimiento y control (Infante, 2008).

En muchas ocasiones los directivos de las organizaciones cuentan con la información que le brindan los sistemas de gestión de la empresa, pero estos son incapaces de sacar información que está en los datos, su comportamiento en el tiempo y no son capaces de predecir un comportamiento futuro.

El Complejo de Investigaciones Tecnológicas Integradas es un centro que asume el desarrollo de tecnologías integradas de un amplio espectro de las ciencias técnicas. En este centro se relacionan las necesidades de superación científica de especialistas con soluciones concretas y ágiles, a través de la ejecución de proyectos por grupos de trabajo. Su trabajo está sustentado en la integración de profesionales altamente calificados con estudiantes comprometidos (Ruiz, 2009).

En base de los objetivos estratégicos a alcanzar por la organización, fueron proyectados un conjunto de indicadores, estos resultaron insuficientes para cubrir las necesidades de información de los diferentes niveles directivos, de cara a la gestión de proyectos pues no permiten obtener información de gran importancia como el avance de los proyectos, el tiempo dedicado a diferentes tareas o la productividad del personal.

La organización desarrolla proyectos de investigación, y sus directivos a pesar de contar con varios sistemas de gestión, en muchas ocasiones no cuentan con la información necesaria para enfrentar las decisiones de la empresa, en muchos casos, es preciso integrar los datos de varios sistemas, para obtener las métricas. Dar respuesta a las necesidades de información va más allá de la obtención de métricas y reportes. Los directivos de la organización están interesados en obtener indicadores que alerten de problemas que están ocurriendo o que pueden ocurrir, para así tomar las acciones correctivas pertinentes.

Sin embargo no existe una solución, que integre los sistemas existentes y que brinde soporte a las necesidades de información de los diferentes niveles directivos.

Para darle solución a la situación antes expuesta, se levantaron las necesidades de información de los diferentes niveles directivos de cara a la gestión de proyectos. Basándose en estas necesidades y en los estándares reconocidos de gestión de proyectos como el PMBOK, se definió un conjunto inicial de reportes, métricas e indicadores.

Se diseñó una solución basada en una arquitectura orientada a servicios, y se implementó a través de servicios web. Para la visualización de las métricas e indicadores se utilizó la plataforma de *SharePoint* 2010, en la cual se encuentra implementado el portal de la organización.

### **Métricas e indicadores en la gestión de proyectos**

Todas las organizaciones de software exitosas, implementan mediciones como parte de sus actividades cotidianas. Las métricas de gestión de proyecto, incluyen una gran gama de las mediciones, las cuales podrían ser utilizadas en todo el proyecto con el fin de ayudar a la estimación, el control de calidad, evaluación del rendimiento y el control del proyecto (Gholami, Modiri y Jabbedari, 2010).

Las mediciones proveen a la organización de las habilidades para administrar y controlar los proyectos, además de entender el funcionamiento del negocio y mejorarlo. Las métricas pueden ser utilizadas para medir el estado, efectividad o progreso de las actividades de un proyecto y así contribuir a tomar decisiones estratégicas ante los desvíos, incidentes o diferentes problemas que surgen en la ejecución. Existen diferentes formas para determinar qué medir en la organización, las más eficientes atienden a los objetivos de negocio y las necesidades de información de la organización (Kenett y Baker, 2010).

El PMBOK (PMI, 2004) define que una métrica es una definición operativa, que describe, en términos muy específicos, lo que algo es y cómo lo mide un proceso determinado.

Una medida, proporciona una indicación cuantitativa de la extensión, cantidad, dimensiones, capacidad o tamaño de algunos atributos de un proceso o producto, y una medición es el acto de determinar una medida.

Un indicador es ponerle umbrales de control a una medida, para dar más información sobre su significado (Ejemplo: si la métrica sobrepasa un valor determinado indica buenos resultados y si está por debajo, implica un riesgo) (Pressman, 2005). Las métricas e indicadores tienen una gran importancia para la gestión de proyectos dado que (Islas, 2010):

- Facilitan una mejor comunicación entre participantes del proyecto.
- Proveen una retroalimentación constructiva mediante hechos irrefutables.
- Proveen registros e indicadores, para la mejora de procesos y avances del proyecto.
- Pueden ser diseñadas de acuerdo a un propósito específico.
- Facilitan vender el valor de las soluciones en términos de negocio.
- Permiten enfocarse más objetivamente en los factores claves de solución de problemas.
- Permiten mostrar el valor del proyecto a la estrategia de la organización.

### **Métricas e indicadores en PMBOK**

PMBOK define nueve áreas de conocimiento para la gestión de proyectos donde cada una de ellas propone un conjunto de herramientas y técnicas para llevar a cabo las recomendaciones de cada área. En algunas de estas técnicas y herramientas se identifican métricas e indicadores que son relevantes para el desarrollo del proyecto. A continuación estas se describen (PMI, 2004):

#### **Técnica del valor ganado**

La técnica del valor ganado mide el rendimiento del proyecto a medida que avanza desde su inicio hasta su cierre. Integra medidas del alcance del proyecto, del costo (o recursos) y del cronograma, para ayudar al equipo de dirección

del proyecto a evaluar el rendimiento del proyecto. La técnica implica desarrollar los siguientes valores claves para cada actividad del cronograma, paquete de trabajo o cuenta de control:

**Valor planeado (VP):** El VP es el presupuesto autorizado asignado al trabajo planificado, (puede tener diferentes unidades de medidas, por ciento, horas, valor monetario, etc.) que debe realizarse respecto a una actividad.

**Valor ganado (VG):** El VG es el valor del trabajo completado expresado en términos de presupuesto aprobado o asignado a dicho trabajo para una actividad.

**Costo real (CR):** El CR es el costo total incurrido en la realización del trabajo de una actividad durante un período de tiempo determinado. Este CR debe corresponderse en definición y cobertura con lo que haya sido presupuestado para el VP y el VG (por ejemplo, sólo horas directas, sólo costos directos o todos los costos, incluidos los costos indirectos).

