

REPORTE TÉCNICO

Investigado Líder: Dr. Cuauhtémoc Lemus Olalde

Presenta: I.S.C. Roberto Alejandro Barraza Trejo

Investigación: Aplicando Teoría de restricciones para alcanzar PPQA de CMMI
(caso de estudio en la industria del software)

Centro de Investigación en Matemáticas

Maestría en Ingeniería de Software



Zacatecas, Zac; 23 de julio de 2010

Contenido

1	Introducción.....	3
1.1	Descripción del tema.....	3
1.2	Motivación e interés en la selección del tema.....	4
1.3	Metodología de clasificación.....	5
1.4	Dificultades.....	5
2	Marco de trabajo.....	6
2.1	La teoría de restricciones (TOC).....	6
2.2	La Gestión de procesos en Moprosoft y el Aseguramiento de calidad del proceso y el producto en CMMI.....	14
3	Caso de estudio.....	16
3.1	Condiciones de la empresa estudiada.....	16
3.2	Aplicando teoría de restricciones.....	16
4	Conclusiones.....	24
4.1	Beneficios obtenidos.....	24
4.2	Trabajo futuro.....	24
5	Referencias.....	26

Índice de figuras

Figura 2-1	Árbol de realidad actual (ARA).....	9
Figura 2-2	Nube de conflicto.....	9
Figura 2-3	Árbol de realidad futura (ARF).....	11
Figura 2-4	Árbol de prerrequisitos (AP).....	13
Figura 2-5	Árbol de transición (AT).....	13
Figura 3-1	Árbol de realidad actual del caso de estudio (ARA).....	18
Figura 3-2	Nube de conflicto del caso de estudio.....	19
Figura 3-3	Evaporación de la nube de conflicto del caso de estudio.....	19
Figura 3-4	Árbol de realidad futura del caso de estudio (ARF).....	20
Figura 3-5	Árbol de prerrequisitos del caso de estudio (AP).....	21
Figura 3-6	Árbol de transición del caso de estudio (AT).....	22

1 Introducción.

1.1 Descripción del tema.

Desde que la creación de software adquirió la capacidad industrial con la que ahora cuenta, ha padecido una enorme cantidad de problemas inherentes a su naturaleza abstracta, pero no por eso imposibles de vencer. La falta de calidad, el incumplimiento de tiempos de entrega y la poca capacidad de acabar dentro del presupuesto pactado al principio de los proyectos, hace que la industria de software no pueda afirmarse como una industria administrada de forma adecuada.

Han existido durante los últimos años esfuerzos para poder mantener el desarrollo de software bajo control aunque no siempre con resultados convincentes. Entidades como el Instituto de Ingeniería de Software y el Instituto de Ingenieros en electricidad y Electrónica (SEI e IEEE respectivamente por sus siglas en inglés) a nivel internacional o la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) y otras universidades a nivel nacional han generado esfuerzos (no siempre bien logrados) encaminados a lograr administrar de manera conveniente los proyectos de software.

El aseguramiento de la calidad en especial, es uno de los temas clave en la industria del desarrollo de software y por lo tanto, también de todos los esfuerzos que pretenden generar metodologías o técnicas para mejorar el desempeño de esta industria.

En estos términos, el proceso de aseguramiento de calidad es un proceso altamente complejo y los problemas que le incumben no pueden ser tratados independientemente de su relación con todo el proceso de desarrollo de software. Es imposible pensar por ejemplo, que un requerimiento mal levantado sólo va a dar problemas en la fase de requerimientos y no implica el detrimento de la calidad de las fases posteriores de análisis, diseño, codificación o pruebas o que un plan mal diseñado sólo va a causar más trabajo al líder del proyecto y no a todo el equipo.

La teoría de restricciones (TOC por sus siglas en inglés) es una metodología usada en varias disciplinas para encontrar problemas (cuellos de botella) que detienen un proceso productivo de cualquier tipo y se enfoca luego en eliminarlos sistemáticamente. TOC está ampliamente ligado a la teoría de sistemas por lo cual, entiende un proceso como la suma de todas sus partes y ataca los posibles problemas en relación con su repercusión en el ambiente completo donde se desenvuelve y no sólo en su ámbito más cercano. (Anderson, 2004)

Este reporte de investigación expone una propuesta del uso de la metodología TOC en el área de gestión de calidad en lo que se refiere al aseguramiento de la calidad de productos y procesos en la industria del software; para de esa

manera, constituir un marco de trabajo confiable para encontrar en cada organización el problema raíz (cuello de botella) a que está sujeta y diseñar tanto una solución para eliminarlo como la estrategia adecuada para la implementación de ésta.

Para construir la propuesta presentada, se toma como caso de estudio una empresa dedicada desde hace más de 4 años al desarrollo de software y que cuenta en este momento con la certificación en el nivel 1 del modelo Moprosoft y tiene como objetivo alcanzar el nivel 2 de madurez según el modelo CMMI.

1.2 Motivación e interés en la selección del tema.

Después de 10 años de estar trabajando en la industria del software es claro para el autor de este reporte que hasta el momento no existe una solución probada para eliminar los problemas que dicha industria debido a la naturaleza compleja de los problemas que pretende resolver, la materia prima que se usa para generar soluciones a esos problemas y el consumidor de dichas soluciones.

El enfoque sistémico es una de las disciplinas que mejor ha resuelto problemas de este tipo en otras áreas pues por definición observa el problema como la suma de sus partes y no la suma de sus síntomas y la teoría de restricciones comparte esa visión global con dicho enfoque por lo que representa una esperanza de solución a los problemas de la industria del software o al menos a alguna parte de ellos.

