

Tipo de artículo: Artículo original
Temática: Tecnologías de bases de datos
Recibido: dd/mm/aa | Aceptado: dd/mm/aa | Publicado: dd/mm/aa

Solución de inteligencia de negocio para métricas de gestión de proyectos

A business intelligence solution for project management metrics

Ing. Anabel Montero Posada^{1*}, Ing. Jorge Vega Pérez¹, Dra. Margarita André Ampuero¹,
Ing. Eduardo Eljaiek Rodríguez²

^{1*} Facultad de Ingeniería Informática, Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría, Calle 114 # 11901 e/ Ciclovía y Rotonda Marianao La Habana, Cuba. {[amonero.mayi](mailto:amonero.mayi@ceis.cujae.edu.cu)}@ceis.cujae.edu.cu, jvega.perez86@gmail.com

² DATYS Desarrollo de Aplicaciones Tecnologías y Sistemas, Calle 5ta ave e/ 34 y 36 # 3401 Miramar, Playa, La Habana. eduardo.eljaiek@datys.cu

*Autor para correspondencia: amonero@ceis.cujae.edu.cu

Resumen

Para lograr el éxito de un proyecto este debe, no solo satisfacer los requisitos funcionales exigidos por los clientes y proveedores, sino también los requisitos de tiempo, costo y calidad. De ahí la importancia de una correcta gestión de proyectos. Para lograr este objetivo los directivos necesitan soluciones que permitan incrementar la eficiencia de la gestión de proyectos. Resulta entonces, especialmente útil contar con técnicas y herramientas que apoyen este proceso. Una de las formas es utilizando métricas, reportes e indicadores que ayuden a planificar, controlar y tomar buenas decisiones, respecto a los proyectos que enfrentan las organizaciones. Como parte de la solución se implementó un sistema de inteligencia de negocio que permite guardar los registros históricos de métricas, reportes e indicadores de gestión de proyecto. A partir de una propuesta de métricas, se implementó una solución de análisis, compuesta por un almacén de datos, procesos de integración y recopilación de datos y herramientas de visualización, permitiendo a los directivos de la empresa contar con métricas e indicadores que los apoyaran en la gestión de proyectos.

Palabras clave: inteligencia de negocio; métrica; indicador; gestión de proyectos

Abstract

To ensure the success of any project, this should not only meet the functional requirements of customers and suppliers, but also the time, cost, quality and scope requirements. Therefore is important to have a proper project management. To achieve this goal, managers need a solution that enables them to increase efficiency in project management. In this regard, it is particularly useful to have tools and techniques to perform these actions. One way is through metrics, reports and indicators that help to plan, control and make good decisions respect to project management. As part of this solution it was developed a business intelligence system that allows to save historical records of project management metrics and indicators. Based in a metrics proposal, it was implemented an analysis solution, that is compose by a data warehouse, integration and compilation of data and visualization tools, this all allows managers count with metrics and indicators that will support then in project management.

Keywords: business intelligence; metric; indicator; project management.

Introducción

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 (PMI, 2012).

El éxito de los proyectos está relacionado directamente con el cumplimiento de las expectativas y exigencias de los clientes y proveedores, los requisitos de tiempo, presupuesto, calidad y alcance. De ahí la importancia de una adecuada gestión de proyectos en cuanto a la planificación, ejecución, seguimiento y control. En este sentido, resulta especialmente útil, utilizar técnicas y herramientas para llevar a cabo estas acciones. Una de las formas es a través de un sistema de métricas, reportes e indicadores que ayude a planificar, controlar y tomar buenas decisiones, respecto a los proyectos que enfrentan las organizaciones (Montero, 2012).

El Complejo de Investigaciones Tecnológicas Integradas (CITI) es un centro organizado por proyectos, que asume el desarrollo de tecnologías integradas de un amplio espectro de las ciencias técnicas, en interés de la seguridad y el orden interior del país. Su trabajo está sustentado en la integración de profesionales altamente calificados y la participación de estudiantes en los proyectos. Entre las necesidades que tiene este centro se encuentra monitorear y controlar la gestión de sus proyectos, el avance y los resultados obtenidos por cada uno de ellos. Los directivos y jefes de los distintos niveles de dirección no cuentan con un sistema que los apoye en la toma de decisiones para el control de este proceso. Resultaría muy útil contar un sistema de métricas e indicadores que ayudara a los directivos en esta tarea.

Al comenzar la construcción de este sistema se realizaron diferentes tareas, se levantaron las necesidades de información de los distintos niveles directivos, se estudiaron los estándares de gestión de proyectos, y a partir de esto se obtuvo una propuesta de métricas, reportes e indicadores que constituiría la base para la construcción de una solución informática.

