

UN ENFOQUE INTEGRADO PARA LA GESTIÓN DE RIESGOS Y CAMBIOS EN LA (RE)PLANIFICACIÓN DE PROYECTOS EN ORGANIZACIONES FRACTALES

Laura Tosselli¹, Verónica Bogado² y Ernesto Martínez³

^{1,2}Departamento Ingeniería en Sistemas de Información - UTN FRVM, Argentina

³INGAR (CONICET – UTN) - UTN FRSF, Argentina

¹ltosselli@frvm.utn.edu.ar - ²vbogado@frvm.utn.edu.ar - ³ecmarti@santafe-conicet.gob.ar

Resumen: El desarrollo económico y social reciente ha llevado a nuevos paradigmas en las organizaciones, donde surge el concepto de organizaciones fractales basadas en proyectos, las cuales establecen alianzas estratégicas que comparten proyectos. Los requerimientos iniciales y sus cambios, así como los riesgos necesitan ser controlados en etapas tempranas del proyecto. Las propuestas tradicionales de (re)planificación de proyectos no capturan las relaciones complejas entre riesgos, requerimientos y el plan del proyecto.

En este trabajo, se presenta un modelo integrado para (re)planificación de proyectos, incluyendo la gestión de cambios en requerimientos y riesgos asociados a cada proyecto dentro de la organización o alianza estratégica. Para ejemplificar su aplicación, se ha desarrollado un caso de estudio en el contexto de la industria farmacéutica, ya que la misma responde a las características de organizaciones fractales basadas en proyectos, donde el proyecto constituye su base y los riesgos reciben un tratamiento especial en dicha industria.

Palabras Claves: (re)planificación de proyectos, organizaciones fractales, gestión de requerimientos, gestión de riesgos.

Abstract: The recent economic and social development has led to new paradigms in the organizations, where the concept of Fractal based-projects Organization arises, which forms strategic alliances that share projects. The initial requirements and their changes, as well as risks need to be controlled in the early stages of the project. Traditional approaches for the (re) planning of projects do not capture the complex relationships between risks, requirements and the project plan.

This proposal presents an integrated conceptual business model for the (re)planning of projects that includes the change management in the requirement and risk management associated with each project within the organization or strategic alliance. To exemplify their application, a study case was developed in the context of pharmaceutical industry since it responds to the features of the project-based fractal organizations, where the project becomes their basis and the risks have special treatment in this industry.

Keywords: (re)planning of projects, fractal organizations, requirements management, risks management.

INTRODUCCIÓN

Hoy en día, las organizaciones, para cumplir con sus objetivos de negocio y ser competitivas, necesitan responder rápidamente al cambio y tomar ventaja de las oportunidades emergentes, formando alianzas estratégicas entre las mismas, donde se comparten proyectos. Por ejemplo, completar una orden, diseñar

un nuevo producto, satisfacer un requerimiento de recursos, etc. (Canavesio, 2007; Canavesio y Martínez, 2007). De esta manera, los proyectos pueden considerarse unidades organizacionales autónomas y descentralizadas (Warnecke, 1993), conformando la Organización Fractal que toma como unidad de gestión a cada proyecto, siendo éste interdependiente y temporal, en el que se combinan distintos tipos de

habilidades, conocimientos y recursos para lograr una meta concreta.

En este contexto, el fin último de un proyecto es entregar valor al cliente mediante un producto/servicio y favorecer la alineación estratégica de las organizaciones que participan del mismo. El alcance de un proyecto se determina mediante los requerimientos que ingresan y define los fundamentos para luego determinar y relacionar las diferentes tareas y actividades, donde los recursos son asignados. Las estadísticas relativas a las razones de por qué los proyectos fracasan, apuntan a una abrumadora necesidad de mejora en los procesos de requerimientos y análisis de negocios (Heembrock, 2009; Ellis, 2009). Los requerimientos sufren cambios a medida que se desarrolla el proyecto y es necesario identificar y controlar dichos cambios, ejecutando acciones que permitan mantener la factibilidad del proyecto. Estos cambios pueden deberse a: personal que no posee las habilidades o experiencia necesarias, personal que abandona el proyecto, presupuestos ineficientes, etc. (Barker, 2000). El fracaso en los proyectos toma la forma de excesos en el presupuesto y plazos sin cumplir, el cual se deriva de la incapacidad para manejar dichos cambios y evaluar los riesgos asociados al proyecto para obtener un plan realista. Avanzar en un proyecto sin adoptar un enfoque proactivo en materia de gestión de riesgos aumenta el impacto que puede tener la materialización de un riesgo sobre el proyecto y que, potencialmente, podría conducir al fracaso (PMI, 2008). Pero no solamente se debe prestar atención a los riesgos de un solo proyecto, ya que muchas veces una organización lleva a cabo varios proyectos de manera simultánea y, varios de esos proyectos son compartidos con otras organizaciones, es decir, que el proyecto pertenece a una alianza estratégica entre organizaciones. Por lo mencionado anteriormente, se necesita contar con una correcta gestión de proyectos, específicamente en lo referido a

cambios en los requerimientos y gestión de riesgos y su impacto en la (re)planificación.

Con respecto a la literatura relacionada, en (Canavesio, 2007) se presenta un modelo enfocado en el proyecto dentro de una organización fractal, apuntando a la planificación del mismo haciendo uso de roles a nivel de tareas y recursos. Otros trabajos como el presentado en (Goknil et al., 2014), relacionados a la propuesta de este trabajo, definen modelos enfocados en las relaciones existentes entre requerimientos y cómo un cambio en alguno de ellos afecta a aquellos que se encuentran asociados. No se plantea en el modelo de qué manera esos cambios afectan la planificación de un proyecto. Referido a riesgos, existen modelos conceptuales aislados sin definir como la ocurrencia de un riesgo impacta en el plan general de un proyecto (Braendeland et al., 2010). No existe un modelo que capture los cambios en los requerimientos y la gestión de riesgos, así como su impacto en la planificación y (re)planificación durante la ejecución del proyecto.

El presente trabajo tiene por objetivo general la formulación de un modelo conceptual que permita integrar los conceptos que influyen en la planificación y (re)planificación de los proyectos de organizaciones fractales, así como los conceptos relacionados a la gestión de requerimientos, focalizando en la gestión de cambios, con énfasis en la gestión de riesgos.

El trabajo se estructura de la siguiente forma. La Sección 2 describe cómo influyen los cambios en requerimientos y la ocurrencia de riesgos en la planificación y (re)planificación de los proyectos en las organizaciones fractales. La Sección 3 presenta el modelo propuesto, definiendo agrupaciones de conceptos relacionados según semántica común. En la Sección 4 se describe el caso de estudio utilizado para la instanciación del modelo desarrollado. Finalmente, la Sección 5 incluye conclusiones y trabajos futuros.

GESTIÓN DE REQUERIMIENTOS Y RIESGOS EN LA (RE)PLANIFICACIÓN DE PROYECTOS EN ORGANIZACIONES FRACTALES

Actualmente, las organizaciones deben reconocer que los bienes y servicios que producen evolucionan, debido al cambio en el interés del cliente, las acciones de la competencia, condiciones del entorno (gubernamentales, tecnológicas, económicas). Estos factores influyen en los requerimientos definidos inicialmente para satisfacer las necesidades de los clientes y traen aparejados nuevos riesgos u ocurrencia de los riesgos existentes asociados al proyecto que se está llevando a cabo, afectando la calidad final del producto a desarrollar. Para poder subsistir en este ambiente dinámico, manteniendo tiempos, costos y calidad, las organizaciones suelen agruparse bajo alianzas estratégicas que les permitan incursionar en nuevos mercados, mitigar amenazas, aprovechar oportunidades, lograr economías de escala, obtener mejor calidad en productos y servicios (Westkamper et al., 2000). En este contexto, para lograr lo antes expuesto, estas alianzas deben contar con herramientas que soporten sus decisiones por lo que la Gestión de Proyectos (Figura 1) surge como elemento clave dentro de esta agrupación de organizaciones.