Desde hace un año dedicado a la gestión de la calidad en T.I. Consulting, empezando por liderar el equipo de trabajo formado para alcanzar el nivel 1 de madurez del modelo Moprosoft y después de enfrentar varios problemas que van desde la falta de interés en asuntos relacionados con la mejora de procesos hasta los retrasos derivados de la naturaleza constantemente cambiante de los productos desarrollados; resulta claro que si se quiere acelerar el proceso de asimilación de la importancia de cuidar la calidad en el trabajo diario del desarrollo de software, se tiene que entender a la organización como un gran sistema en donde las decisiones de cualquiera de sus empleados afectan en mayor o menor medida al resto de la empresa y directa o indirectamente el trabajo de los demás.

Es por eso que se busca una mejor manera de identificar cómo usar de la manera más eficaz posible los limitados recursos que se ponen a disposición del área de gestión de calidad para lograr un cambio significativo en la empresa y lograr que el trabajo necesario para llevarla al nivel de madurez 2 del modelo CMMI en especial en el área de Aseguramiento de la calidad del proceso y del producto (PPQA por sus siglas en inglés) genere el mayor retorno de inversión posible; y es ahí donde las capacidades de TOC pueden ser aprovechadas para identificar los problemas medulares y proponer soluciones efectivas a estos, desde el punto de vista del área de Gestión de procesos con miras de convertirse en el área de Aseguramiento de calidad de procesos y productos.

1.3 Metodología de clasificación.

La investigación presentada en este reporte toma como base el libro Agile Management for software engineering [1], completándolo con la búsqueda en Internet de artículos o investigaciones que tengan que ver con los siguientes temas:

- ❖ Teoría de restricciones.
- ❖ Cuellos de botella en el desarrollo de software.
- ❖ Problemas con la gestión de calidad en el desarrollo de software.

Además de la experiencia personal del autor como desarrollador de software, gerente de calidad en la industria mexicana a nivel PYME y líder de proyecto del programa de mejora institucional que llevó a T.I. Consulting a la obtención del nivel 1 de madurez del modelo de calidad Moprosoft.

1.4 Dificultades.

Existen pocas referencias con respecto a la aplicación de TOC en la industria del software, sin embargo, al momento de realizar esta investigación existían publicados varios trabajos con respecto a la administración de proyectos distintos al desarrollo de software usando TOC para manejar las diversas etapas de desarrollo en general, por lo que se tomaron éstos como base para, aunado a mi experiencia en el desarrollo de software comercial, identificar la existencia de cuellos de botella recurrentes en las tareas de aseguramiento de calidad de la industria del software a nivel PyMEs.

2 Marco de trabajo.

2.1 La teoría de restricciones (TOC).

La teoría de restricciones (TOC) fue formalizada por Eli Goldratt en 1984. Mediante la novela de negocios llamada "La meta", toma como referencia la vida de un hombre de negocios cuya familia y empresa ha sido destruida por las malas decisiones y el desconocimiento de la manera en que dicha empresa trabajaba, para introducir los conceptos y aplicaciones de la teoría de restricciones en la industria manufacturera.

El fundamento principal de TOC es que dentro de cualquier organización existen factores que impiden su crecimiento continuo; estos factores limitantes se denominan restricciones o "cuellos de botella". Dichas restricciones pueden ser un individuo, un equipo, la pieza de un aparato, una política local, o la ausencia de alguna de ellas que hacen que la empresa tenga límites de desarrollo. (Goldratt, 2008)

TOC sugiere que en toda organización hay, por lo menos, una restricción pues si así no fuera, generaría ganancias ilimitadas. Poniendo como ejemplo un embudo, no importa la cantidad de agua que sea capaz de entrar (causa) en el embudo, sino que mientras la cantidad de agua que sale del mismo no pueda ser ampliada, la cantidad de agua que puede ser entregada al final del embudo (efecto) no crecerá, sin importar los esfuerzos que se inviertan en hacer que entre cada vez más agua al embudo. Sin embargo si consideramos que en vez de un embudo tenemos un tubo con el diámetro lo suficientemente grande para conducir toda el agua requerida sin obstruir su cauce (es decir sin restricción alguna de entrada, salida u operación), el sistema sería perfecto y por lo tanto generaría ganancias ilimitadas.

Por lo tanto TOC se basa en que la cadena de valor es tan fuerte como su eslabón más débil, dicho eslabón es la restricción a la que todo el sistema de producción está subordinado y mientras más tarde la organización en encontrar dicho eslabón más tardará en generar las acciones necesarias para eliminarlo, repararlo o minimizar su impacto en la cadena.

TOC puede ser explicada por medio de cinco sencillos pasos:

1. Identificar la restricción del sistema.
2. Decidir cuál es la mejor manera de explotar esa restricción.
3. Subordinar todo el sistema al cumplimiento del paso 2.
4. Elevar la restricción.
5. Si los pasos del 1 al 4 han creado otra restricción, regresar al paso 2.