Los sistemas de inteligencia de negocio son una de las soluciones para este tipo de problemática, pues facilitan la toma de decisiones basadas en hechos y conocimiento pasado y actual. Además, permiten realizar predicciones, ofreciendo a los directivos la información necesaria para tomar decisiones estratégicas con mayor rigor y efectividad (Chaudhuri, et al., 2011; Méndez, 2006 and Rotaecche, 2009).

Para dar solución a esta problemática se diseñó y desarrolló un sistema de métricas e indicadores basados en una solución de inteligencia de negocio, tomando como base la propuesta de métricas, reportes e indicadores que se obtuvo como resultado del estudio y análisis realizado en la organización.

Materiales y Métodos

La inteligencia de negocio como estrategia para la toma de decisiones

La realidad socio-económica de las organizaciones contemporáneas, ha hecho que estas se vean en la necesidad de buscar instrumentos para facilitar la adquisición efectiva, el procesamiento y análisis de enormes cantidades de datos obtenidos desde diversas fuentes. La inteligencia de negocio ha tenido un crecimiento explosivo en las últimas dos

décadas, tanto en el número de productos como de servicios ofrecidos con la adopción de nuevas tecnologías por la industria. Las empresas recopilan información cada vez más detallada y con más volumen. Hoy en día es difícil encontrar empresas exitosas que no tengan incorporada tecnología de inteligencia de negocio en sus procesos (Olszak and Ziemba, 2007; Chaudhuri, Dayal and Narasayya, 2011 y Shollo, 2013).

Según diversos autores la inteligencia de negocio (BI, *Business Intelligence*, por sus siglas en inglés) puede definirse como: El conjunto de habilidades, tecnologías, aplicaciones y buenas prácticas utilizadas para ayudar a una organización determinada a obtener mayor conocimiento de su contexto comercial, imprescindible para tomar mejores decisiones encaminadas a la adquisición de ventajas competitivas (Rotaèche, 2009; Castaño, 2012 y Pourmojib et al., 2013).

Un sistema de inteligencia de negocio se puede catalogar como una entidad muy compleja. La metodología para construir este sistema debe ayudar a simplificar esa complejidad. En la Figura 1 se representan 13 áreas de tareas fundamentales involucradas en el desarrollo exitoso de una solución de inteligencia de negocio. La tarea Definición de Requerimientos del Negocio interviene como base para los tres caminos que le siguen (Mundy et al., 2006).

Los tres caminos que aparecen en el medio del ciclo de vida se concentran en tres áreas (Mundy, Thornthwaite and Kimball, 2006):

- Tecnología: Estas tareas están relacionadas con la selección, instalación y configuración de las tecnologías que van a ser empleadas en el desarrollo de la solución.
- Datos: Estas tareas están relacionadas con el diseño e instanciación del modelo dimensional y el desarrollo de los procesos de carga, extracción y transformación de datos (ETL, *Extraction, Transformation and Load*, por sus siglas en inglés) para poblar el almacén.
- Aplicaciones de inteligencia de negocio: Estas tareas están relacionadas con el diseño y desarrollo de las aplicaciones BI para los usuarios del negocio.

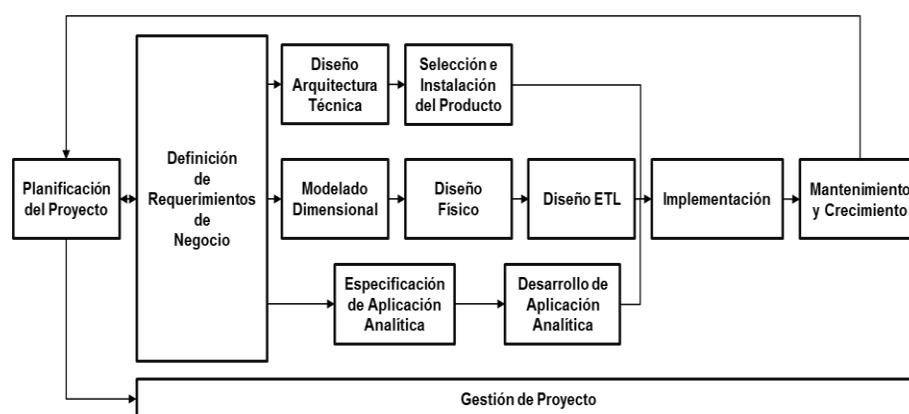


Figura 1: Ciclo de vida de una solución BI (Mundy, Thornthwaite and Kimball, 2006).

Desarrollar exitosamente cada una de las tareas propuestas en la Figura 1 es de vital importancia para obtener un sistema de inteligencia de negocio bien pensado, que cumpla con las necesidades de los clientes y permita apoyar la toma de decisiones de forma exitosa.