Los valores PV, VG y CR se usan en combinación para proporcionar medidas de rendimiento de si el trabajo se está llevando a cabo o no, de acuerdo con lo planificado, en un momento determinado. La Figura 1 utiliza curvas S para representar las tres variables que intervienen en el análisis del valor ganado de un proyecto. La primera variable sería el VP, el cual representa la planificación, o sea, cuánto tiempo y presupuesto es necesario para completar el proyecto si se mantienen las condiciones con las que se elaboró el cronograma.

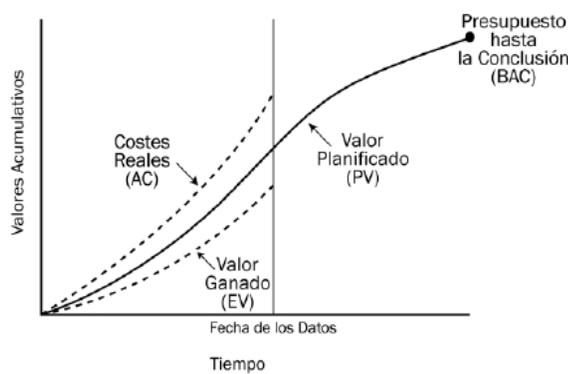


Figura 1. Análisis del Valor Ganado (PMI, 2004).

La segunda variable es el VG, representa el trabajo realizado y permite analizar el avance del proyecto. En la Figura 1, como la curva S del VG, está por debajo de la curva del VP, el proyecto se encuentra atrasado respecto a la planificación.

La tercera variable, el CR, es muy importante, ya que no se puede analizar de forma aislada las dos variables anteriores, pues el VG puede coincidir con el VP, dando la falsa impresión de que todo va según la planificación, pero los costos pueden aumentar grandemente para lograr este objetivo, lo cual sería perjudicial para la empresa. En la Figura 1 como la curva S del CR está por encima del VP, implica que el proyecto excede el presupuesto planificado.

### Análisis de variación

Las mediciones del rendimiento del proyecto se utilizan para evaluar la magnitud de la variación. Las medidas más comúnmente usadas son la variación del costo y la variación del cronograma. La cantidad de variación de los valores tiende a disminuir a medida que el proyecto se acerca a su conclusión, debido al efecto compensatorio que tiene la realización de mayor cantidad de trabajo.

**Variación del Costo (VCosto):** La VCosto es igual al valor ganado (VG) menos el costo real (CR). La variación del costo al final del proyecto será la diferencia entre el valor del trabajo realizado hasta la conclusión y la cantidad realmente gastada.

Fórmula:  $VCosto = VG - CR$ .

**Variación del Cronograma (VCrono):** La VCrono es igual al valor ganado (VG) menos el valor planeado (VP). La variación del cronograma finalmente será igual a cero cuando se complete el proyecto, porque ya se habrán ganado todos los valores planificados. Fórmula:  $VCrono = VG - VP$ .

Estos dos valores, variación del costo y variación del cronograma, pueden convertirse en indicadores de eficiencia que reflejan el rendimiento del costo y del cronograma de cualquier proyecto.

**Índice de Rendimiento del Costo (IRCosto):** El IRCosto es igual a la razón entre el VG y el CR. El IRCosto es el indicador de eficiencia de costos más comúnmente usado. Un valor del IRCosto inferior a 1.0 indica un sobrecosto con respecto a las estimaciones. Un valor del IRCosto superior a 1.0 indica un costo inferior con respecto a las estimaciones. Fórmula:  $IRCosto = VG / CR$ .

**Índice de Rendimiento del Cronograma (IRCrono):** El IRCrono es igual a la razón entre el VG y el VP. El IRCrono se utiliza, además de para conocer el estado del cronograma, para predecir la fecha de conclusión, y a veces se utiliza en combinación con el IRCosto, para predecir las estimaciones de conclusión del proyecto. Fórmula:  $IRCrono = VG / VP$ .

## Diagramas de control

Una de las finalidades de un diagrama de control es determinar si el proceso es estable o no, o si tiene un rendimiento predecible. Los diagramas de control se pueden usar para supervisar cualquier tipo de variable de salida, como las variaciones del costo y del cronograma, el volumen y la frecuencia de los cambios en el alcance, los errores en los documentos del proyecto u otros resultados de gestión para ayudar a determinar si el proceso de dirección de proyectos está bajo control.

La Figura 2 muestra un ejemplo de diagrama de control de rendimiento del cronograma del proyecto.

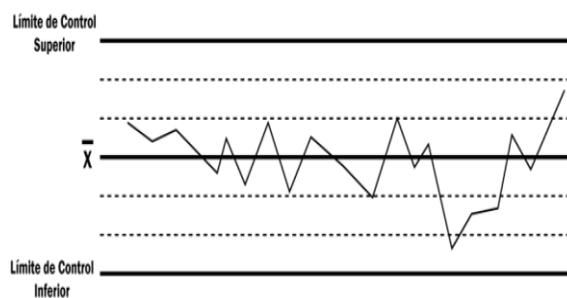


Figura. 2. Diagrama de Control (PMI, 2004).

Los diagramas de control tienen tres líneas en común:

1. Una línea central, designada con una X, que proporciona el promedio de los datos del proceso.
2. Una línea superior que designa el límite de control superior (LSC), trazada a una distancia calculada por encima de la línea central. Esta línea muestra el rango superior de los datos aceptables.
3. Una línea inferior que designa el límite de control inferior (LIC), que muestra el rango inferior de los datos aceptables.

Los puntos que quedan fuera del LSC y del LIC son indicativos de que el proceso está fuera de control y/o está inestable.

Existen diferentes tipos de diagramas de control, entre los más utilizados se encuentran el gráfico de control por variables y el gráfico de control de desviación, los cuales presentan las siguientes fórmulas:

**K:** Cantidad de subgrupos, o sea, las divisiones que se realizan para tomar las mediciones. Por ejemplo, para el estudio del tiempo de trabajo de los especialistas, se hace una división por semanas para calcular los valores promedio de tiempo de trabajo, las semanas son los subgrupos.

**Tiempo promedio de las observaciones obtenidas por cada K ( $\bar{X}$ ):** Es la suma de todas las observaciones, dividida entre la cantidad de observaciones. Por ejemplo, la suma de todos los tiempos de permanencia de los especialistas, dividido por la cantidad de especialistas. Esto se realiza para cada subgrupo (K), o sea para cada semana.