Para permitir a las empresas entrar en el proceso de mejora continua, TOC ha desarrollado un conjunto de herramientas, denominada "Procesos de pensamiento", que nos permiten responder de una manera lógica y sistemática

a las tres preguntas con las que operan los pasos que componen la teoría y son:

1. **¿Qué cambiar?** (¿Cuál es el problema? ¿Cuál es la restricción? – Análisis)
2. **¿Hacia qué cambiar?** (¿Qué es lo que voy a hacer en su lugar? ¿Cuál es la solución? – Estrategia)
3. **¿Cómo provocar el cambio?** (¿Cómo implementar la solución, a pesar de la resistencia al cambio? – Táctica)

Las preguntas anteriores se pueden formular con base en el puro sentido común, pero sus respuestas no son sencillas de explicar. Para llegar a ellas hay una serie de técnicas que es recomendable aplicar. Estas técnicas constituyen el “Mapa de los procesos de pensamiento” y están agrupados de la siguiente manera (Reyes Plasencia):

1. **¿Qué cambiar? (Análisis)**
 - ❖ Determinar los efectos indeseables.
 - ❖ Construir el árbol de realidad actual.
 - ❖ Construir la nube de conflictos.
2. **¿Hacia qué cambiar? (Estrategia)**
 - ❖ Lograr la evaporación de la nube de conflictos.
 - ❖ Construir el árbol de realidad futura.
3. **¿Cómo provocar el cambio? (Táctica)**
 - ❖ Construir el árbol de prerrequisitos.
 - ❖ Construir el árbol de transición.

Paso 1: Identificando la restricción del sistema.

TOC sostiene que cualquiera que sea el sistema, siempre hay unos pocos elementos que determinan su capacidad (restricciones), sin importar cuán complejo o complicado sea, la pregunta clave es entonces ¿Cómo identificar esos elementos?

Según TOC, debido a su naturaleza las restricciones se pueden clasificar en físicas o políticas.

Las restricciones físicas son aquellas que están ligadas a un factor tangible como la capacidad de producción de una máquina o la cantidad de líneas de código por hora que puede escribir un programador de software.

Las restricciones políticas son aquellas que surgen como resultado de imposiciones o lineamientos meramente humanos como horarios de trabajo o políticas de seguridad.

Además debe quedar claro que las restricciones físicas sólo se pueden apreciar correctamente si las restricciones políticas han sido eliminadas por completo.

Supongamos entonces que en una empresa de desarrollo de software no se permite a los ingenieros de desarrollo elegir su horario de trabajo y comida y que además la organización cuenta solamente con un arquitecto de software que trabaja en todos los proyectos de desarrollo en un momento dado.

En la situación arriba planteada, los horarios de trabajo son considerados una restricción política pues afectan indirectamente la productividad de los ingenieros de desarrollo, mientras la sobrecarga del arquitecto (que va en relación a sus capacidades) es considerada una restricción física pues incide directamente en su capacidad de producción saturándola.

Las restricciones son usualmente conocidas como “cuellos de botella”. Debido a que dichas restricciones generan un retraso en la línea de producción que impide que las actividades que le siguen puedan trabajar con su máxima capacidad significan pérdidas para la organización.

Cada unidad de producción perdida en la restricción es una unidad de producción perdida en todo el sistema. Supongamos el caso de que la capacidad de producción de 2 máquinas es de 4 unidades por hora en la máquina A y 20 unidades por hora en la máquina B y que además para completar un producto terminado cada unidad debe pasar primero por la máquina A y luego por la máquina B. Si sólo existe una máquina A y una B, la capacidad de producción de la máquina B (20 unidades por hora) está restringida por la capacidad de producción de la máquina A (4 unidades por hora), por lo tanto el sistema completo sólo podrá producir 4 unidades por hora.

Sin embargo las interdependencias que existen entre las partes de un proceso de producción no siempre son tan claras (menos cuando en el proceso intervienen factores humanos como en el software) y para encontrar dichas interdependencias TOC propone construir “Árboles de realidad actual” (ARA, figura 2-1) y “Nubes de conflicto” (figura 2-2) para entender mejor el sistema que se pretende mejorar.

Los árboles de realidad actual consisten en la elaboración de un análisis mediante el cual se puede encontrar las causas principales de los diversos problemas existentes en las organizaciones. Para ello se sigue el siguiente procedimiento:

1. Hacer una lista de efectos indeseables (EFIs) o problemas por los cuales no podemos lograr lo que queremos.
2. Conectar los efectos indeseables mediante relaciones de causa y efecto.
3. Si no es posible conectar algunos efectos indeseables, posiblemente nos falte colocar los supuestos para esos efectos indeseables. Si esto ocurre, debemos usar la técnica de construcción de “Nubes de conflicto” para identificarlos.

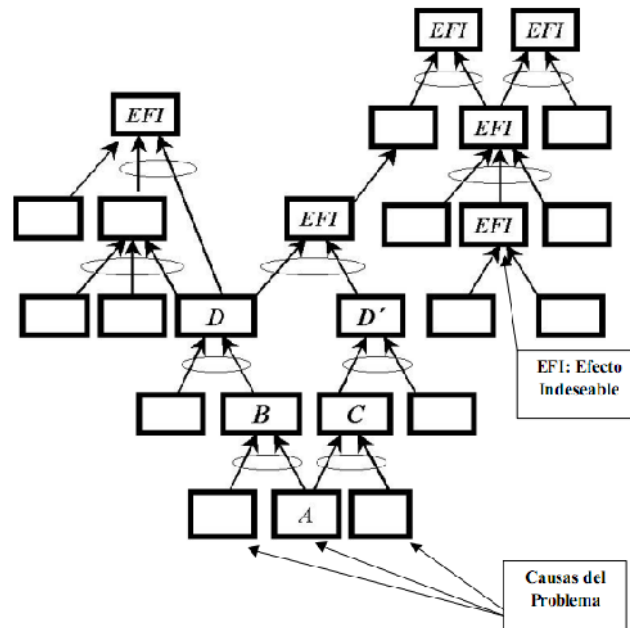


Figura 2-1 Árbol de realidad actual (ARA)

Una vez generado el ARA, en la base encontraremos las causas de los problemas a las cuales deberemos atacar directamente.