La Gestión de Proyecto, según PMI (Project Management Institute), incluye los grupos de procesos: iniciación, planificación, seguimiento y control, cierre (Figura 1), e implica: (1) identificar requisitos, (2) abordar las necesidades y expectativas de los interesados, (3) equilibrar las restricciones contrapuestas del proyecto: el alcance, la calidad, el cronograma, el presupuesto, los recursos y los riesgos (Figura 1).

En la actualidad, la Gestión de Proyectos se enfrenta a varios retos: (1) globalización, donde la organización se expande hacia entornos internacionales y multiculturales, con equipos de desarrollo geográficamente dispersos; (2) complejidad en los proyectos que desarrolla la organización (mayor nivel de perso-

nalización por parte de los clientes); (3) necesidad de obtener resultados inmediatos y con alta calidad en proyectos donde existe un mayor grado de incertidumbre sobre la disponibilidad de recursos, duración de las tareas, políticas económicas nacionales e internacionales y multiplicación de los riesgos (debido a cambios en el alcance del proyecto, o a la incorporación de nuevas tareas y (re)programación del plan de trabajo); (4) mantener un buen ambiente en el equipo

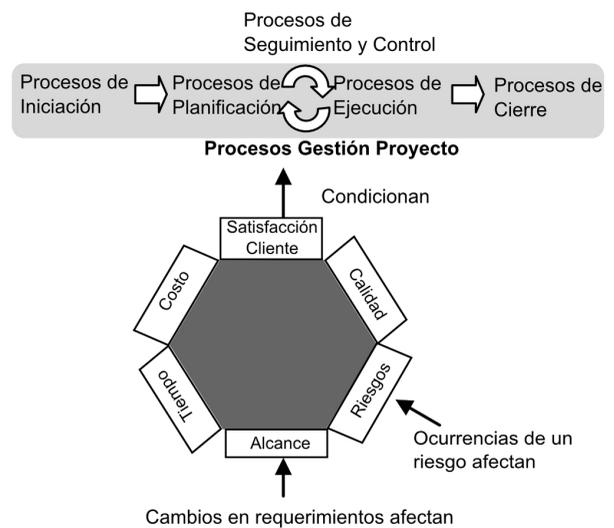


FIGURA 1. FACTORES QUE INFLUYEN EN LA (RE)PLANIFICACIÓN DE PROYECTOS.

de proyecto, adaptarse a las organizaciones planas, a las continuas reorganizaciones y fusiones y a las excesivas dependencias de las tecnologías de la información (Canavesio y Martínez, 2007; Anavi-Isakow y Golany, 2003). De igual forma que la calidad es un factor importante en la Gestión de Proyectos dentro de una organización, lo son los requerimientos y los riesgos (PMI, 2008; Sommerville, 2010). Estos dos grandes aspectos dentro de la Gestión de Proyectos influyen directamente sobre la planificación llevada a cabo por la organización y seguimiento del plan durante la ejecución, y serán el foco principal de esta propuesta. Como se muestra en la Figura 1, en un proyecto existen restricciones contrapuestas que condicionan los procesos de gestión del proyecto y

la relación entre dichos factores es tal que si alguno de ellos cambia, es probable que al menos otro se vea afectado (PMI, 2008). Particularmente, las ocurrencias de los riesgos y cambios en los requerimientos impactan directamente en el tiempo, presupuesto, recursos y calidad del producto final.

De acuerdo a lo mencionado anteriormente, las alianzas estratégicas entre organizaciones fractales deben basarse en la Gestión de Proyectos como herramienta clave, ya que se necesita realizar un seguimiento de los proyectos compartidos entre los miembros de dichas alianzas, como se muestra en la Figura 2 (a).

Cada uno de los proyectos es tratado como una unidad que posee características de flexibilidad, proactividad, adaptabilidad, auto-organización, auto-optimización, estructura orientada a objetivos, que puede interactuar con otros dentro de esta red de organizaciones, donde la toma de decisiones se realiza de manera descentralizada (Berberoğlugil y Satir, 2012). A su vez, en cada una de estas unidades, coexisten la gestión de cambios en los requerimientos, la gestión de riesgos y el plan, donde requerimientos cambiantes aumentan los riesgos asociados al proyecto o riesgos que surgen como consecuencia de otros factores, repercutiendo en el plan definido inicialmente, haciendo necesaria la (re)planificación de elementos de trabajo y recursos involucrados (Figura 2(b)).

MODELO CONCEPTUAL PARA LA GESTIÓN INTEGRADA DE REQUERIMIENTOS Y RIESGOS EN LA (RE)PLANIFICACIÓN DE PROYECTOS

El modelo propuesto tiene como objetivo principal lograr la integración de la gestión de requerimientos y la gestión de riesgos en un modelo de (re)planificación de proyecto. Con dicho modelo se pretende: (1) capturar los conceptos para el tratamiento de riesgos que afectan al proyecto; (2) definir conceptos necesarios para la captura de requerimientos; específicamente, la gestión de cambios asociada a los mismos; (3) plantear los conceptos relacionados a los elementos de trabajo y recursos involucrados en cada uno de ellos; (4) definir entidades que permitan utilizar métricas para cuantificar los factores involucrados en la toma de decisiones relacionadas al plan. El modelo se representa empleando el lenguaje UML (UML, 2010) y siguiendo los fundamentos Orientados a Objetos (Booch, 1994; Booch, 1995), otorgando: flexibilidad que permite evolucionar en el tiempo, independencia de las diferentes tecnologías en las cuales pueda ser implementado, generalizar y abstraer el conocimiento común del dominio.

El modelo propuesto se basa en el enfoque goal-driven, donde los objetivos se plantean a alto nivel y

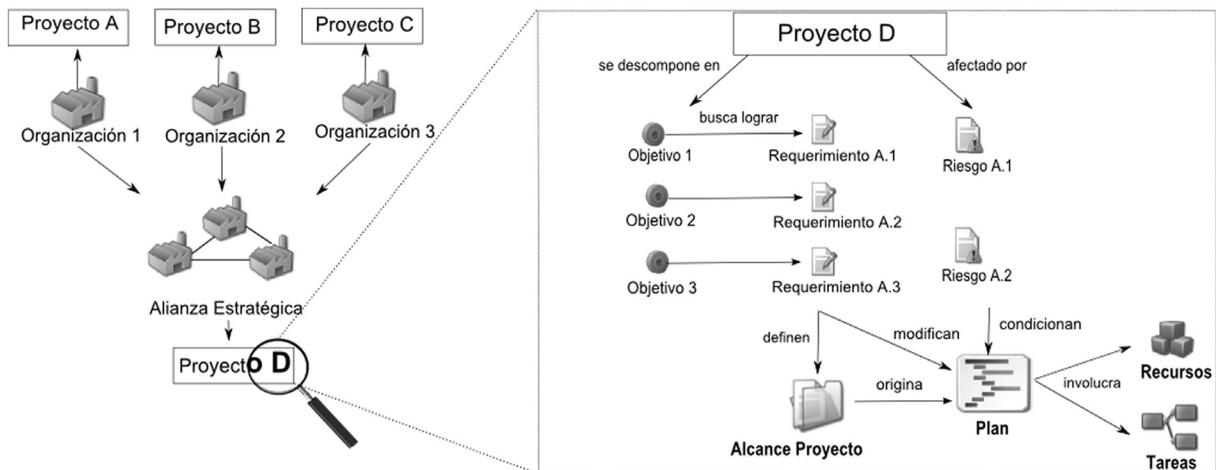


FIGURA 2. ALIANZA ESTRATÉGICA. (A) ESQUEMATIZACIÓN DE UNA ALIANZA ESTRATÉGICA (B) ESQUEMATIZACIÓN DE RIESGOS Y REQUERIMIENTOS Y SU RELACIÓN CON EL PLAN DENTRO DE UN PROYECTO.

son de negocio, organización o sistema, capturando las razones para las cuales una organización fractal justifica su existencia. Dichos objetivos constituyen la base para la definición de los requerimientos necesarios para alcanzarlos o cumplirlos, y donde a partir de los objetivos del proyecto se identifican y analizan los riesgos que los afectan (Anton, 1996).