**Tiempo promedio de todas las  $\bar{X}$  ( $\bar{\bar{X}}$ ):** 
$$\bar{\bar{X}} = \frac{X_1 + X_2 + \dots + X_n}{n}$$

Es la suma de todas las  $\bar{X}$ , dividida entre la cantidad de subgrupos, por ejemplo, la suma de todos los promedios de tiempo de los especialistas, dividido por la cantidad de semanas.

$$\bar{\bar{X}} = \frac{\bar{X}_1 + \bar{X}_2 + \dots + \bar{X}_k}{k}$$

**Desviación estándar del tiempo de las observaciones obtenidas por cada K ( $\hat{S}$ ):** Son las desviaciones obtenidas para cada  $\bar{X}$  con respecto a cada uno de los subgrupos.

$$\hat{S} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{n-1}}$$

**Promedio de todas las desviaciones estándar ( $\bar{S}$  media):** Es el promedio de todas las desviaciones estándar calculadas para cada uno de los subgrupos.

$$\bar{S} = \frac{\sum \hat{S}}{k}$$

**Límites de control estadístico para el tiempo promedio por cada k (LIC, LC, LSC):** Son los límites para el gráfico de control por variables para el tiempo de las tareas.

$$LSC = \bar{X} + A_2 \quad LC = \bar{X} \quad LIC = \bar{X} - A_2$$

**Límites de control estadístico para las desviaciones del tiempo por cada k (LIC, LC, LSC):** Son los límites para el gráfico de control de desviación.

$$LSC = B_2 \bar{S} \quad LC = \bar{S} \quad LIC = B_4 \bar{S}$$

Las constantes A3, B3 y B4 se obtienen directamente de las tablas de constantes para los gráficos de control en función del tamaño de la muestra seleccionada.

### Estructura de dirección de la organización y sus sistemas de gestión

La estructura de las áreas de dirección de la organización puede observarse en la Figura 4, resaltando que la dirección, seguimiento y control de los programas y proyectos queda subordinada a la dirección de I+D+i y las demás áreas deben apoyar el buen desempeño de esta dirección.

El nivel más alto es el nivel de la dirección donde se encuentran los directivos de las distintas áreas de la organización, el segundo nivel son los jefes de programas, los cuales tienen, a su vez, subordinados un conjunto de

proyectos, el ultimo nivel está compuesto por los jefes de proyectos. Todos estos niveles tienen intereses similares, pero de acuerdo a su nivel, además que los niveles superiores les interesa conocer el estado de cada uno de los niveles inferiores.



Figura 4. Estructura de dirección del CITI.

### Sistemas Informáticos del CITI de apoyo a la gestión de proyectos

En la organización la información relacionada con la Gestión de Proyectos y la Gestión de Recursos Humanos se encuentra distribuida en diferentes sistemas. La composición de las fuerzas de trabajo, hace que sea necesario utilizar varias herramientas diferentes para poder llevar a cabo la gestión de los proyectos y del personal. Además, se cuenta con un sistema de seguridad, que posee información relevante para la gestión de proyectos, pues cuenta con los tiempos de permanencia de todos los que laboran en la entidad, siendo de gran importancia para la organización. La Figura 5 muestra un diagrama que permite observar los sistemas analizados y de forma general la información que estos poseen.



Figura 5. Sistemas Informáticos que tributan a la gestión de proyectos.

### Propuesta de métricas e indicadores

A partir de las necesidades de información de los diferentes niveles directivos y del trabajo conjunto con profesionales de la especialidad de ingeniería industrial se definió la primera propuesta de métricas e indicadores de la organización. Las Tablas I y II, muestran las relación de estas métricas e indicadores.

Tabla 1. Propuesta de Indicadores.

Indicador	Umbral
Curva S, Análisis del Valor Ganado	Señal= “rojo” si en el gráfico de los índices de eficiencia y/o en el gráfico de las desviaciones la señal es roja. Señal= “amarillo” si en el gráfico de los índices de eficiencia y/o en el gráfico

	de las desviaciones la señal es amarilla.
Análisis del Comportamiento del Tiempo de Trabajo	Señal="rojo": Si $TAP < 5$ h/día Si Tareas TNAP > 3 h/día Si TNAP = TP Señal="amarillo": Si $TP < 6$ h/día Si $TPI \geq TP$ Señal="verde": Si $TP > 6$ h/día Si TNAP < 2 h/día Si $TPI > 5$ h/día
Desviaciones en costo y plazo acumuladas	Señal="rojo": Si $VCosto \leq -40h$ y/o $VCrono \leq -40h$ Señal="amarillo": Si $VCosto \leq -20h$ y/o $VCrono \leq 20h$ Señal="verde": Si $VCosto > -20h$ y/o $VCrono > -20h$
Evolución de los índices de eficiencia	Señal="rojo": Si $IRCosto \leq 0.8$ y/o $IRCrono \leq 0.8$ Señal="amarillo": Si $IRCosto \leq 0.9$ y/o $IRCrono \leq 0.9$ Señal="verde": Si $IRCosto > 0.9$ y/o $IRCrono > 0.9$
Control del Tiempo de Trabajo de Especialistas, Profesores y Estudiantes	Señal="rojo" si al menos un punto salió por debajo del LIE Señal="amarillo": si al menos salió un punto por debajo del LIC.
Variabilidad del Tiempo de Trabajo de Especialistas, Profesores y Estudiantes	Señal="rojo" si al menos un punto salió por debajo del LIE Señal="amarillo": si al menos salió un punto por debajo del LIC.
Tasa de Avance	Señal="rojo": Si $TAR \leq (0.8 \times TAN)$ Señal="amarillo": Si $(0.8 \times TAN) < TAR \leq (0.9 \times TAN)$ Señal="verde": Si $TAR > (0.9 \times TAN)$

Definiciones y acrónimos:

TAP: Tareas que aportan valor al proyecto

TNAP: Tareas que no aportan valor al proyecto

TP: Tiempo de permanencia

VCosto: Variación del costo

VCrono: Variación del cronograma

IRCosto: Índice de rendimiento del costo

IRCrono: Índice de rendimiento del cronograma

LIE: Límite Inferior estadístico

LIC: Límite inferior de control

TAN: Tasa de avance necesaria

TAR: Tasa de avance real

Tabla 2. Propuesta de Métricas.