La nube de conflicto consiste en presentar el conflicto entre las partes que persiguen un objetivo común. Cuando no podemos encontrar directamente las causas de los problemas mediante el ARA, la idea es que tomemos tres efectos indeseables lo más diferentes entre sí y tratemos de agruparlos para luego construir una nube más genérica, en base al procedimiento siguiente:

1. Mostrar claramente el objetivo común que queremos lograr.
2. Presentar dos formas mediante las cuales podemos lograr el objetivo común.
3. Colocar los supuestos por los cuales pensamos que con esas dos formas se va a lograr el objetivo común. De esta manera podemos evidenciar el conflicto entre los supuestos.

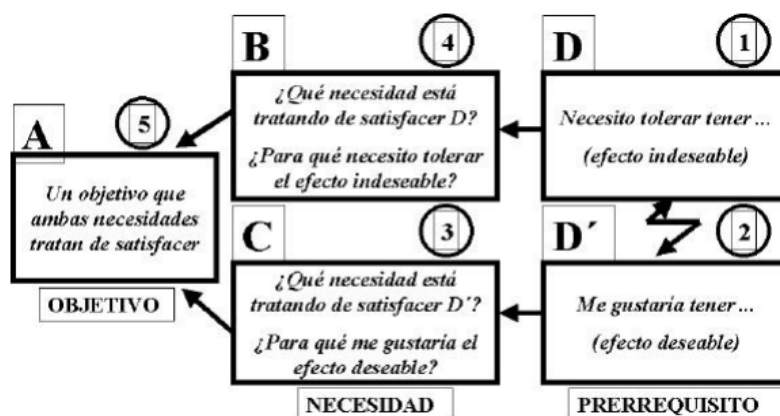


Figura 2-2 Nube de conflicto

Una vez identificadas las interdependencias y la restricción (cuello de botella) más grande continuamos con TOC.

Paso 2: Decidir cuál es la mejor manera de explotar la restricción.

Una vez que tenemos identificadas las restricciones y por lo tanto sabemos el por qué es que nuestro sistema no está trabajando de manera óptima, es fundamental decidir cómo vamos a utilizar y explotar dichas restricciones para mejorar el sistema.

Debemos tener especial cuidado en atacar la restricción y no los síntomas de la restricción. Para identificar la mejor manera de terminar con las restricciones ya localizadas, se pueden ejecutar técnicas como la “Evaporación de nubes de conflicto” y la generación “Árbol de realidad futura” (ARF, figura 2-3).

En ocasiones no existe dificultad alguna para traducir el problema en una solución natural. La nube de conflicto es, entonces, redundante. El valor de la nube estriba en que ofrece una forma directa para resolver el problema raíz, para evaporar el conflicto. Cualquier nube puede evaporarse mediante los siguientes pasos:

1. Definir claramente la visión de futuro (a dónde queremos llegar).
2. Generar la nube de conflictos.
3. Evaporar la nube. Es decir, vencer la tendencia de buscar una negociación pues si hubiera una negociación aceptable, es seguro que la organización la habría encontrado hace mucho tiempo.
4. Definir la estrategia. Una vez encontrada la estrategia, y como complemento al objetivo identificado en la nube, se pueden enunciar objetivos estratégicos, estos se pueden encontrar como contrarios de los efectos indeseables expuesto en el ARA.

Una vez planteadas las acciones necesarias para eliminar los conflictos encontrados en el sistema analizado, se deben detallar los posibles objetivos o efectos deseados que queremos alcanzar. Para esto se desarrolla un árbol de realidad futura, cuidando de no crear nuevos efectos indeseables, por lo tanto es necesario implementar acciones adicionales para el logro de los objetivos.

El procedimiento para generar el árbol de realidad futura es el siguiente:

1. Predecir los resultados lógicos de la aplicación de la estrategia. Se debe suponer que se está aplicando dicha estrategia y lógicamente predecir cuál deberá ser el impacto en la organización.
2. Comenzar con la estrategia y, utilizando el lenguaje de “si... entonces...” llegar al objetivo.
3. Descubrir qué otras estrategias son necesarias para lograr el objetivo deseado. Se pueden usar las afirmaciones adicionales que se consideren y, en caso necesario, se agregan otras estrategias hasta que

la predicción indique que el objetivo es alcanzable. Estas nuevas estrategias son ampliaciones de la original y la hacen más explícita.

4. Generar el ARF con la misma estructura de un ARA. Tomando estos datos como la realidad futura de la organización se debe indicar cuál será la realidad actual de la organización luego de eliminar la restricción.