Gestión de Proyectos

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 sus recursos, para lograr una mayor calidad del producto y minimizar los costos y el tiempo utilizados (Infante, 2008).

Todas las organizaciones de software exitosas, implementan mediciones como parte de sus actividades cotidianas, pues estas brindan la información objetiva necesaria para la toma de decisiones (Gholami et al., 2010). No se puede controlar lo que no se mide. Las mediciones proveen a la organización de las habilidades para administrar y controlar los proyectos. Existen diferentes formas para determinar qué medir en la organización, las más eficientes atienden a los objetivos de negocio y las necesidades de información para la toma de decisiones (Kenett and Baker, 2010).

Una métrica es una medida cuantitativa del grado en que un sistema, componente o proceso posee un atributo determinado. Es la medida de alguna propiedad de un entregable del proyecto, o del proceso de administración de proyectos, efectuada para conocer el avance o los desvíos del plan original (PMI, 2012 and IEEE, 1990).

Un indicador, es una métrica, o una combinación de métricas, que dan una visión del proceso, del proyecto o del producto en sí, que permite al gestor de proyectos, a los líderes, los directivos, o a los ingenieros, ajustar el producto, el proyecto o el proceso, para que se realicen con éxito (Pressman, 2005).

Las métricas e indicadores tienen gran importancia para la gestión de proyectos, dado que facilitan una mejor comunicación entre participantes del proyecto, proveen una retroalimentación constructiva mediante hechos irrefutables, aportan registros e indicadores para la mejora de procesos y avances del proyecto, permiten enfocarse más objetivamente en los factores claves de solución de problemas y permiten mostrar el valor del proyecto (Islas, 2010).

Gestión de Proyectos en el CITI

El Complejo de Investigaciones Tecnológicas Integradas (CITI) es un centro, organizado por proyectos, que asume el desarrollo de tecnologías integradas de un amplio espectro de las ciencias técnicas. El capital humano del complejo que interviene en el proceso de I+D+i, está formado en su gran mayoría por estudiantes, también trabajan profesores y especialistas. En el CITI existen varios sistemas que controlan la información asociada a los proyectos y el capital humano. El proceso clave de la organización es I+D+i. En este sentido, los niveles de dirección del complejo, el consejo de dirección, los jefes de programas y los jefes de proyectos, tienen como objetivo fundamental garantizar la correcta ejecución de este proceso.

De forma general, los directivos de la organización, necesitan información precisa del avance de los proyectos y de la utilización de los recursos humanos y materiales invertidos. Por ejemplo, para poder realizar una adecuada planificación de las tareas, es necesario conocer la productividad del personal en diferentes períodos del año. También resulta necesario conocer el estado y la asignación de los recursos, para poder lograr un mejor aprovechamiento de los mismos. Es de gran utilidad contar con métricas e indicadores que permitan llevar a cabo estas acciones.

Como parte de la investigación desarrollada en (Montero, 2012), se levantaron las necesidades de información de los niveles directivos de la organización, y se obtuvieron un conjunto de métricas (ver Tabla 1) e indicadores (ver Tabla 2) que cubren en una primera iteración, un conjunto de estas necesidades. Esta propuesta se obtuvo basándose en los

estándares de gestión de proyecto como el PMBOK (Project Management Body of Knowledge, por sus siglas en inglés), las necesidades de información de los directivos y el programa de mejora bajo el modelo CMMi (Capability Maturity Model Integrated, por sus siglas en inglés) que se implanta en la entidad.

Con respecto a las métricas de la Tabla 1, las métricas uno y dos responden a necesidades surgidas del proceso de CMMi, las métricas de la tres a la nueve, responden directamente a las necesidades de los directivos. Por ejemplo, las tareas en la organización están divididas en categorías de acuerdo a su tipo e importancia, la métrica cinco responde a necesidad de conocer en qué tipo de tarea se está invirtiendo más tiempo.

Tabla 1: Propuesta de Métricas

No	Métrica / Reporte
1	Cantidad de No Conformidades de Proceso según su impacto
2	Cantidad de No Conformidades de Producto según su impacto
3	% de proyectos con aporte a la formación científica
4	% de proyectos con composición armónica
5	Distribución del tiempo en cada tipo de tarea de los Especialistas, Profesores y Estudiantes
6	Horas completadas por cada miembro del equipo respecto al plan
7	Datos de Estudiantes, Profesores y Especialistas
8	Datos sobre las Bajas de Estudiantes, Profesores y Especialistas
9	Datos de Tiempo de Permanencia Estudiantes, Profesores y Especialistas

Definiciones:

No Conformidad: Es una insuficiencia en el producto o el proceso, que se detecta como resultado de una revisión.
 Formación científica: Son las tareas del 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.