Métrica / Reporte
Curva S, Análisis del Valor Ganado
Cantidad de No Conformidades de Proceso según su impacto
Cantidad de No Conformidades de Producto según su impacto
% de proyectos con aporte a la formación científica
% de proyectos con composición armónica
Distribución del tiempo en cada tipo de tarea de los Especialistas, Profesores y Estudiantes
Horas completadas por cada miembro del equipo respecto al plan
Datos de Estudiantes, Profesores y Especialistas
Datos sobre las Bajas de Estudiantes, Profesores y Especialistas
Datos de Tiempo de Permanencia Estudiantes, Profesores y

Definiciones:

No Conformidad: Es una insuficiencia en el producto o el proceso, que se detecta como resultado de una revisión, puede ser un error, un problema, una inconsistencia etc.

Formación científica: Son las tareas definidas en el proyecto que aportan a la formación científica de los miembros del equipo.

Composición armónica: Un equipo es considerado con composición armónica si tiene al menos un especialista, un profesor y dos estudiantes de diferentes años que permita dar continuidad al proyecto.

### Arquitectura de la solución propuesta

El diseño de la arquitectura de un sistema es el proceso por el cual, se define una solución para los requisitos técnicos y operacionales del mismo. Este proceso aborda los componentes que forman parte del sistema, como se relacionan entre ellos y cómo, mediante su interacción, se llevan a cabo las funcionalidades especificadas.

La Arquitectura Orientada a Servicios es muy utilizada hoy en día, por tanto este es el estilo arquitectónico seguido para el diseño general de la arquitectura de la solución. Se propone una arquitectura de n capas, donde se dividen y presentan jerárquicamente los roles y responsabilidades de cada una. La arquitectura fue definida teniendo en cuenta los requisitos de flexibilidad, integración, extensibilidad y mejora futura del sistema; así como los mecanismos para la monitorización de los procesos de negocio existentes. En la Figura 6 se observa esta arquitectura propuesta.

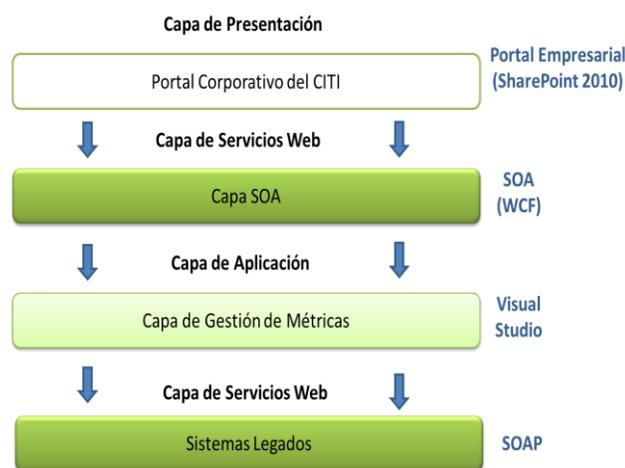


Figura 1. Arquitectura en capas de la solución propuesta.

La arquitectura de la solución está compuesta por cuatro capas representadas por la alta cohesión entre las funcionalidades correspondientes a cada una de ellas y el desacoplamiento entre una y otra capa. Cada capa tiene bien definidas sus funcionalidades y responsabilidades específicas, que son brindadas a las capas superiores, de manera que interactúan como un todo para resolver los requisitos del sistema. A continuación se describen las capas de la arquitectura propuesta:

**Capa de Presentación:** Esta capa corresponde al Portal Corporativo de la entidad, a partir del cual los usuarios son autenticados y pueden acceder a los reportes, métricas e indicadores, en dependencia del rol establecido. Esta capa consume la información de la Capa de Servicios Web.

**Capa de Servicios Web:** La capa de servicios contiene los servicios Web que implementan la lógica de la aplicación exponiendo las funcionalidades del sistema de métricas, tanto para dar soporte a la interfaz en SharePoint, como para el consumo de otras aplicaciones. Como se muestra en la Figura 10, está desarrollada con las tecnologías de Visual Studio 2010, específicamente WCF del Framework de .NET 4.0.

**Capa de Aplicación:** La capa de aplicación contiene toda la lógica para el cálculo y conformación de las métricas de gestión de proyecto. Esta se conecta a las fuentes de datos de los diferentes sistemas de información que existen en el CITI, a través de las capas de servicios ofrecidas por cada uno de ellos, y que contienen la información para la conformación de los reportes, métricas e indicadores.

**Capa de Servicios Web:** La capa de servicios contiene los servicios Web que exponen cada uno de los sistemas legados que contienen información relevante para el cálculo de los reportes, métricas e indicadores. Esta capa es accedida por la capa de aplicación.

### Visualización de las métricas e indicadores

Microsoft SharePoint es la herramienta de colaboración de Microsoft que asiste en el proceso de conservar, publicar y compartir información, y que permite utilizar la información almacenada en forma efectiva gracias a sus servicios de búsqueda e integración con otros productos Office. Además de una herramienta para el manejo de información, SharePoint es también una plataforma de desarrollo que permite personalizar los sitios y portales a la medida de sus usuarios y ampliar su funcionalidad por medio de la creación e integración de software que aporten nuevas funcionalidades (Jamison y Cardarelli, 2007; Krause, Langhirt y Sterff, 2010).

El Portal Corporativo es una herramienta de trabajo para la alta dirección y para el personal que labora en los proyectos de investigación. Tiene como propósito principal, apoyar los procesos de dirección y lograr una mayor comunicación entre todo el personal de la organización.

El portal corporativo es la plataforma seleccionada para visualizar el sistema de métricas e indicadores, al ser este accedido por los diferentes niveles directivos.

Existen en el portal áreas o espacios que son accedidas específicamente por cada nivel directivo, un área para la dirección, un área para cada programa y un área para cada proyecto, como puede verse en la Figura 4. Los directivos de mayor nivel tienen permisos para acceder a las áreas de menor nivel, por ejemplo el director de I+D+i puede acceder a su área a nivel de organización y puede acceder a las áreas de los programas o proyectos, el jefe de programa puede acceder al área del programa y puede acceder al área de los proyectos que pertenezcan a su programa.