Los conceptos del dominio se agruparon en diferentes paquetes debido a la complejidad de los mismos y sus relaciones, como se muestra en la Figura 3. En el paquete denominado Organización se agrupan las entidades que definen la organización fractal y sus proyectos. El paquete Riesgo agrupa los conceptos relacionadas a la gestión de los riesgos asociados a los proyectos que pertenecen al paquete Organización; particularmente, a su definición, priorización e identificación de planes de respuesta a aplicar en caso de ocurrencia de los mismos. Dentro del paquete Requerimientos, se encuentran los conceptos necesarios para definir requerimientos relacionados a un proyecto y seguir sus cambios e impacto en el plan. Por último, el paquete PlanProyecto es el central, el cual contiene las entidades que manejan la información del plan general de cada proyecto que se están llevando a cabo dentro de la organización o red de organizaciones.

Conceptos asociados a Organización

Una alianza estratégica (concepto RedOrganizaciones, Figura 4) involucra un conjunto de pequeñas y medianas empresas o más ampliamente organizaciones (mínimo 2, según cardinalidad Figura 4), definidas a través del concepto Organización, vinculadas mediante relaciones cliente-servidor. Las mismas comparten uno o más proyectos (entidad Proyecto, Figura 4), considerado/s como esfuerzo temporal para crear un producto o resultado único para obtener ventajas competitivas (PMI, 2008).

Las organizaciones deben responder al tipo fractal

basadas en proyectos, donde cada proyecto se define como una unidad autónoma e interdependiente, y esta estructura se repite a diferentes niveles (Canavesio, 2007; Canavesio y Martínez, 2007), por lo que un proyecto puede descomponerse en subproyectos (rol subproyecto, Figura 4).

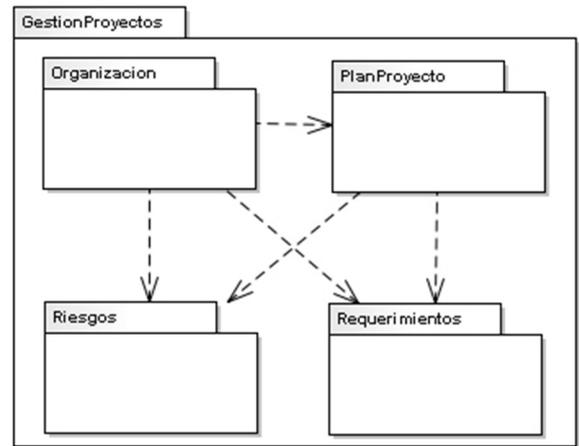


FIGURA 3. ORGANIZACIÓN DEL MODELO DE (RE)PLANIFICACIÓN DE PROYECTOS.

A su vez, para cada uno de los proyectos, se puede definir más de un Objetivo, el cual constituye una meta hacia la cual se debe dirigir el trabajo, una posición estratégica que se quiere lograr o un fin que se desea alcanzar, un resultado a obtener, un producto a producir o un servicio a prestar (PMI, 2008).

Conceptos relacionados a Requerimientos

Los requerimientos son la pieza fundamental en un proyecto, entendidos como necesidades de los clientes involucrados en el proyecto, ya que marcan el punto de partida para actividades mencionadas como la planificación, básicamente en lo que se refiere al alcance, estimaciones de tiempos y costos, así como la definición de recursos necesarios y la elaboración de cronogramas que constituyen uno de los principales mecanismos de control con los que se contará durante la etapa de desarrollo o ejecución del mismo (Pressman, 2010).

De acuerdo con la ingeniería de requerimientos

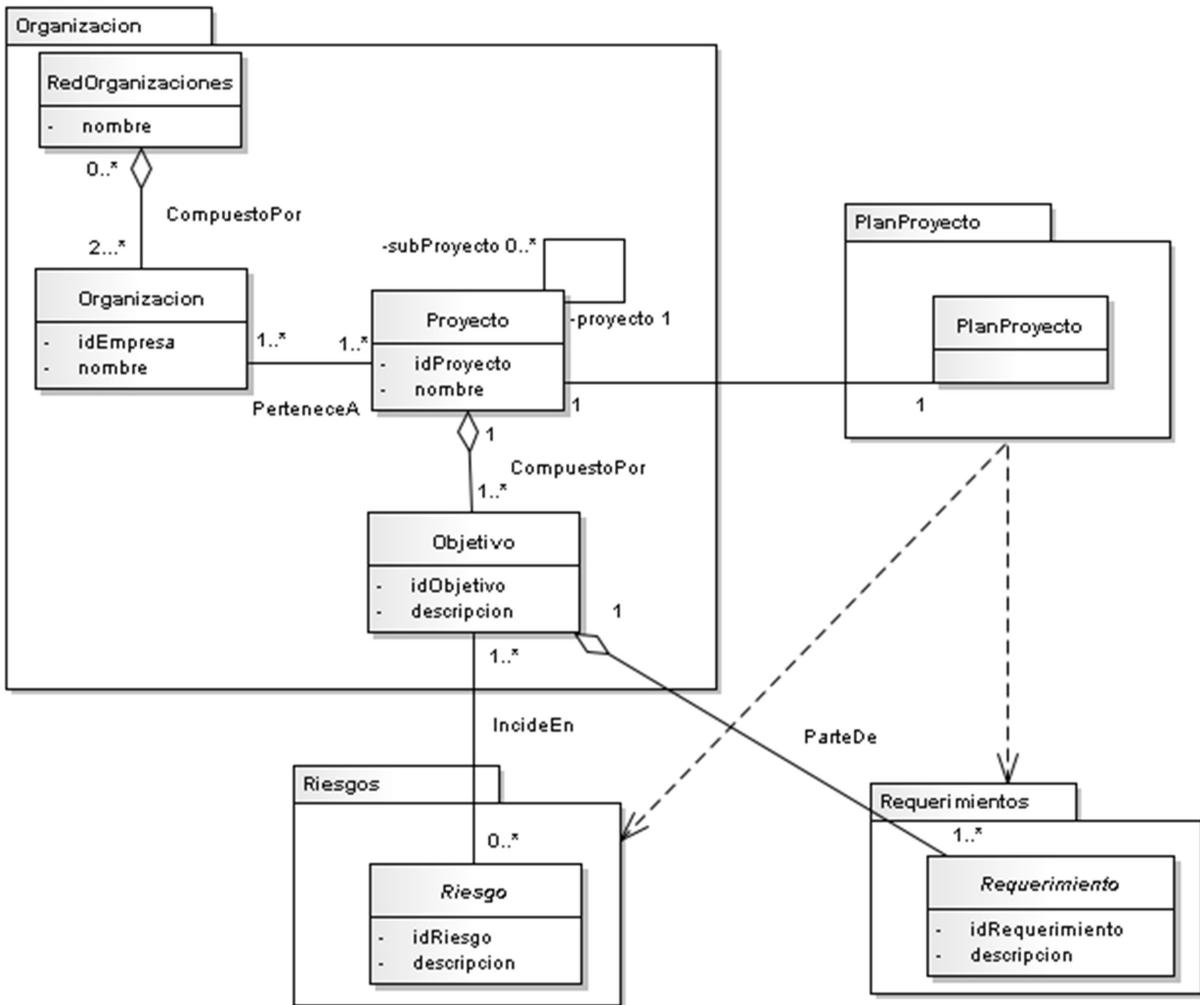


FIGURA 4. CONCEPTOS RELACIONADOS A ORGANIZACIÓN.

basada en el enfoque goal-driven, el análisis de los objetivos de todos los involucrados en el proyecto lleva a un conjunto de requerimientos que cumplen con esos objetivos (Asnar et al., 2011; Islam et al., 2014), lo cual se refleja en el modelo propuesto, mediante la relación que existe entre los conceptos Objetivo y Requerimiento, estableciendo que un Objetivo puede descomponerse en más de un Requerimiento. Para cada requerimiento, se establece una forma de evaluación cualitativa, mediante clasificación, y cuantitativa, mediante métricas que impliquen un valor objetivo. En la Figura 5, se resume el enfoque goal-driven para requerimientos.