Los indicadores tienen un código de color de acuerdo a las reglas definidas en la Tabla 2, por ejemplo el indicador dos, permite comparar el tiempo dedicado a las Tareas que Aportan al Proyecto (TAP), el tiempo dedicado a Tareas que No Aportan al Proyecto (TNAP) y el tiempo de permanencia (TP) en la organización. En este contexto pueden realizarse varios análisis, por ejemplo si el tiempo dedicado a TNAP sobrepasa el tiempo dedicado a TAP, hay problemas en el empleo del tiempo de los miembros de un proyecto o de un trabajador específico. Este problema puede ser detectado por los directivos y buscar el origen del problema, tomando las medidas más pertinentes.

Tabla 2: 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 $TAP < 5 \text{ h/día}$ Si $Tareas\ TNAP > 3 \text{ h/día}$ Si $TNAP = TP$ Señal=“amarillo”: Si $TP < 6 \text{ h/día}$ Si $TPI \geq TP$ Señal=“verde”: Si $TP > 6 \text{ h/día}$ Si $TNAP < 2 \text{ h/día}$ Si $TPI > 5 \text{ h/día}$
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

A partir de contar con una propuesta de métricas e indicadores que satisfacen, en una primera iteración, las necesidades de información de los directivos de la entidad, se realizó un estudio de las tecnologías que pudieran ser útiles para almacenar la información. Se llegó a la conclusión que los sistemas de inteligencia de negocio eran la solución más ampliamente utilizada para implementar un sistema de métricas e indicadores (Montero, 2012 and Eljaiek, 2013).

Resultados y discusión

Arquitectura del sistema

El término inteligencia de negocio está relacionado con la extracción de información a partir de los datos existente en una organización. Es por esta razón que el diseño de una solución BI involucra a múltiples capas necesarias para lograr este objetivo. El diseño de la arquitectura de una solución BI consta de dos elementos fundamentales (Rainardi, 2010):

- El diseño del Almacén de Datos (*back-end*), que está relacionado con el modelo de datos, los procesos ETL y las fuentes de datos.
- El diseño de la solución BI (*front-end*), que está relacionado con los reportes, los cubos OLAP, las aplicaciones de análisis, la minería de datos y los KPIs.

Se propone para el desarrollo de la solución una arquitectura de cinco capas donde se dividen y presentan jerárquicamente los roles y responsabilidades de cada una, teniendo en cuenta los elementos antes expuestos. Esta arquitectura queda representada en la Figura 2 las diferentes capas se describen a continuación:

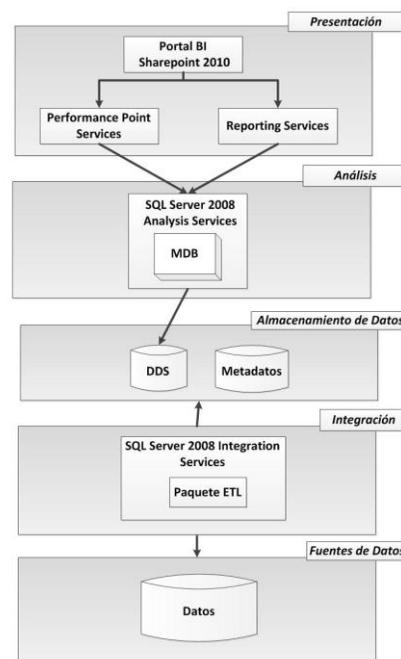


Figura 2 : Arquitectura del sistema

Fuentes de Datos

Esta capa está compuesta por diferentes sistemas que actúan como fuentes de datos. Los sistemas fuentes almacenan los datos de la organización de cara a la gestión de proyectos, de los cuales se nutre la capa de almacenamiento de datos mediante la capa de integración.

Almacenamiento de Datos

En esta capa es donde se encuentra el abastecedor de datos dimensional (*Dimensional Data Store*, DDS por sus siglas en inglés). Un DDS es un abastecedor de datos con enfoque al usuario, en la forma de una base de datos relacional, en la cual los datos están organizados utilizando un formato dimensional, con el propósito de dar soporte a las consultas analíticas para que puedan ser procesados por la capa de análisis (Rotaecche, 2009). También contiene un abastecedor de metadatos que describe la definición del almacén de datos, así como de los procesos relacionados con el mismo, en la forma de una base de datos relacional.