La solución propuesta incluye la implementación de un conjunto de tableros de control que proporcionan diferentes vistas de las métricas, reportes e indicadores, para cada uno de los niveles directivos. La Figura 11 permite ver los tres tableros principales que se encuentran en los tres niveles directivos y la relación entre ellos.

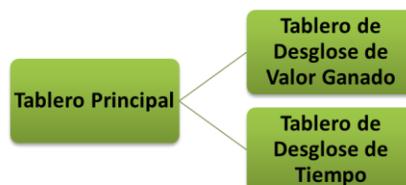


Figura 11. Tableros de Control.

### Tablero principal

Existe un tablero principal para cada nivel directivo, que mostrará los datos correspondientes a la organización, al programa o el proyecto. Este tablero está compuesto por siete tipos de gráficos:

- Gráfico Curva S de análisis de valor ganado, que muestra el comportamiento de valor ganado, valor planeado y costo actual, este gráfico permite analizar el avance de los proyectos con respecto a lo planificado y lo realmente realizado. Figura 12.
- Gráfico de Análisis de Tiempo que muestra el comportamiento del tiempo dedicado a tareas que aportan a los proyectos de investigación, tareas que no aportan y el tiempo de permanencia en la organización. Figura 13.

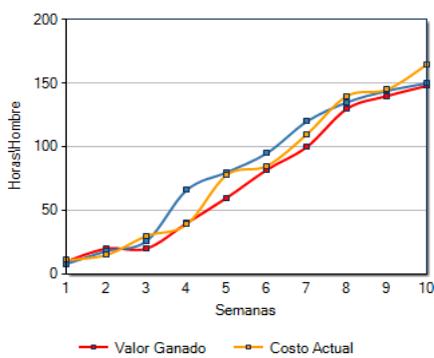


Figura 12. Curva S.

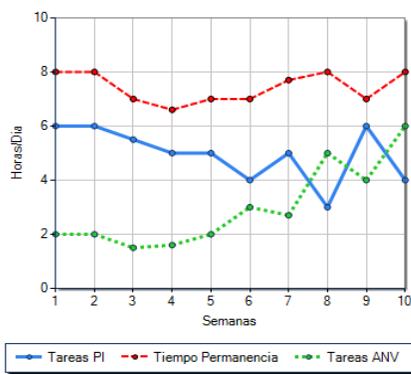


Figura 13. Análisis de Tiempo.

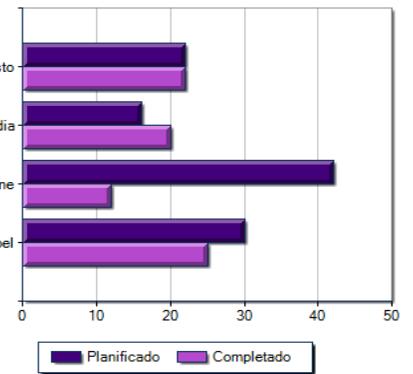


Figura 14. Distribución carga trabajo.

- Gráfico de barras de la cantidad de no conformidades de producto según su clasificación de alto, medio o bajo.
- Gráfico de barras de la cantidad de no conformidades de proceso según su clasificación de alto, medio o bajo.
- Gráfico de pastel con el porcentaje de proyectos que aportan a la formación científica, serán los proyectos que tengan tareas que aportan a la formación científica (solo para organización y programa).
- Gráfico de pastel con el porcentaje de proyectos que tienen una composición armónica, serán los proyectos que tengan al menos un especialista, un profesor y dos estudiantes de diferentes años (solo para organización y programa).
- Gráfico de distribución de la carga de trabajo que muestra la asignación de la carga de trabajo a cada miembro del equipo (trabajo planificado), así como el trabajo completado por cada uno en el período de tiempo analizado (solo para proyecto). Figura 14.
- Gráfico de Tasa de Avance que muestra la tasa de avance real en horas/semana, que indica la rapidez con que el equipo del proyecto está completando el trabajo semanalmente (solo para proyecto).

Además, posee unos formularios que permiten obtener reportes con los listados de personas, según determinados filtros, relacionados con los recursos humanos, las bajas y los tiempos de permanencia en la organización.

### Tablero de desglose de valor ganado

Existe un tablero de desglose de valor ganado para cada nivel directivo, que mostrará los datos correspondientes a la organización, al programa o el proyecto. Este tablero está compuesto por tres gráficos que constituyen un análisis más profundo de la curva s del valor ganado y que puede ser accedido desde el tablero principal:

- Gráfico Curva S de análisis de valor ganado, es el mismo gráfico mostrado en el tablero principal.

- Gráfico de análisis de variabilidad de costo y cronograma, en este gráfico se observa el comportamiento de las desviaciones absolutas del costo y el cronograma en función del tiempo. Figura 15.
- Gráfico de análisis de los índices de rendimiento de costo y cronograma, en este gráfico se observa el comportamiento del índice de rendimiento en costo y cronograma en el transcurso de las semanas.

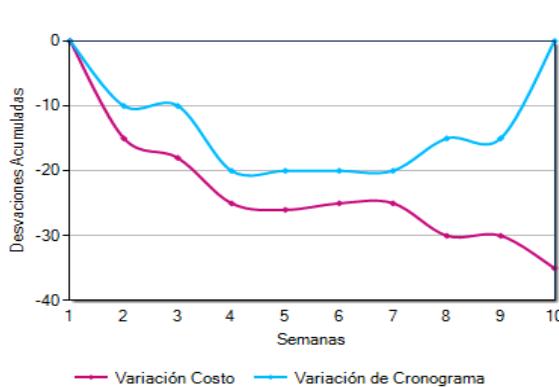


Figura 15. Variabilidad de costo y cronograma.

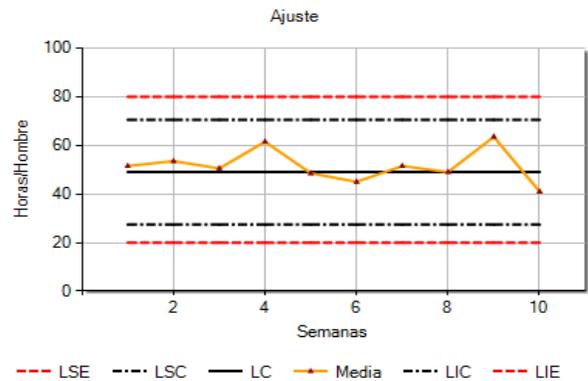


Figura 16. Control de tiempo.