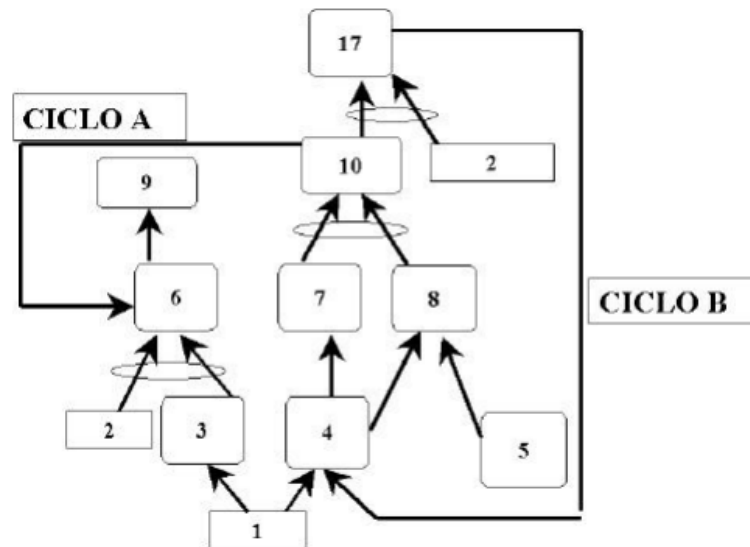


Figura 2-3 Árbol de realidad futura (ARF)

Paso 3: Subordinar todo el sistema al cumplimiento del paso 2.

Este paso tiene profundas implicaciones en cualquier negocio, debe producir efectos cuantitativos y afectar a las políticas de administración actuales. Es decir, todo el sistema debe cambiar de una u otra manera en función de las nuevas actividades que se ejecutarán para respetar los cambios y las actividades relacionadas a ellos deben ser medidas antes y después de implementar los cambios a nivel organizacional.

Subordinar el sistema en la mayoría de los casos es doloroso para la organización. Se debe tener cuidado al implementar los cambios correspondientes pues podrían afectar niveles jerárquicos y modificar incluso la estructura organizacional para lograr ser efectivos.

Una técnica adecuada en TOC para este paso es la que se conoce como tambor-buffer-cuerda. Consiste en hacer que la cadena de productos entregados a cada fase de la producción se controle para no sobrepasar las necesidades de la fase con menor capacidad de producción o elevar la capacidad productiva de esa fase para homologarla con la fase con capacidad de producción más cercana.

La introducción de esta técnica debe ser tratada cuidadosamente para que no cause problemas de integración en los equipos de trabajo pues implica un gran cambio en la estructura operativa y organizacional.

Al elevar la restricción, ésta debe ser mejorada hasta el punto en que ya no significa una restricción para el sistema y en ese momento se debe empezar la búsqueda de la nueva restricción que esté limitando a la nueva configuración del sistema.

Paso 4: Elevar la restricción.

Para que el proceso de cambio valga la pena, la empresa completa debe organizarse al rededor de la mejora que se realizó a la restricción. Una vez que se tomaron las acciones necesarias para terminar con la o las restricciones elegidas, es necesario para que el proceso de mejora de la organización siga creciendo y aumente así la capacidad de las restricciones, es decir, debe aumentar los recursos que están ligados con cada restricción para minimizar el efecto de la misma.

La implantación de la(s) estrategia(s) no es una tarea fácil. Debido a que son un descubrimiento importante que se aleja de las formas tradicionales de resolver los problemas, por esta razón, generalmente, es necesario desglosar la implantación en pasos más pequeños. Para esto se construyen el “Árbol de prerrequisitos” (AP, figura 2-4) y el “Árbol de transición” (AT, figura 2-5).

Un árbol de prerrequisitos se debe construir en base a los siguientes pasos:

1. Comenzar por la estrategia, señalando los obstáculos que se espera encontrar y verbalizar los objetivos Intermedios.
2. Definir el orden de las tareas que se implementarán. Cada obstáculo ayuda a fijar un objetivo intermedio, el cual será suficiente para sobreponer el obstáculo correspondiente. El hecho de que se verbalice el obstáculo correspondiente a cada objetivo es de mucha utilidad ya que hace que la colocación de los objetivos en orden secuencial sea una tarea relativamente fácil.
3. Secuenciar los objetivos intermedios; cuál es primero, cuál se puede realizar de forma paralela, etc.
4. Identificar las conexiones que surgen de la dependencia cronológica necesaria para vencer todos los obstáculos. Hay que preguntarse ¿cuál sería (o pudiera ser) la razón por la que se debe lograr el objetivo intermedio X primero, y sólo entonces lograr el objetivo intermedio Y .
5. Revisar la no interferencia entre los objetivos. Una vez definido el objetivo intermedio es menester volverse a preguntar si existe algún obstáculo que bloquee la consecución de este objetivo intermedio y así sucesivamente.

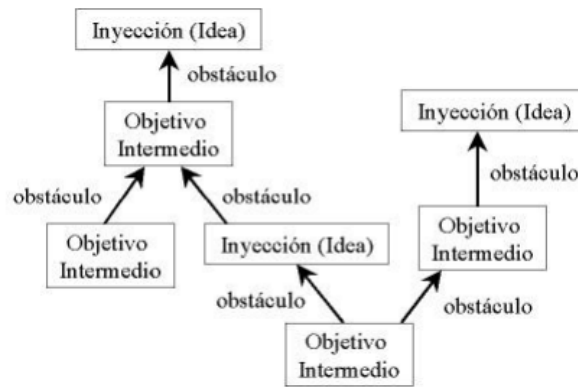


Figura 2-4 Árbol de prerequisites (AP)

El árbol de transición es el árbol que atiende cómo hacer lo que disponemos hacer. Contiene el mayor detalle posible de cómo logísticamente vamos a dejar atrás el ARA para movernos hacia el ARF. Para lograrlo, el AT debe contener los siguientes elementos:

- ❖ La necesidad de la acción que determinamos emprender.
- ❖ La acción que vamos a emprender.
- ❖ Una explicación de porqué esa acción va a satisfacer la necesidad.
- ❖ El resultado que obtendremos de llevar a cabo esa acción.
- ❖ La justificación del siguiente paso o acción que se conecta con el cambio logrado por la acción anterior.