Integración

Esta capa contiene al sistema ETL, el cual se encarga de ejecutar los diferentes procesos ETL que se encargan de extraer y validar los datos de las fuentes de datos, transformarlos en información, y cargarlos en el abastecedor de datos dimensional. Como se muestra en la Figura 2 el sistema ETL es implementado y desplegado sobre *Microsoft SQL Server 2008 Integration Services* (SSIS, por sus siglas en inglés).

Análisis

Esta capa contiene los mecanismos necesarios para que los usuarios puedan consultar y analizar la información disponible en el DDS, para ello se utiliza una base de datos multidimensional (*Multidimensional Data Base*, MDB por sus siglas en inglés). La MDB se nutre de la información almacenada en el DDS garantizando la navegación rápida de los usuarios finales a través de la enorme cantidad de información disponible vía OLAP. Como se observa en la

Figura 2 para la implementación y despliegue de la MDB se utiliza *Microsoft SQL Server 2008 Analisis Services* (SSAS, por sus siglas en inglés).

Presentación

Esta capa corresponde a un portal de *Microsoft Sharepoint Server 2010*, del cual se utilizan las herramientas y potencialidades de inteligencia de negocio que provee dicha herramienta. *Microsoft SharePoint Server* funciona como puerta de enlace para que los usuarios autenticados en el sistema puedan acceder a la información procesada por la capa de análisis, a través de dashboards, scoreboards y reportes analíticos.

Arquitectura del flujo de datos

El flujo de datos en el *Data Warehouse* define cuáles son los objetos necesarios en tiempo de diseño y cuáles procesos son necesarios en tiempo de ejecución (Adamson and Venerable, 1998). La arquitectura del flujo de datos es una configuración de los *Data Store* dentro del sistema de almacenamiento de datos, junto con el orden en que fluyen los datos desde los sistemas fuentes a través de los *Data Store* hacia las aplicaciones utilizadas por los usuarios finales. Esta arquitectura también incluye cómo los flujos de datos son controlados, registrados, monitoreados, así como los mecanismos necesarios para asegurar la calidad de los datos dentro de los *Data Store* (Rainardi, 2008).

Para el desarrollo de la solución se propone una arquitectura de flujo de datos simple, compuesta por un abastecedor de datos dimensional (*Single DDS*). En la Figura 3 se puede observar esta arquitectura de flujo de datos propuesta. SSIS extrae los datos almacenados en las distintas fuentes de datos, luego transforma los datos y les aplica un conjunto de reglas definidas en el abastecedor de metadatos, para garantizar la calidad de los mismos (este proceso se conoce como *Data Quality*, DQ por sus siglas en ingles). Si los datos no satisfacen alguna de estas reglas, se guarda un registro en el abastecedor de metadatos que indica qué regla no se cumplió y quien o quienes son los encargados de corregir el problema (este proceso se conoce como Control y Revisión), de lo contrario SSIS carga los datos consolidados en el DDS. Posteriormente los datos consolidados en el DDS son procesados por SSAS y accedidos vía OLAP por los usuarios finales a través de *SharePoint 2010*.

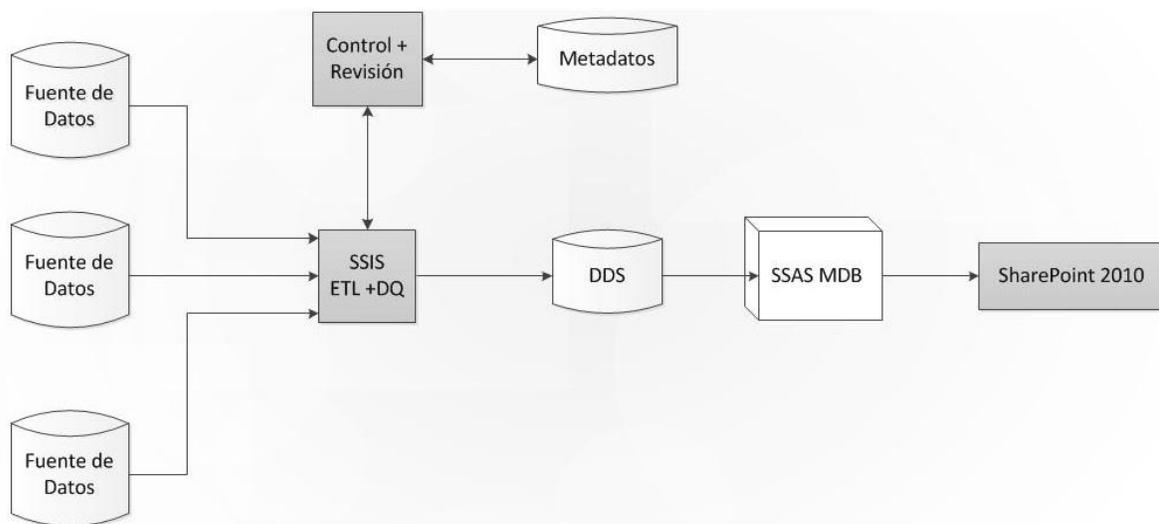


Figura 3 : Arquitectura del flujo de datos.