La gestión de requerimientos en la (re)planifi-

cación es asegurar que el proyecto cumpla con las expectativas de sus interesados, tanto externos como internos. En la Figura 6, se muestran las entidades pertenecientes al paquete Requerimientos.

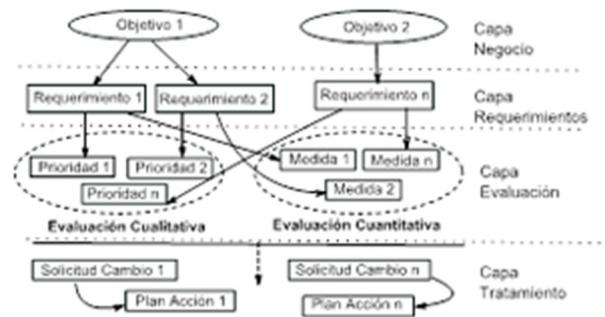


FIGURA 5. ENFOQUE GOAL-DRIVEN EN REQUERIMIENTOS.

mediante una métrica, la cual puede ser directa (MétricaDirecta) o indirecta cuyo cálculo depende de otras métricas (MétricaIndirecta), y ésta se encuentra asociada a una escala de medición (Escala). Además, relacionada a un requerimiento básico existe una prioridad (PrioridadRequerimiento), la cual permite realizar una clasificación del mismo según su importancia o impacto en el proyecto.

La inserción, eliminación o actualización de un requerimiento se realiza mediante una solicitud de cambio (SolicitudCambio) capturando información acerca de la gestión de cambios en requerimientos. Si el cambio es aprobado (Aceptado), se establece un plan de acción (PlanAccion), el cual se relaciona con un conjunto de acciones (Accion), siendo éstas elementos de trabajo cuando se incorporen al plan del proyecto o acciones que repercuten en el mismo.

Conceptos asociados a Riesgos

La Gestión de los Riesgos incluye los procesos relacionados a la identificación, el análisis, la planificación de respuesta a los riesgos, así como su monitoreo y control. Los objetivos de la Gestión de los Riesgos son aumentar la probabilidad y el impacto de eventos positivos, además de disminuir la probabilidad y el impacto de eventos negativos (PMI, 2008). Al igual que con los requerimientos, se utiliza el enfoque goal-driven para la identificación, evaluación y tratamiento en caso de un evento que desencadene un riesgo (Asnar et al., 2011; Islam et al., 2014), ver Figura 7.

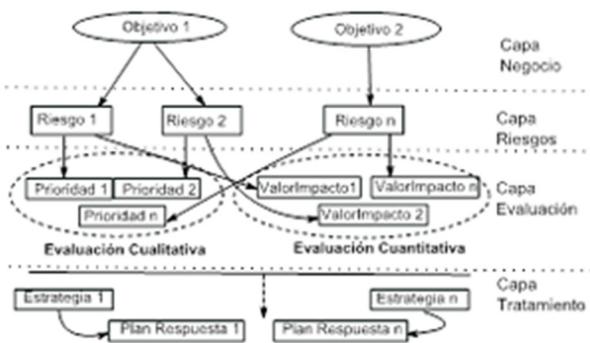


FIGURA 7. ENFOQUE GOAL-DRIVEN EN RIESGOS.

En la Figura 8, se presentan los conceptos y las relaciones que definen la gestión de los riesgos dentro de la gestión de proyectos. La entidad central representa al Riesgo, definido como un evento o condición incierta que, si se produce, tiene un efecto positivo (oportunidad) o negativo (amenaza) en los objetivos de un proyecto (PMI, 2008). Los riesgos de un proyecto se ubican siempre en el futuro. Un riesgo compuesto (RiesgoCompuesto) constituye la entidad superior de una jerarquía de riesgos, donde la unidad atómica es el riesgo básico (RiesgoBasico). Un riesgo básico tiene asociado un Impacto, el cual determina la incidencia del riesgo en el proyecto (incluyendo un valor cualitativo, definido como una escala, por ejemplo de 1 a 5), y una probabilidad de ocurrencia (ProbabilidadOcurrencia) que indica la frecuencia con la cual puede producirse el mismo (PMI, 2008).

A partir de la relación entre estas dos últimas entidades, se obtiene un valor (Puntaje) que permite establecer la información necesaria para priorizar el riesgo (PrioridadRiesgo), lo que determina la estrategia o política (Estrategia) a seguir frente a la ocurrencia del mismo. En caso que el riesgo sea positivo (Oportunidad), las estrategias incluyen: (1) explotar; (2) compartir; (3) mejorar; (4) aceptar. Si el riesgo es negativo (Amenaza), las estrategias incluyen: (1) evitar; (2) transferir; (3) mitigar; (4) aceptar (PMI, 2008).

Si ocurre un riesgo (es decir, sucede el evento asociado al riesgo, representado a través del concepto Ocurrencia), de acuerdo a la estrategia establecida para dicho riesgo, existe un conjunto de acciones específicas para implementar dicha estrategia (cada una representada mediante AccionRespuesta), agrupadas bajo un plan de respuesta (PlanRespuesta). Estas acciones implicarán un impacto en el plan del proyecto, pudiendo incidir en más de una tarea o en más de un recurso, pero no es condición exigida en el modelo propuesto, ya que existen riesgos que afectan al proyecto en general. Además, se define en