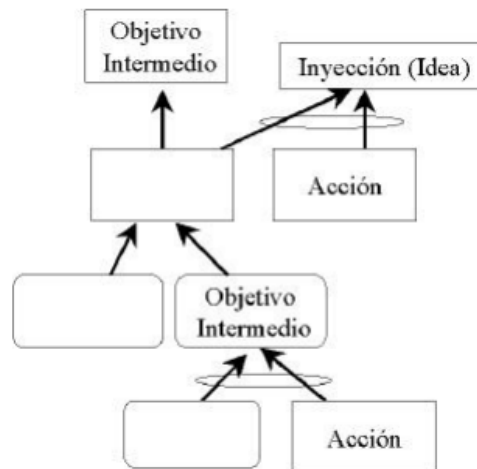


Figura 2-5 Árbol de transición (AT)

Es muy importante hacer notar que no se debe realizar esta fase sin comprobar que el resultado de las anteriores ha sido el mejor de los esperados. En general la tendencia es realizar las acciones de esta fase sin haber completado las fases 2 y 3, pero procediendo de ese modo sólo se está aumentando la capacidad del sistema sin haber obtenido aún el máximo provecho del mismo según estaba definido originalmente [1].

Elevar la restricción implica un riesgo que no debe ser tomado a la ligera. Dado que, normalmente esta fase implica acciones que exigen mucho esfuerzo,

tiempo y dinero, se recomienda no llevarlo a cabo hasta estar seguros de que se hayan implementado con éxito los pasos anteriores. Esta forma de proceder ayudará, además, a generar más recursos propios para afrontar las inversiones necesarias [1].

Paso 5: Si se eliminó la restricción regresar a la fase 1, de otro modo ir al paso 2.

Una vez que han sido tomadas las medidas necesarias para que la restricción principal sea elevada hay que reevaluar las restricciones. Se debe plantear la pregunta ¿Mis restricciones siguen siendo las mismas? Si descubrimos que encontramos la misma restricción que al momento de empezar a desarrollar el modelo, se debe volver a la fase 2 indefinidamente hasta lograr que la restricción sea eliminada, y que la evaluación indique que la restricción que elevamos ya no es la principal restricción para la organización.

Es fácil seguir la inercia y evadir la reevaluación. Uno de los errores más comúnmente cometidos tiene que ver con la inercia que puede aparecer cuando se está en las fases 1 a 3; pues debido a que cuando nos encontrábamos en esas fases se definieron restricciones en base a las condiciones de esos momentos y es muy probable que hayan cambiado por lo que hay que tener el cuidado de reevaluar las restricciones cada vez que pasemos por esta fase. (Blackstone, 2010)

2.2 La Gestión de procesos en Moprosoft y el Aseguramiento de calidad del proceso y el producto en CMMI.

Para este reporte, se toman como referencia los modelos de calidad Moprosoft y CMMI, en sus áreas de proceso Gestión de procesos (GP) y Aseguramiento de calidad del proceso y el producto (PPQA) respectivamente; a continuación se explican las características generales de cada una.

El área de proceso Gestión de procesos del modelo Moprosoft, pertenece a la categoría de Gerencia y tiene como propósito establecer los procesos de la organización en función de los procesos requeridos identificados en el plan estratégico de la organización, así como definir, planificar e implantar las actividades de mejora de los mismos.

Los objetivos de esta área de proceso son:

- ❖ Planificar las actividades de definición, implantación y mejora de los procesos en función del plan estratégico.
- ❖ Dar seguimiento a las actividades de definición, implantación y mejora de los procesos mediante el cumplimiento del plan de procesos.
- ❖ Mejorar el desempeño de los procesos mediante el cumplimiento del plan de mejora.
- ❖ Mantener informado a gestión de negocio sobre el desempeño de los procesos mediante el reporte cuantitativo y cualitativo.

Las actividades que contempla como observables esta área de proceso son:

- ❖ Planificación.
- ❖ Preparación a la implantación.
- ❖ Evaluación y control. (NYCE, 2008)

El propósito de Aseguramiento de la calidad de proceso y de producto es proporcionar al personal y a la gerencia una visión objetiva de los procesos y de los productos de trabajo asociados.

El área de proceso de Aseguramiento de la calidad de proceso y de producto involucra:

- ❖ Evaluar objetivamente los procesos, los productos de trabajo y los servicios ejecutados frente a las descripciones de proceso, los estándares y los procedimientos aplicables.
- ❖ Identificar y documentar las no conformidades.
- ❖ Proporcionar realimentación al equipo del proyecto y a los gerentes sobre los resultados de las actividades de aseguramiento de la calidad.
- ❖ Asegurar que sean tratadas las no conformidades.

El área de proceso de Aseguramiento de la calidad de proceso y de producto da soporte a la entrega de productos y servicios de alta calidad, proporcionando al equipo del proyecto y a los gerentes, en todos los niveles, la apropiada visibilidad y realimentación sobre los procesos y los productos de trabajo asociados durante toda la vida del proyecto.