Portal de Inteligencia de Negocio

Teniendo en cuenta las características del CITI y su proceso fundamental, la solución se centra en satisfacer las necesidades de información que tienen los directivos respecto a la gestión de proyectos. Dada las ventajas que brindan

las soluciones de inteligencia de negocio como estrategia para la toma de decisiones, en la organización se prevé extender la implantación de esta estrategia a otras áreas de la organización. El portal BI de la solución debe ser capaz de extender el análisis de información, en la medida en que estas áreas cuenten con una base de datos de análisis, que guarde los registros históricos de las métricas e indicadores, relacionados con sus procesos de negocio.

Para cumplir con este requisito, se creó el concepto **Área BI**, que se puede definir como un área de la organización, que cuenta con toda la infraestructura en la solución BI para el análisis de información y el almacenamiento de datos. Estos datos están relacionados con los registros históricos de las métricas e indicadores que miden el desempeño de los procesos de negocio. Este concepto guía el diseño del portal BI pues constituye una agrupación de artefactos que permiten el análisis de información de una sección de la organización. En la Figura 4 se pueden observar de forma jerárquica cómo las áreas de la organización son incluidas dentro del portal BI. Cada Área BI agrupa lógicamente las herramientas de análisis dentro de cuatro listas las cuales se describen a continuación:

- **Tableros de Control:** Esta lista contiene las páginas web que muestran los tableros de control asociados al Área BI.
- **Gadgets:** Esta lista agrupa las herramientas de análisis asociadas a un Área BI, *dashboards*, *scorecards*, reportes analíticos, filtros, excluyendo los indicadores y los KPIs.
- **Indicadores:** Esta lista contiene los indicadores y los KPIs asociados a un Área BI.
- **Conexiones:** Esta lista contiene las conexiones con cada cubo de análisis asociado a un Área BI. Estas conexiones son necesarias para crear las herramientas de análisis.

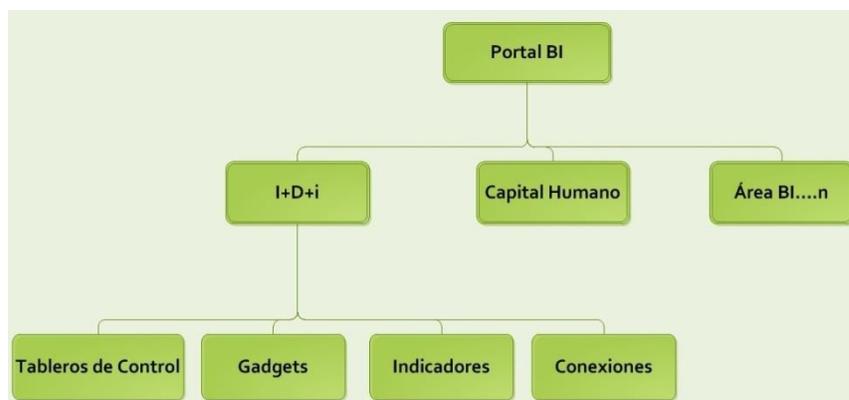


Figura 4 : Estructura jerárquica del portal BI.

Tableros de Control

La solución incluye la implementación de una plantilla web de *SharePoint* 2010, que permite crear sitios web que soportan la utilización de herramientas de análisis de información. Una vez creado el sitio utilizando esta plantilla, se activa la característica *Performance Point Services*, la cual proporciona a los usuarios los elementos necesarios para poder crear y utilizar las herramientas de análisis. También incluye un Área BI por defecto que puede ser personalizada por el usuario. Además ofrece la posibilidad de crear nuevas Áreas BI, mediante una acción personalizada incluida en la página configuración de sitio. En la Figura 5 se puede observar el Portal BI desarrollado como parte de la solución, creado utilizando la plantilla web desarrollada. Es importante destacar que esta plantilla web puede ser reutilizada para la creación de portales BI en organizaciones con una infraestructura similar a la del CITI.