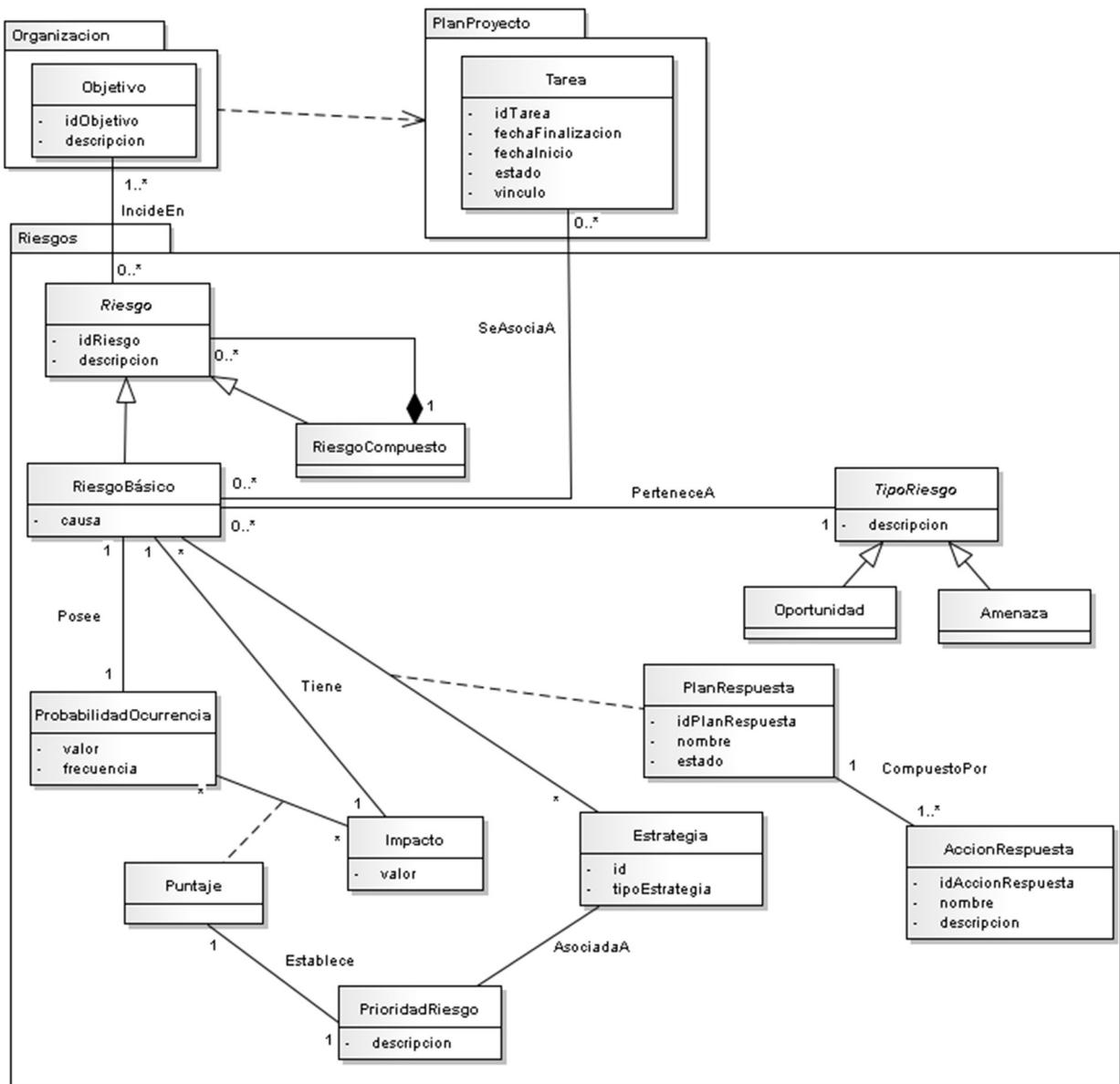


FIGURA 8. CONCEPTOS RELACIONADOS A LA GESTIÓN DE RIESGOS Y SU IMPACTO EN EL PLAN DEL PROYECTO.

el modelo (relación entre las entidades RiesgoBásico y Ocurrencia, la cual es * a *), que un RiesgoBásico puede estar asociado a más de una Ocurrencia.

Conceptos de PlanProyecto

La planificación determinará si es factible o no llevar a cabo lo anunciado en el alcance, teniendo en cuenta los riesgos que podrían afectar al proyecto. En caso que sea posible, la planificación deberá detallar cómo se desarrollará el proyecto para cumplir con los objetivos del proyecto (PMI, 2008).

En la Figura 9, se modela la información necesaria para el plan del/los proyectos.

El plan (PlanProyecto) se asocia a un conjunto de elementos de trabajo (ElementoTrabajo), donde un elemento de trabajo se define como un componente de trabajo realizado en el transcurso de un proyecto (PMI, 2008). Un elemento de trabajo puede componerse de otros elementos de trabajo (por ejemplo, una etapa, fase, actividad, etc.), conformando un elemento de trabajo compuesto (ElementoTrabajo-

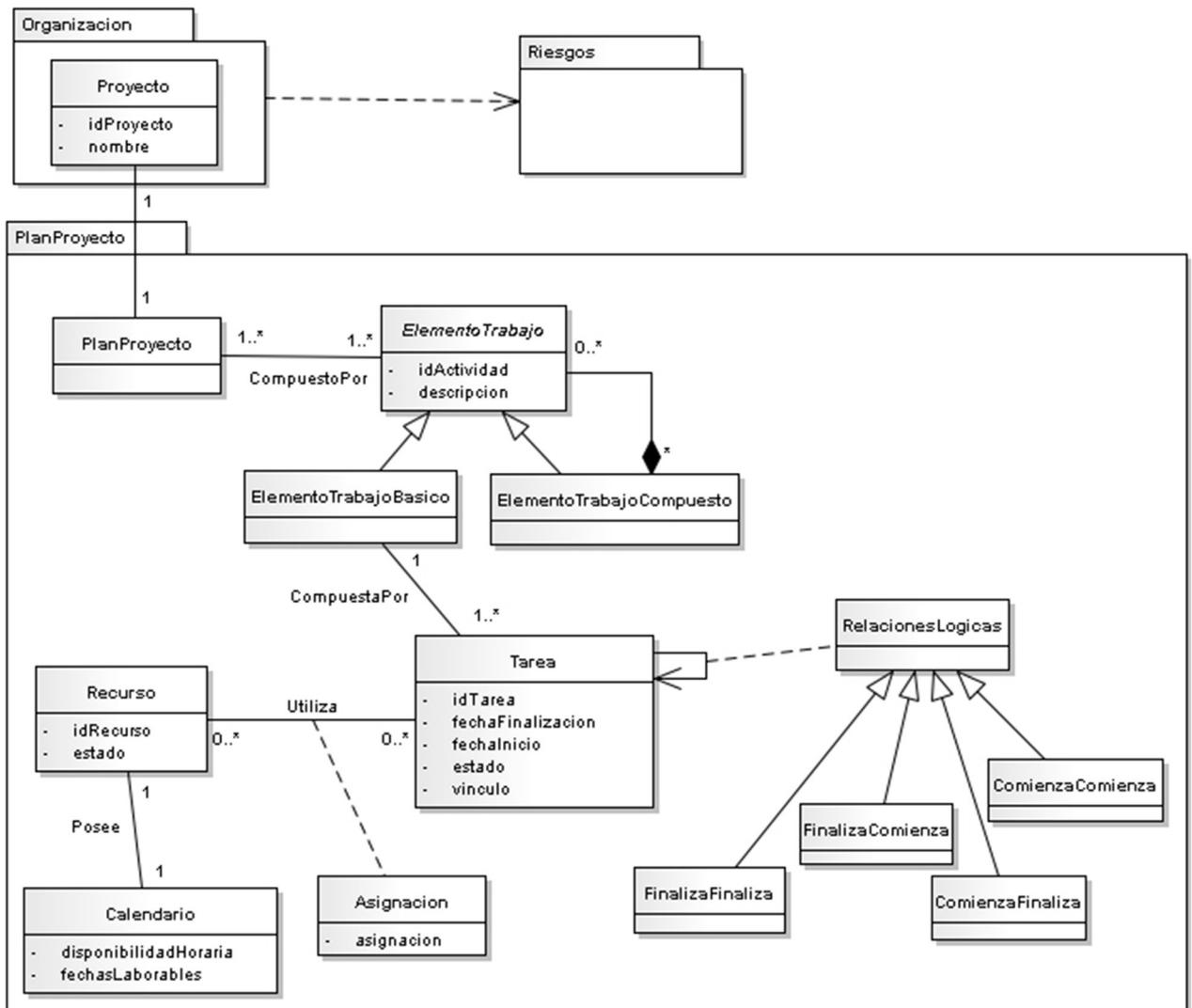


FIGURA 9. CONCEPTOS RELACIONADOS AL PLAN DEL PROYECTO.

Compuesto), o ser atómico (ElementoTrabajoBasico), el cual contiene tareas (Tarea), considerando las mismas como una unidad de trabajo más pequeña.