Las prácticas en el área de proceso de Aseguramiento de la calidad de proceso y de producto aseguran que los procesos planificados se implementan, mientras que las prácticas en el área de proceso de Verificación aseguran que se satisfacen los requerimientos especificados. Estas dos áreas de proceso pueden en ocasiones tratar los mismos productos de trabajo, pero desde diferentes perspectivas. Los proyectos deberían aprovechar este solapamiento con el fin de minimizar la duplicación de esfuerzos, aunque deben mantener las perspectivas separadas.

Las metas y prácticas específicas de PPQA son:

SG 1 Evaluar objetivamente los procesos y los productos de trabajo.

SP 1.1 Evaluar objetivamente los procesos.

SP 1.2 Evaluar objetivamente los productos de trabajo y los servicios.

SG 2 Proporcionar una visión objetiva.

SP 2.1 Comunicar y asegurar la resolución de las no conformidades.

SP 2.2 Establecer registros. (Beth Chrissis, 2007)

3 Caso de estudio.

3.1 Condiciones de la empresa estudiada

Este caso de estudio fue realizado en una empresa de desarrollo de software dedicada desde hace 4 años al desarrollo de aplicaciones intergubernamentales para las áreas administrativa, financiera y contable del sector público estatal.

Su plantilla productiva se compone actualmente de alrededor de 45 personas, de los cuales más del 80% se dedican a la producción de soluciones de software.

Se encuentra desarrollando 12 proyectos para las distintas áreas y clientes con los que cuenta actualmente.

En diciembre de 2009 alcanzó la verificación que acredita que sus procesos se encuentran en el nivel 1 del Modelo de Procesos para la industria del Software (Moprosoft) y tiene entre sus objetivos estratégicos alcanzar el nivel 2 de madurez bajo el modelo CMMI en el año 2011.

El caso de estudio mostrado en este reporte se basa en los datos obtenidos de las evaluaciones trimestrales realizadas por el área de Gestión de procesos hasta abril de 2009 a los proyectos en producción dentro de la empresa. Dicha área tiene como meta a corto plazo evolucionar hasta conformar las áreas de Aseguramiento de calidad (que se encargará de revisar la correcta adherencia a los procesos y el debido nivel de calidad en los productos) y Administración de procesos (que se encargará de ampliar la infraestructura de procesos de la empresa), para poder cumplir con las actividades requeridas por el área de PPQA del modelo CMMI.

3.2 Aplicando teoría de restricciones

Aplicando teoría de restricciones dentro del área de calidad encontramos el siguiente escenario:

La meta principal del área de calidad según la visión de PPQA debe ser: Asegurar la calidad de los procesos y productos de la empresa.

A partir de esta meta deberemos aplicar los pasos de TOC:

1. Identificar la restricción del sistema.
2. Decidir cuál es la mejor manera de explotar esa restricción.
3. Subordinar todo el sistema al cumplimiento del paso 2.
4. Elevar la restricción.
5. Si los pasos del 1 al 4 han creado otra restricción, regresar al paso 2.

Mediante las herramientas del mapa de los procesos de pensamiento.

1. **¿Qué cambiar? (Análisis)**
 - ❖ Determinar los efectos indeseables.
 - ❖ Construir el árbol de realidad actual.
 - ❖ Construir la nube de conflictos.
2. **¿Hacia qué cambiar? (Estrategia)**
 - ❖ Lograr la evaporación de la nube de conflictos.
 - ❖ Construir el árbol de realidad futura.
3. **¿Cómo provocar el cambio? (Táctica)**
 - ❖ Construir el árbol de prerrequisitos.
 - ❖ Construir el árbol de transición.

Paso 1: Identificando la restricción del sistema.

Efectos indeseables

- Se encuentran muchos defectos en producción.
- No se logra la completa adherencia a los procesos de la organización.
- No se cumplen las acciones correctivas convenidas en las evaluaciones.
- Los informes de evaluación de procesos no provocan un cambio en la empresa.
- Los productos de trabajo generados no pasan por un proceso formal de revisión.

Con esta información podemos empezar a crear nuestro árbol de realidad actual (figura 3-1).