### Tablero de desglose de tiempo

Existe un tablero de desglose de tiempo para cada nivel directivo, que mostrará los datos correspondientes a la organización, al programa o el proyecto. Este tablero está compuesto por tres tipos de gráficos que constituyen un análisis más profundo del gráfico de análisis de tiempo, pues están divididos en profesores, especialistas, estudiantes y estudiantes de quinto año, o sea, hay un gráfico para cada grupo de personas, ya que el tiempo en cada grupo no se comporta de la misma manera, este puede ser accedido desde el tablero principal:

- Gráfico de control de tiempo de ajuste que permite observar y analizar con datos estadísticos la variabilidad y el comportamiento del tiempo dedicado a las tareas que aportan al proyecto. Figura 16.
- Gráfico de control de tiempo de desviación que Mide el comportamiento de la variabilidad del tiempo dedicado a las tareas que aportan al proyecto.
- Gráfico del tiempo dedicado a cada tipo de tarea, el análisis consiste en determinar a qué tareas dedica más tiempo el personal de la organización y el % de tiempo que representa cada una de ellas.

### Indicadores

Para ayudar a los directivos a encontrar los problemas de forma más fácil, los gráficos de mayor significación se comportan como indicadores, pues su color cambia en función del valor actual de las variables, indicando un estado para la organización, programa o proyecto, el gráfico podrá tomar los colores de un semáforo. Por ejemplo si el gráfico de valor ganado se encuentra en verde, indica que los proyectos van marchando según la planificación, si es amarillo indica que estos tienen una pequeña desviación con respecto a lo planificado, y si está rojo, indica que existe una desviación significativa de la planificación.

Esto permite que puedan detectarse los problemas de forma más fácil, la solución permite realizar un análisis horizontal, en cada nivel de dirección, pero además permite realizar un análisis vertical, donde el directivo puede ir bajando por los diferentes niveles e ir encontrando la causa de un indicador en color rojo.

Para ello se incluyen en la implementación otros tableros que brindan una vista horizontal al directivo de ciertos gráficos que son de mayor interés para la organización, el gráfico de valor ganado y los gráficos de control de tiempo dividido por tipos de personas.

**Tablero de Análisis de Valor Ganado:** Este tablero muestra los gráficos de valor ganado de todos los programas de la organización, o de todos los proyectos de un programa, brindando una vista general del indicador a lo largo de todos los programas o proyectos como se muestra en la Figura 18.

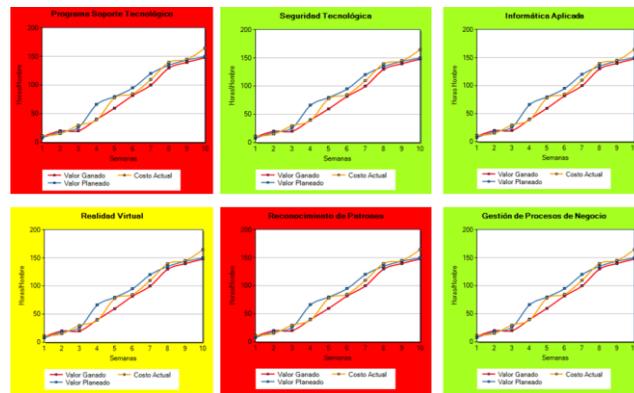


Figura 18. Tablero de análisis de valor ganado.

Este tablero permite detectar que programa o proyecto está causando que los indicadores de la organización se vean afectados, y pueda acceder directamente al programa o proyecto que está teniendo un problema.

**Tableros de Análisis de Gráficos de Control:** Este tablero muestra los gráficos de control y de variabilidad de todos los programas de la organización, o de todos los proyectos de un programa, brindando una vista general del indicador a lo largo de todos los programas o proyectos, dividido por grupos de personas, hay un tablero para los profesores, especialistas, estudiantes y estudiantes de 5to año. Este tablero permite detectar cuando un programa o un proyecto tiene un problema en el tiempo de trabajo.

Para la implementación de los indicadores se definió una lista de SharePoint de tipo indicadores, los cuales dan soporte a los gráficos de los tableros de control. En algunos casos el color del gráfico puede estar determinado por más de un indicador. El gráfico podrá tomar los colores de un semáforo, indicando cómo se encuentra la organización, el programa o el proyecto en el momento actual. Se definieron indicadores para el gráfico de valor ganado, el gráfico de análisis de tiempo, en el gráfico de desviaciones en coste y plazo acumuladas, el gráfico de evolución de los índices de eficiencia, de Control del Tiempo de Trabajo de Especialistas, Profesores y Estudiantes y de Variabilidad del Tiempo de Trabajo de Especialistas, Profesores y Estudiantes.

El cambio de color de los gráficos se basa en los indicadores definidos en la lista de SharePoint. Las lista de indicadores son un tipo especial de lista, sus elementos son indicadores, los cuales tienen especificados, los valores de control y el valor actual. Los indicadores definidos en esta lista son los siguientes:

Variación del Costo

Variación del Cronograma

Índice de Eficiencia del Costo

Índice de Eficiencia del Cronograma

Tiempo en Tareas que aportan al Proyecto de Investigación

Tiempo en Tareas que no aportan al Proyecto de Investigación

Tiempo de Permanencia

Los valores de control para estos gráficos se basan en la definición de los indicadores ofrecida en este artículo.

A continuación se describen los pasos para crear un indicador:

1. Se crea una lista siguiendo los pasos que se describieron anteriormente, pero el tipo de lista será ahora “Lista de Estado”.
2. Se oprime el botón “Nuevo” y se selecciona la opción “Indicador basado en valores contantes”.
3. En la ventana “Crear Nuevo Elemento”, se inserta el nombre del indicador, el valor actual y los valores que definen el estado del mismo, por último se oprime el botón “Aceptar”.