Entre tareas se establecen relaciones lógicas (RelacionLogica) definidas como dependencias entre dos tareas del cronograma del proyecto (PMI, 2008). Los cuatro tipos posibles de relaciones lógicas son: FinalizaComienza (FC: Una tarea no puede comenzar hasta que no termine la anterior); ComienzaComienza (CC: Una tarea no puede comenzar hasta que no comience otra); FinalizaFinaliza (FF: Una tarea no puede finalizar hasta que

no finalice otra); ComienzaFinaliza (CF: Una tarea no puede finalizar hasta que no comience otra). Las tareas se asocian a su vez a recursos (cada uno representado por Recurso), necesarios para realizar la tarea relacionada, a través del concepto Asignacion. Los recursos pueden ser recursos humanos especializados, equipos, suministros, materias primas, materiales, presupuestos, etc. (PMI, 2008). Para cada recurso, se definen los períodos de tiempo en los cuales dicho recurso estará disponible, lo cual es plasmado en la entidad CalendarioRecurso.

CASO DE ESTUDIO: INDUSTRIA FARMACÉUTICA

El caso de estudio que se presenta consiste en el desarrollo de un nuevo fármaco para disminuir la presión arterial, denominado PRE205X, lanzado por la compañía AltoFarmacia, y de su proceso de producción con el objetivo de evidenciar las etapas involucradas en estos proyectos, las capacidades y recursos requeridos, los tiempos insumidos y el riesgo e incertidumbre asociados con este tipo de proyectos a largo plazo. En el proceso de desarrollo se encuentran involucradas diferentes pequeñas y medianas compañías u organizaciones, que se encargan de llevar a cabo distintas actividades compartiendo un objetivo común: la realización del proyecto. El mismo fue desarrollado en trabajos previos (Canavesio, 2007), focalizando en la planificación, puntualmente en las tareas y los recursos. El objetivo es extenderlo para contemplar riesgos y gestión de cambios en requerimientos y como éstos repercuten en la (re) planificación de proyectos.

Independientemente del método utilizado para la obtención de una droga, sea sintetizada químicamente, extraída desde una fuente natural o derivada a través de biotecnología, el ciclo de Investigación y Desarrollo de la misma se divide en cuatro etapas, según lo mostrado en la Figura 10. Para mejor comprensión de los conceptos, se ha partido del estado en progreso del proyecto PRE205-X. Las tareas de investigación de moléculas candidatas han concluido y se están realizando las pruebas toxicológicas y farmacológicas en animales de las mismas. Además, se inició la investigación para derivar rutas de síntesis para la molécula.

Focalizando en un instante de tiempo t, se proponen los siguientes objetos, identificados por paquetes, mostrando parcialmente la instancia del modelo, por cuestiones de espacio. Entonces, en el ejemplo propuesto, la alianza estratégica (Red01) reúne 5 organizaciones (Org01,..., Org05) con el objetivo de

llevar a cabo el Proyecto P01 denominado PRE205-X, el cual se divide en subproyectos, de los cuales se instancian dos: “Transferir proceso a planta piloto” (Sp01) y “Pruebas clínicas” (Sp02). Para cada uno de los subproyectos instanciados, se definen algunos de los objetivos a alcanzar a través de la realización de los mismos, como por ejemplo O1 (Tabla 1).

Algunos de los requerimientos identificados para los objetivos de la Tabla 1, se observan en la Tabla 2. Existen requerimientos compuestos como R01, que se desglosa en dos requerimientos básicos, identificados como RB01 y RB02. Asociada al requerimiento básico RB01 se encuentra la restricción rt01. En el modelo, las restricciones establecen los valores de

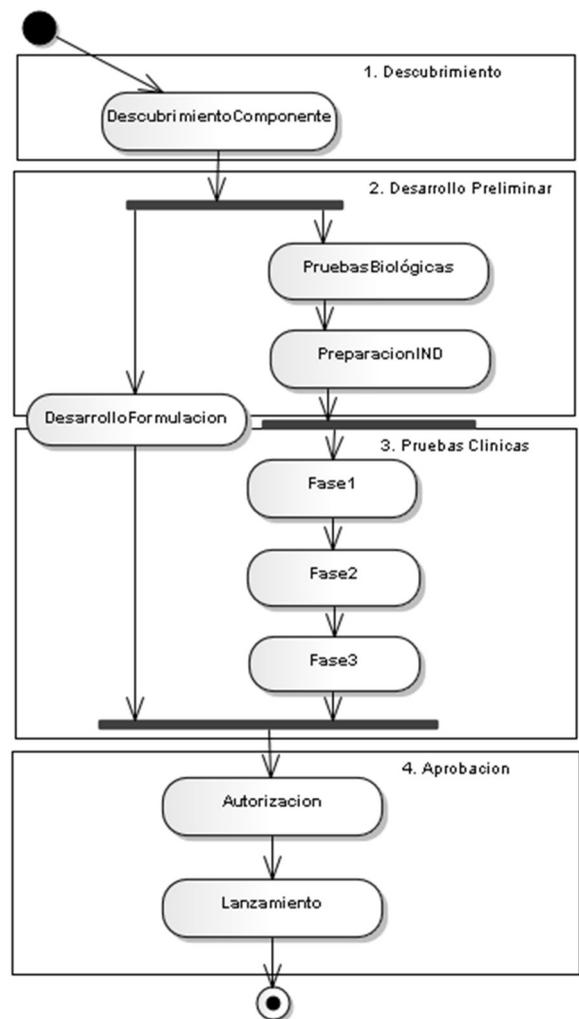


FIGURA 10. PROCESO DE DESARROLLO DE NUEVO FÁRMACO.

referencia que deben tenerse en cuenta al momento de evaluar un requerimiento, mientras que las medidas se utilizan para capturar el valor real obtenido de la evaluación del requerimiento. En este caso, la *rt01* se refiere al cumplimiento de estándares para el diseño de planos y la medida (*m01*) refleja el valor obtenido en la evaluación del requerimiento, en este caso 1, lo que significa que se cumple con los estándares, según lo definido por la métrica *md01* y su escala *es01* asociada. El indicador *i01* representa el valor real obtenido.

En el proyecto PRE205-X, existe el riesgo *r01* (Tabla 3), con una fecha de ocurrencia (*oC01*) determinada, el cual establece que la transferencia de la ruta de síntesis del compuesto a la planta piloto requiere de una transformación química dificultosa de lograr.

ID	CONCEPTO	INSTANCIA
RED01	REDEMPRESAS	REDEMPRESA1
ORG01	ORGANIZACION	ALTOFARMACIA
ORG02	ORGANIZACION	UNIVERSIDAD NACIONAL
ORG03	ORGANIZACION	BIOTECH
ORG04	ORGANIZACION	FARMATEST
ORG05	ORGANIZACION	TECHNOLOGY
P01	PROYECTO	PRE205-X
SP01	SUBPROYECTO	TRANSFERIR PROCESO A PLANTA PILOTO.
SP02	SUBPROYECTO	PRUEBAS CLÍNICAS.
O1 PERTENECIENTE A SP01	OBJETIVO	DISEÑAR Y CONSTRUIR UNA PLANTA PILOTO.
O2 PERTENECIENTE A SP01	OBJETIVO	SELECCIONAR PARÁMETROS DE REACCIÓN QUE OPTIMIZAN LA EFICIENCIA DEL PROCESO.
O3 PERTENECIENTE A SP02	OBJETIVO	REALIZAR LAS PRUEBAS CLÍNICAS PARA EL COMPUESTO PRE205-X.

TABLA 1. INSTANCIAS CORRESPONDIENTES A LOS CONCEPTOS DEFINIDOS PARA ORGANIZACIÓN.