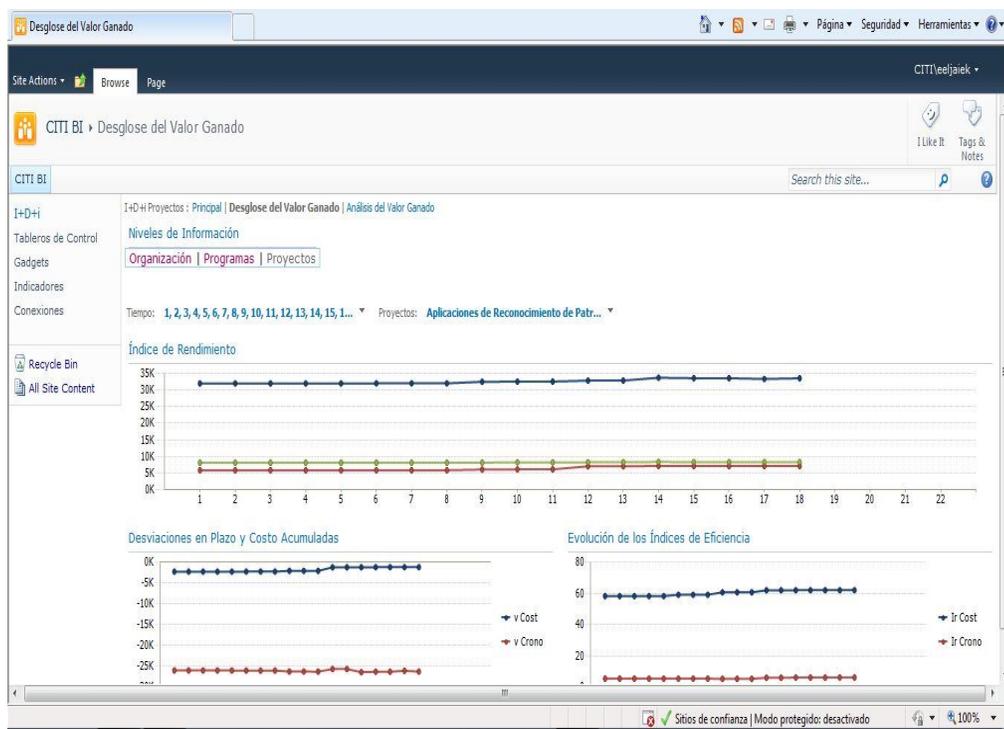


Figura 5 : Portal BI desarrollado como parte de la solución.

En la Figura 6 se puede observar el resultado de disminuir el nivel de detalle hasta mostrar el tiempo de permanencia de los empleados que trabajan en los proyectos del programa “Aplicaciones de Reconocimiento de Patrones” por tipo de empleado (profesor, especialista, estudiante, estudiante de 5to año).

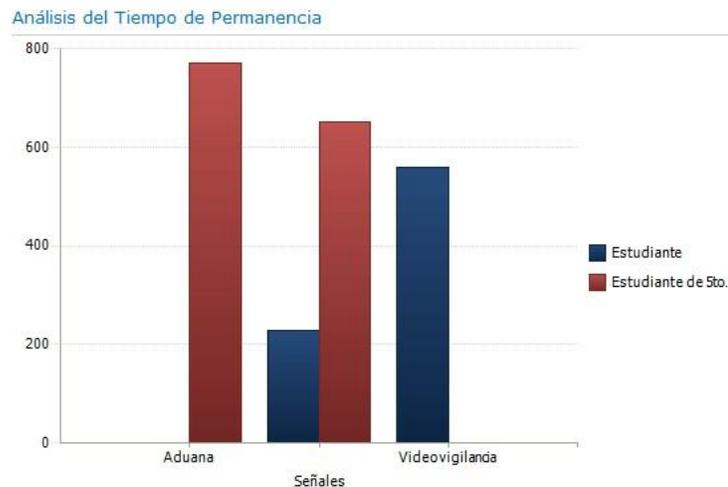


Figura 6 : Aplicación del *drill-down*

Árboles de descomposición

Los árboles de descomposición permiten navegar a través de los diferentes niveles de información observando el aporte que realiza cada nivel al nivel anterior, permitiendo a los usuarios realizar consultas analíticas. En la Figura 7 se puede observar el árbol descomposición del reporte que muestra los tiempos de permanencia de los empleados en la organización. Este árbol representa el tiempo de permanencia de los empleados que trabajan en el programa “Aplicaciones de Reconocimiento de Patrones”, en tres niveles de información programa, proyecto, y empleado.