La valores reales de los indicadores de la lista se actualizan con los valores que provienen de los servicios Web y existe una funcionalidad que dado el valor del indicador, calcula el color que debe tener el gráfico. Esta lista de indicadores permite que si en algún momento los valores de control de un indicador son modificados, estos puedan cambiarse fácilmente en el sistema, sin necesidad de recurrir al código.

Se definió una lista de indicadores para la organización, para cada programa y para cada proyecto, ubicada en cada área respectivamente, que contiene los mismos indicadores pero con los valores asociados a cada nivel.

Por ultimo aclarar que el gráfico de valor ganado, no posee un indicador definido, sino que depende del color que posean los gráficos de desviaciones en costo y plazo acumuladas y de evolución de los índices de eficiencia, así como los gráficos de control de ajuste y variabilidad, pues su color depende de si un punto cualquiera sobrepasa los límites de control establecidos.

## **Componentes de sharepoint utilizados en la solución**

### **Listas de sharepoint**

Una Lista de SharePoint es una colección de información. Las Listas pueden tener columnas como información adicional y pueden ser utilizadas para gran variedad de funcionalidades. Todos los sitios de SharePoint incluyen un conjunto de plantillas de listas de uso común, como son las listas de comunicación y de seguimiento, además es posible crear Listas personalizadas (Krause, 2009; Antonovich, 2008).

Las listas de SharePoint, se crean a través de la interfaz de desarrollo de SharePoint. Pueden crearse listas de diferentes tipos o personalizadas, en esta propuesta se crearon listas personalizadas, a continuación se enumeran los pasos para su creación:

1. Se selecciona el enlace “Listas” en la navegación actual del sitio, donde pueden verse todas las listas que contiene el sitio.
2. A través del botón “Crear”, se puede crear una nueva lista.
3. En la ventana “Crear”, se selecciona la pestaña “Listas” y se selecciona el tipo de lista que se desea crear.
4. Seleccionamos el tipo “Lista Personalizada”, se inserta el nombre de la lista y se oprime el botón “Crear”.

Una vez creada la lista, esta se encuentra sin ningún elemento, y solamente con el campo “Título”, primero deben configurarse los campos deseados, y posteriormente crear los elementos, a continuación se enumeran los pasos:

1. Se selecciona el botón “Configurar Lista”.
2. En la pestaña “Columnas”, se muestran las columnas existentes y está la opción para crear una nueva columna, se selecciona “Crear Columna”.
3. En la ventana “Crear columna”, se inserta el nombre, se selecciona el tipo de datos que va a contener dicha columna y se oprime el botón “Aceptar”.

Los elementos en las listas pueden insertarse manualmente o por código a través del Modelo de Objetos de SharePoint, en esta solución se insertaron a través del código.

Las listas de SharePoint necesarias para contener los datos de cada gráfico, métrica o reporte, utilizadas en la solución, se muestran en la Tabla III. Cada sitio en los diferentes niveles directivos, tendrán una copia de estas listas con la información correspondiente.

Tabla 3. Propuesta de Métricas.

Listas		
ListaCurvaS	ListaGCVarEst	ListaProfBajas
ListaTiempoTrabajo	ListaGCVarEst5	ListaEspBajas
ListaNCProceso	ListaTareasTiempoEsp	ListaEspTiempo
ListaNCProducto	ListaTareasTiempoProf	ListaProfTiempo
ListaFormCientifica	ListaTareasTiempoEst	ListaEspTiempo
ListaCompArmonica	ListaTareasTiempoEst5	ListaBajasEst
ListaGCAjusteEsp	ListaDesviacion	ListaBajasEsp
ListaGCAjusteProf	ListaIndiceEficiencia	ListaBajasProf
ListaGCAjusteEst	ListaEspecialistas	ListaCargaTrabajo
ListaGCAjusteEst5	ListaProfesores	ListaTasaAvance
ListaGCVarEsp	ListaEstudiantes	
ListaGCVarProf	ListaEspBajas	

### Plantillas web

SharePoint permite crear páginas con diferentes plantillas, de acuerdo a la necesidad de visualización (Microsoft, 2012).

La Figura 19 permite ver una de las plantillas que trae SharePoint para el diseño de páginas y sitios, la cual fue utilizada en la solución propuesta.

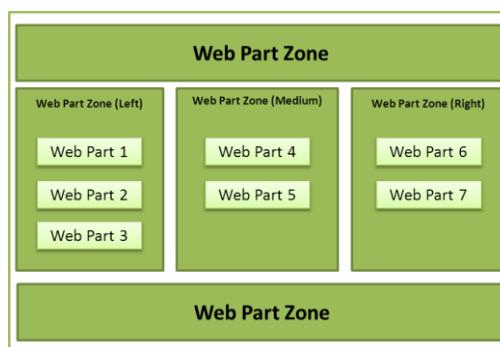


Figura 9. Plantilla de SharePoint.

Dentro de las zonas pueden agregarse tantos elementos Web como el usuario decida. Estos pueden ser elementos Web predefinidos o elementos definidos por el programador, en una funcionalidad específica, a través de Visual Studio. A continuación se describen los pasos para crear una página con esta plantilla:

1. Se selecciona el enlace “Todo el Contenido del Sitio” en la navegación actual del sitio.
2. A través del botón “Crear”, se puede crear una nueva página.
3. En la ventana “Crear”, se selecciona la pestaña “Páginas” y se selecciona el tipo de página que se desea crear.
4. Se selecciona el tipo “Página de Elementos Web”, y se oprime el botón “Crear”.

5. Se inserta el nombre de la página, se selecciona el tipo de plantilla que se desea y se selecciona el lugar donde se guardará la página en el sitio.

6. Se oprime el botón “Crear”.

Para la solución propuesta se crearon las siguientes páginas, utilizando la plantilla descrita anteriormente, estas páginas corresponden con los Tableros de Control de los diferentes niveles directivos:

Tablero Principal a nivel de organización.

Tablero Desglose de Valor Ganado a nivel de organización.

Tablero Desglose de Tiempo a nivel de organización.

Tablero de Análisis de Valor Ganado a nivel de organización.

Tablero de Análisis de Gráficos de Control a nivel de organización.

Tablero Principal a nivel de programa.

Tablero Desglose de Valor Ganado a nivel de programa.