ID	CONCEPTO	INSTANCIA
R01 DEFINIDO PARA O1	REQUERIMIENTO COMPUESTO	DISEÑO DE EQUIPOS.
RB01	REQUERIMIENTO BÁSICO	CONSTRUCCIÓN DE PLANOS.
RB02	REQUERIMIENTO BÁSICO	PREPARACIÓN DE ESPECIFICACIONES PARA ADQUIRIR EQUIPOS Y MATERIALES.
RT01 DEFINIDA PARA RB01	RESTRICCIÓN	CUMPLIR CON ESTÁNDARES VIGENTES PARA EL DISEÑO DE PLANOS EN LA INDUSTRIA FARMACÉUTICA.
M01	MEDIDA	1
I01	INDICADOR	CUMPLIMIENTO DE ESTÁNDARES RELACIONADO A MD01.
MD01	MÉTRICA DIRECTA	VALORES: 1 (SE CUMPLEN LOS ESTÁNDARES PARA DISEÑO DE PLANOS); 0 (NO SE CUMPLEN ESTÁNDARES).
ES01	ESCALA	NOMINAL.
R02	REQUERIMIENTO COMPUESTO	OBTENER DATOS PARA LA FASE I DE LAS PRUEBAS CLÍNICAS.
RB03	REQUERIMIENTO BÁSICO	PRODUCIR DOS LOTES DEL COMPUESTO PARA LA FASE I DE PRUEBAS CLÍNICAS.
RT02 DEFINIDA PARA RB03	RESTRICCIÓN	LOS LOTES A PRODUCIR DEBEN SER DE 10 KG. C/U.
RB04	REQUERIMIENTO BÁSICO	ADMINISTRAR EL COMPUESTO EN 100 VOLUNTARIOS SANOS.
RL01	RELACIÓN - REQUIERE	RB03 DEBE FINALIZAR PARA QUE COMIENCE RB04.
RB05	REQUERIMIENTO BÁSICO	REALIZAR ENSAYOS DEL COMPUESTO EN CÁPSULAS.
RT03 DEFINIDA PARA RB05	RESTRICCIÓN	LAS CÁPSULAS DEBEN CUMPLIR CON LA DOSIFICACIÓN DE 1 MG.
M02	MEDIDA	1
I02	INDICADOR	CUMPLIMIENTO DE ESTÁNDARES RELACIONADO A MD02.
MD02	MÉTRICA DIRECTA	VALORES: 1 (LAS CÁPSULAS CUMPLEN LA DOSIFICACIÓN), 0 (NO SE CUMPLE CON LA DOSIFICACIÓN).
ES02	ESCALA	NOMINAL.

TABLA 2. INSTANCIAS CORRESPONDIENTES A LAS ENTIDADES RELACIONADAS A REQUERIMIENTOS.

Este inconveniente pone en dudas la realización de las pruebas clínicas según lo planificado para poder salir al mercado antes que su competidor (Canavesio, 2007).

Este riesgo consiste en una amenaza (am01) poniendo en peligro el éxito del proyecto PRE205-X, por lo que su impacto (ip01) se considera Crítico, con una clasificación de 5, y una probabilidad de ocurrencia (p001) igualmente Crítica, clasificada en 5. A partir de la relación entre estos elementos, se obtiene un puntaje (pun01) para determinar la priorización del riesgo (pri01, que define al riesgo como Crítico) y la estrategia (e01, Mitigación) a seguir en caso de ocurrencia del mismo.

ID	CONCEPTO	INSTANCIA
R01 AFECTA AL O1	RIESGO BÁSICO	TRANSFORMACIÓN QUÍMICA
OC01	OCURRENCIA	02/09/2006
AM01	AMENAZA	AMENAZA.
IP01	IMPACTO	5 (CRÍTICO).
PO01	PROBABILIDAD OCURRENCIA	VALOR = 5 (CRÍTICA). PORCENTAJE OCURRENCIA = 0,8.
PUN01	PUNTAJE	25.
PRI01	PRIORIDAD RIESGO	CRÍTICO.
E01 ASOCIADA A R01	ESTRATEGIA	MITIGACIÓN.
PR01 ASOCIADO A E01 Y R01	PLAN RESPUESTA	REPARAR EL PLAN DEL PROYECTO PRE205-X.
AR01 ASOCIADO A PR01	ACCIÓN RESPUESTA	CONTRATAR PERSONAL ESPECIALIZADO PROVENIENTE DE OTRAS COMPAÑÍAS
AR02 ASOCIADO A PR01	ACCIÓN RESPUESTA	RE-ASIGNAR PERSONAL DESDE LAS TAREAS DE INVESTIGACIÓN.
VI01	VALOR IMPACTO	\$ 100.000
VE01	VALOR ESPERADO	\$ 80.000
R02 AFECTA AL PROYECTO	RIESGO BÁSICO	INCOMPATIBILIDAD Y DIFERENCIAS ENTRE ESTRUCTURAS ORGANIZACIONALES.
AM02	TIPO RIESGO	AMENAZA.
IP02	IMPACTO	5 (CRÍTICO).
PO02	PROBABILIDAD OCURRENCIA	4 (ALTO).
PUN02	PUNTAJE	20.
PRI02	PRIORIDAD RIESGO	CRÍTICO.

TABLA 3. INSTANCIAS CORRESPONDIENTES A LAS ENTIDADES RELACIONADAS A RIESGOS.

La Figura 11 muestra las matrices de impacto y probabilidad de ocurrencia, así como los resultados obtenidos del análisis cualitativo del riesgo r01 (puntaje Figura 11(a) y prioridad Figura 11(b)).

IMPACTO	5	5	10	15	20	25
	4	4	8	12	16	20
	3	3	6	9	12	15
	2	2	4	6	8	10
	1	1	2	3	4	5

	1	2	3	4	5
	PROBABILIDAD				

(a)

IMPACTO	5	MEDIO	ALTO	ALTO	CRITICO	CRITICO
	4	BAJO	MEDIO	ALTO	ALTO	CRITICO
	3	BAJO	MEDIO	MEDIO	ALTO	ALTO
	2	BAJO	BAJO	MEDIO	MEDIO	ALTO
	1	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	MEDIO
		1	2	3	4	5
	PROBABILIDAD					

(b)

FIGURA 11. (A) MATRIZ DE MEDICIÓN DE RIESGOS (B) MATRIZ DE CLASIFICACIÓN DE RIESGOS.

En cuanto al análisis cuantitativo, se determinó el costo asociado al riesgo (vl01), y el valor esperado (vE01) que resulta de la relación entre valor de impacto y porcentaje de probabilidad de ocurrencia, propiedad definida en p001.

A partir de la estrategia seleccionada y de acuerdo al riesgo, se define un plan de respuesta pR01 (reparar el plan definido para el proyecto PRE205-X insertando una actividad de transformación química), el cual posee acciones de respuesta (aR01, aR02, etc.) que se deberán llevar a cabo en caso de la ocurrencia del riesgo r01.

El riesgo r02 es identificado y analizado cualitativamente, pero no se ha definido el evento o momento de ocurrencia del mismo.

Al desarrollar un proyecto se necesita cuantificar el tiempo y los recursos que insumirá. Para ello, es necesario definir un plan. En el caso del proyecto PRE205-X, se define un plan pp01 (Tabla 4), el cual se puede descomponer en elementos de trabajo, tanto compuestos (por ejemplo eTC01) como básicos



FIGURA 12. SEGUIMIENTO DEL RIESGO Y EL IMPACTO EN EL PLAN.

(eTB01). Además, un elemento de trabajo básico se relaciona con una o más tareas (en el ejemplo, definidas como tr01, tr02, etc.).

Entre tareas existen vínculos que determinan el momento de ejecución de cada tarea con respecto a las demás. Por ejemplo, la tarea tr02 no puede comenzar hasta que la tarea tr01 no haya finalizado, según la relación rlog01. A cada tarea se le asignan los recursos necesarios para llevarla a

cabo, como es el caso, por ejemplo, de la tarea tr01, donde se asigna un recurso rec01 (Ingeniero) a través de asig01, cuyo calendario c01 se define como 6 hs. de lunes a viernes.