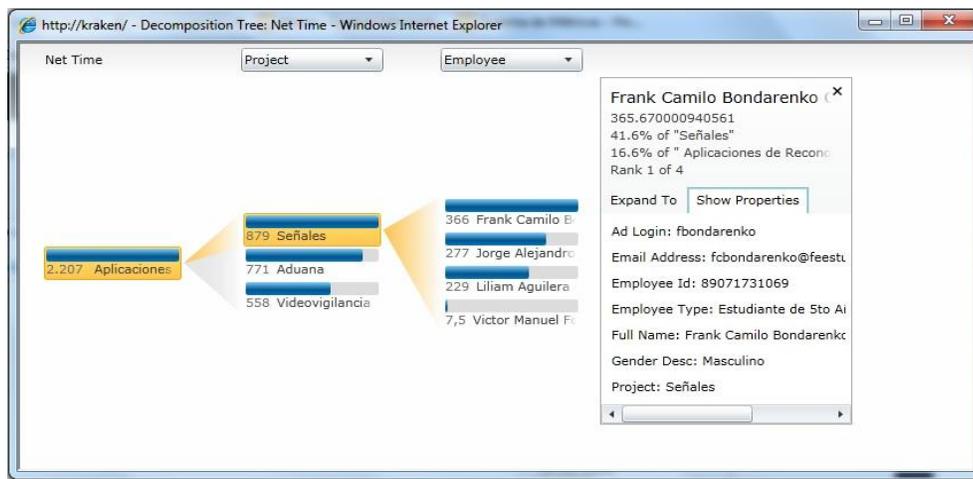


Figura 7 : Ejemplo de árbol de descomposición.

Conclusiones

- Se obtuvo una arquitectura basada en una solución de inteligencia de negocio, utilizando un almacén de datos dimensional que integra y permite analizar los datos de la organización relacionados con la gestión de proyectos.
- Se propone una arquitectura de flujo de datos simple, compuesta por un abastecedor de datos dimensional (*Single DDS*).
- La arquitectura propuesta permite incluir nuevas áreas de inteligencia de negocio en la organización.
- Se creó el concepto área de inteligencia de negocio que guía el diseño del portal.
- Se implementó de una plantilla web de *SharePoint* 2010, que permite crear sitios web que soportan la utilización de herramientas de análisis de información, esta plantilla web puede ser reutilizada para la creación de portales BI en organizaciones con una infraestructura similar a la del CITI.
- Un estudio y análisis más profundo de las métricas a utilizar en la gestión de proyecto a nivel mundial, pudiera identificar métricas e indicadores no incorporadas a la solución y que serían de gran valor para el sistema y para los directivos de una organización.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADLER, R., EWING, J., & TAYLOR, P. (2008). Citation Statistics: A report from the International Mathematical Union (IMU) in cooperation with the International Council of Industrial and Applied Mathematics (ICIAM) and the Institute of Mathematical Statistics (IMS) (pp. 26).

ÁLVAREZ, E., MUÑOZ-FERNÁNDEZ, et al. (2007). Coverage analysis of Scopus: A journal metric approach. *Scientometrics*, 73(1), 53-78.

ARENCIBIA, J. R. (2007). Acimed en Scopus: un nuevo paso hacia la proyección internacional de la investigación cubana sobre bibliotecología y ciencias de la información. ACIMED.

MARTÍNEZ RODRÍGUEZ, A., & SOLÍS CABRERA, F. M. (2007). Evaluación de la investigación científica: un

enfoque desde la metría de la información. Estudios avanzados., La Habana.

ARAUJO RUIZ, J. A., & ARENCIBIA, R. (2002). Informetría, bibliometría y cienciometría: aspectos teórico-prácticos. ACIMED, 10 (4).

CHAVIANO, O. G. (2004). Algunas consideraciones teórico-conceptuales sobre las disciplinas métricas 11. Retrieved from [http://bvs.sld.cu/revistas/aci/vol12_PubMed, Scopus,Web of Science, and Google Scholar: Strengths and weaknesses. The FASEB Journal, 22\(2\), 338–342.](http://bvs.sld.cu/revistas/aci/vol12_PubMed,Scopus,Web%20of%20Science,and%20Google%20Scholar:Strengths%20and%20weaknesses.The%20FASEB%20Journal,22(2),338-342)

FALAGAS, M.E., ET AL., Comparison of PubMed, Scopus,Web of Science, and Google Scholar: Strengths and weaknesses. The FASEB Journal, 2008. 22(2): p. 338–342.

MORALES MOREJÓN, M. (1988). La informetría y su importancia. . Paper presented at the Seminario de introducción a la informetría: análisis de los flujos informacionales y evolución de las fuentes de información La Habana.

RICARDO ARENCIBIA, J. (2007). La evaluación de la investigación científica: una aproximación teórica desde la cienciometría. Revista académica de América Latina.

SETIÉN, E. (2004). Conceptos métricos en las disciplinas bibliotecario-informativas. Selección de lecturas de estudios métricos de la información. La Habana: Félix Varela.

SPINAK, E. (1998). Indicadores cienciométricos. Paper presented at the Evaluación de la Producción Científica en Sao Paulo. 2007).