Tablero Desglose de Tiempo a nivel de programa.

Tablero de Análisis de Valor Ganado a nivel de programa.

Tablero de Análisis de Gráficos de Control a nivel de programa.

Tablero Principal a nivel de proyecto.

Tablero Desglose de Valor Ganado a nivel de proyecto.

Tablero Desglose de Tiempo a nivel de proyecto.

### **Elementos web gráficos**

Los elementos Web (Web parts, en inglés) son componentes reusables que se pueden instalar en SharePoint para realizar funciones determinadas dentro del sistema. Los elementos Web representan probablemente la forma más ampliamente conocida y divulgada para extender la funcionalidad de SharePoint y es la labor con la que se enfrentan desarrolladores de SharePoint con más frecuencia (Krause, Langhirt y Sterff, 2010; Hoffman y Foster, 2007).

Para la creación de todos los gráficos descritos anteriormente se utilizaron los elementos web gráficos, los cuales tienen diferentes fuentes de datos, entre ellas las listas de SharePoint. Los elementos Web implementados en cada uno de los tableros, se nutren de las listas declaradas anteriormente. Estos se agregan a la página en cuestión y después se configuran. Las columnas de las listas se mapean con las series para así crear el gráfico.

A continuación se enumeran los pasos para la añadir un elemento Web de tipo gráfico a una página:

1. Se selecciona la página y en el modo editar, se selecciona agregar elemento Web.
2. Se muestra una pestaña con elementos Web agrupados por diferentes categorías, en la categoría “Datos de Negocio” seleccionar el elemento Web “elemento Web gráfico” y oprimir el botón “Añadir”.

Al terminar estos pasos se muestra un gráfico por defecto que no está conectado a ninguna fuente de datos, es necesario configurarlo, a continuación se describen, de forma general, los pasos para configurar un gráfico, tomando como fuente de datos, una lista de SharePoint:

1. En el gráfico se oprime el botón “Datos y Apariencia”, en la página que se muestra se selecciona la opción “Conectar Gráfico a Datos”.
2. En la página que se muestra se selecciona la opción “Conectar a una Lista” y se oprime el botón “Siguiente”.
3. En la página que se muestra se selecciona la lista que se va a utilizar como fuente de datos para el gráfico y se oprime el botón “Siguiente”.
4. En la ventana “Ligar Datos al gráfico”, se selecciona el tipo de gráfico que se va a utilizar y se enlazan las series que va a contener el gráfico con las columnas de la lista seleccionada como fuente de datos.

Estos pasos permiten crear, dado una lista de SharePoint, una gran variedad de gráficos, además son muy fáciles de configurar para ofrecer el aspecto deseado por el usuario. A través de estos gráficos se realizaron los análisis de valor ganado, análisis de tiempo, gráficos de pastel para la composición armónica de los proyectos y el aporte a la formación científica, gráficos de control y de variabilidad del tiempo de trabajo, gráficos de Pareto para las causas de baja y gráficos de tasa de avance, todos desarrollados con la herramienta para crear gráficos de SharePoint.

## Conclusiones

A partir de la implementación de esta solución, la organización podrá contar con un sistema de reportes, métricas e indicadores en el portal que servirá de apoyo a la toma de decisiones de cara a la gestión de proyectos.

Se diseñó una arquitectura orientada a servicios que permite dar respuesta al problema planteado, se implementó a través de servicios web y se visualizó en un portal de SharePoint

La utilización de las herramientas que provee la plataforma de desarrollo SharePoint, permiten incorporar en una organización un sistema de métricas e indicadores que den soporte a la gestión de proyecto.

La descripción de los pasos para crear listas, páginas, elementos web e indicadores, ofrecen una guía para crear nuevas métricas que puedan ser de interés para la organización.

## Referencias

- ANTONOVICH, M., *Office and SharePoint 2007 User's Guide*. 2008.
- GHOLAMI, Z., N. MODIRI, and S. JABBEDARI, *Monitoring Software Product Process Metrics*. International Journal of Computer Science and Information Security (IJCSIS), 2010. Volumen XXX.
- HOFFMAN, K. and R. FOSTER, *Microsoft SharePoint 2007 Development Unleashed*. 2007.
- INFANTE, A., *Teamsoft: Sistema para la gestión del trabajo en equipo en el desarrollo de proyectos de software. Versión 2.0. Módulo de Gestión de Recursos Humanos: Trabajo para optar por el Título de Ingeniería Informática*. 2008, Instituto Superior Politécnico “José Antonio Echeverría”.
- ISLAS, J., *Métricas para una Dirección de Proyectos Exitosa*, in *Building Professionalism in Project Management*. 2010: Guadalajara, México.
- JAMISON, S. and M. CARDARELLI, *Essential SharePoint 2007*. 2007.
- KENETT, R.S. and E.R. BAKER, *Process Improvement and CMMI® for Systems and Software*. 2010.
- KRAUSE, J., C. LANGHIRT, and A. STERFF, *SharePoint 2010 as a Development Platform*. 2010.
- MICROSOFT. *Lo más destacado de Visual Studio 2010*. 2012 [Consultado el: 30 de abril de 2012]. Disponible en: [<http://msdn.microsoft.com/es-es/library/dd547188.aspx>].
- MICROSOFT. *Novedades de Visual Studio 2010*. 2012 [Consultado el: 30 de abril de 2012]. Disponible en: [<http://msdn.microsoft.com/es-es/library/bb386063.aspx>].
- PMI, P.M.I., *PMBOK Guide 4th Edition*. Cuarta Edición ed. 2008.
- PMI, P.M.I., *Guía de los Fundamentos de la Dirección de Proyectos*. Tercera Edición ed. 2004.
- PRESSMAN, R. S., *Ingeniería del Software. Un enfoque práctico*. 2005.
- REID, M., *Microsoft SharePoint 2007 for Office 2007 Users*. 2009.

- RUIZ, H. L. *Plan Estratégico del Complejo de Investigaciones Tecnológicas Integradas*. 2009 [Consultado el: 2 de mayo de 2012]. Disponible en: [\[http://portalciti/ProcesoMejora/Paginas/EPG.aspx\]](http://portalciti/ProcesoMejora/Paginas/EPG.aspx).