Parte de la planificación del proyecto PRE205-X se muestra en la Figura 12, destacando el instante de tiempo en el cual se produce el riesgo r01 y señalando el punto de referencia en donde se deberá insertar el plan de respuesta definido para dicho riesgo.

ID	CONCEPTO	INSTANCIA
PP01	PLAN PROYECTO	IPLAN PROYECTOPRE205-X.
ETC01	ELEMENTO TRABAJO COMPUUESTO	CONSTRUIR PLANOS EQUIPOS.
ETB01	ELEMENTO TRABAJO BÁSICO	CONSTRUIR PLANOS EQUIPOS ÁREA TRABAJO.
TR01	TAREA	CREAR PLANO EQUIPO ÁREA TRABAJO.
TR02	TAREA	OBTENER APROBACIÓN PLANO ÁREA TRABAJO.
ETB02	ELEMENTO TRABAJO BÁSICO	CONSTRUIR PLANOS EQUIPOS DE LABORATORIO.
TR03	TAREA	CREAR PLANO EQUIPO LABORATORIO.
TR04	TAREA	OBTENER APROBACIÓN PLANO LABORATORIO.
RLOG01	FINALIZA COMIENZA	ENTRE TR01 Y TR02.
RLOG02	FINALIZA COMIENZA	ENTRE TR03 Y TR04.
REC01	RECURSO	INGENIERO.
C01	CALENDARIO	6 HS DIARIAS, DE LUNES A VIERNES.
ASIG01 ASOCIADA A TR01	ASIGNACIÓN	6 HS. DIARIAS, 37 DÍAS.
ASIG02 ASOCIADA A TR03	ASIGNACIÓN	6 HS. DIARIAS, 37 DÍAS.

TABLA 4. INSTANCIAS CORRESPONDIENTES A LOS CONCEPTOS DE PLAN PROYECTO.

CONCLUSIONES Y TRABAJO FUTURO

A partir del modelo de organización fractal orientada a proyectos, en esta propuesta, se presenta un modelo conceptual de gestión integrada de riesgos y requerimientos desde una perspectiva orientada a las metas y objetivos (goal-driven approach) de gestión de cambios en requerimientos y gestión de riesgos debido a la naturaleza cambiante de este tipo de organizaciones y su entorno dominado por relaciones cliente-servidor. Al ser los requerimientos los que determinan el alcance del proyecto y éste se desglosa en elementos de trabajo que dan lugar al plan compuesto de tareas y recursos, y los riesgos identificados tempranamente dan lugar a planes de contingencia cuyas acciones de respuesta se traducen en tareas que utilizan recursos o en la eliminación o modificación de las ya existentes, resulta relevante la correcta gestión de los mismos. Por ejemplo, si durante la ejecución de un plan de un proyecto en un tiempo t ocurre uno de los eventos asociados con los riesgos identificados, un conjunto de tareas corres-

pondientes al plan de contingencia debería automáticamente ser integrado en el plan general del proyecto para dar respuesta al riesgo presentado. Lo mismo ocurre en el caso de un cambio en un requerimiento especificado. Así, el modelo propuesto captura e integra los diferentes conceptos para poder realizar una (re)planificación en este tipo de organizaciones, más aún cuando las mismas se reúnan bajo proyectos comunes. Este modelo permite la (re)planificación derivada del seguimiento y control del proyecto, donde la misma es imperativa en la industria, sobre todo en aquellas en las que los riesgos deben planificarse y tratarse en caso de ocurrir, como por ejemplo industrias petroquímicas, de software, etc.

Como trabajo futuro, se pretende desarrollar un entorno multiagente en el cual los agentes de un proyecto (por ejemplo, gestor de requerimientos, gestor de riesgos, gestor de plan) puedan interactuar y, a partir de dicha interacción, aprendan a determinar posibles acciones conjuntas para enfrentar eventos que demandan cambios, referidos a requerimientos o a riesgos asociados a los planes de los proyectos de la organización, asistiendo al administrador de proyecto en la toma de decisiones sobre la actualización y/o ejecución del plan en un contexto dinámico.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece el apoyo financiero brindado por el proyecto PID 25/OR01 "Planificación automática en sistemas cognitivos de producción integrando aprendizaje por refuerzos con abstracciones lógicas y relacionales".

REFERENCIAS

Canavesio, M., "Un modelo de compañía fractal para la integración entre empresas usando proyectos". Tesis Doctoral (Doctor en Ingeniería con Mención en Sistemas de Información). Universidad Tecnológica Nacional, Santa Fe, Argentina, 354, (2007).

Canavesio, M., Martinez, E., "Enterprise modeling of a project-oriented fractal company for SMEs networking". *Computers in Industry*; 54, 794–813, (2007).

Warnecke, H.J., "The Fractal Company: A Revolution in Corporate Culture". Springer-Verlag. ISBN: 3642781268. Berlin (1993).

Heembrock, P., "Hitting the Mark: The Impact of Requirements Maturity on Project Outcome". IAG Consulting, New Castle DE, Estados Unidos. En: <http://www.iag.biz>, último acceso 26/01/2014, (2009).

Ellis, K., "Diagnosing Requirements Failure: A benchmark of the current capability of organizations in doing business requirements and an assessment of the underlying causes of poor quality requirements". IAG Consulting, New Castle DE, Estados Unidos. En: <http://www.iag.biz>, último acceso 26/01/2014, (2009).

Barker, D., "Requirements modeling technology: A vision for better, faster, and cheaper systems", *Proceeding VIUF '00 Proceedings of the VHDL International Users Forum Fall Workshop (VIUF'00)*, pp. 3, (2000).

PMI, "Guía de los Fundamentos para la Dirección de Proyectos (Guía del PMBOK)", *Project Management Institute*, 4ª edición, ISBN 978-1-933-890-72-2, (2008).

Goknil, A, Kurtev, I, Van Den Berg, K, Spijkerman, W. "Change impact analysis for requirements: A metamodeling approach", *Information and Software Technology*; 56, 950-972, (2014).

Braendeland, G. Refsdal, A., Stolen, K., "Modular analysis and modelling of risk scenarios with dependencies". *The Journal of Systems and Software*; 83, 1995–2013, (2010).

Westkamper, E., Huser, M., Van Briel, R., "Transition processes: A survey of German industry", *Journal of Materials Processing Technology*; 106, 141–151 (2000).

Anavi-Isakow, S. y Golany, B., "Managing multiproject environments through constant work-in-process", *International Journal of Project Management*; 21-1, 9-18, (2003).

Sommerville, I., "Software Engineering". Addison-Wesley, 9ª Ed. ISBN: 0137035152, (2010).

Berberoglugil, B. y Satir, S., "Fractal Organization

Management: University As A Model", *Interactive Collaborative Learning (ICL)*, pp. 1-7, (2012).

UML. "Object Management Group. UML 2.4, Superstructure", En: <http://www.omg.org/spec/UML/2.4/Superstructure>, último acceso 26/01/2014, (2010).

Booch, G., "Object-oriented analysis and design with applications", Redwood City, CA: Benjamin-Cummings, (1994).

Booch, G., "Object solutions: managing the object-oriented project", Reading, MA: Addison-Wesley, (1995).

Anton, A., "Goal-based requirements analysis", *Requirements Engineering*, 136-144, (1996).

Pressman, R., "Software Engineering: A Practitioner's Approach", 7ª Edición. McGraw- Hill Higher Education. ISBN: 0073375977, (2010).

Asnar, Y., Giorgini, P., Mylopoulos, J., "Goal-driven risk assessment in requirements engineering", *Requirements Eng*; 16, 101-116, (2011).

Islam, S., Mouratidis, H. Weippl, E., "An empirical study on the implementation and evaluation of a goal-driven software development risk management model", *Information and Software Technology*; 56, 117-133, (2014).