Árbol de realidad actual

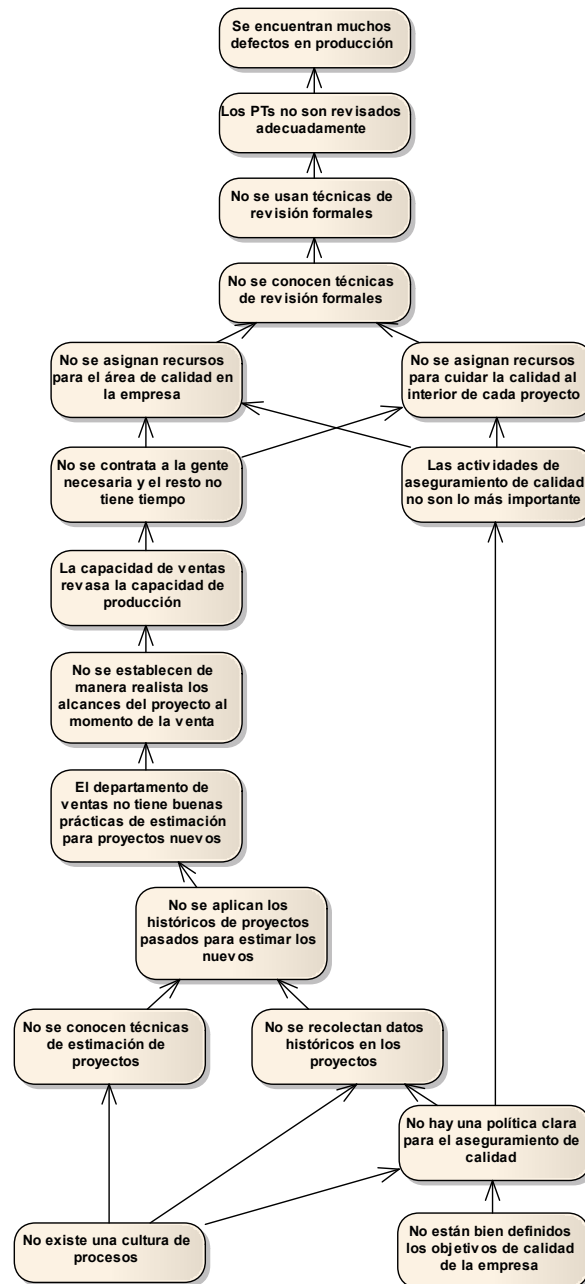


Figura 3-1 Árbol de realidad actual del caso de estudio (ARA)

Después de hacer este análisis concluimos que existen dos causas raíz o restricciones en nuestro sistema que nos impiden lograr la meta, a saber:

- No existe una cultura de procesos.
- No están bien definidos los objetivos de calidad de la empresa.

Sin embargo debido a que el primero afecta directamente a todos los efectos en la base del árbol y el segundo solamente a uno, podemos decir que la

restricción principal de nuestro sistema es que no existe una cultura de procesos.

Nube de conflicto

Una vez identificada la restricción principal se debe encontrar la contradicción que provoca que esa situación siga siendo desfavorable para la organización ayudándonos con la nube de conflicto (figura 3-2).

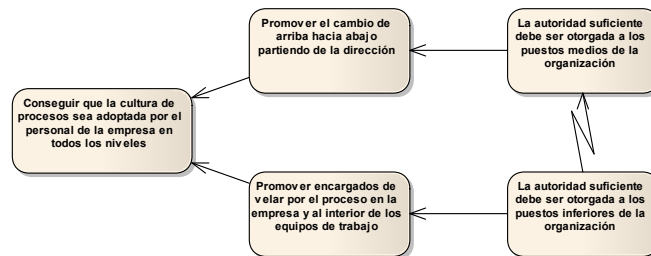


Figura 3-2 Nube de conflicto del caso de estudio

De esta manera podemos ver que el conflicto existe debido a que la autoridad no puede ser compartida por varios niveles de la organización.

Paso 2: Decidir cuál es la mejor manera de explotar la restricción.

Una vez que tenemos identificadas las restricciones y por lo tanto sabemos el por qué es que nuestro sistema no está trabajando de manera óptima es fundamental decidir cómo vamos a utilizar y explotar dichas restricciones para mejorar el sistema. Para identificar la mejor manera de terminar con las estas restricciones, se pueden ejecutar técnicas como la “Evaporación de nubes de conflicto” (figura 3-3) y la generación “Árbol de realidad futura” (figura 3-4).

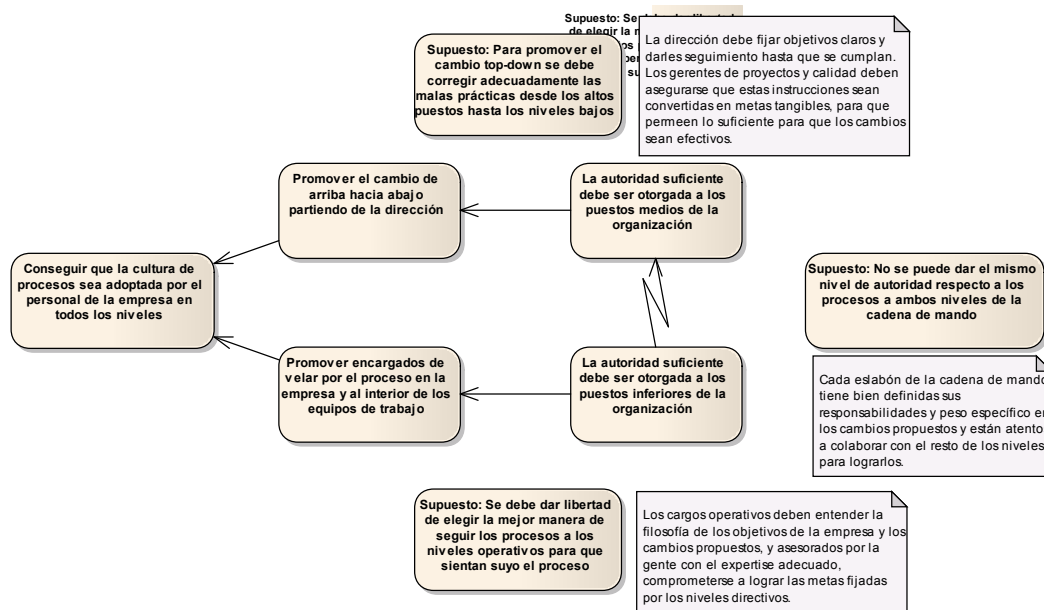


Figura 3-3 Evaporación de la nube de conflicto del caso de estudio

Una vez planteadas las acciones necesarias para eliminar los conflictos encontrados en el sistema analizado, se deben detallar los posibles objetivos o efectos deseados que queremos alcanzar. Para esto se desarrolla un árbol de realidad futura (figura 3-4), cuidando de no crear nuevos efectos indeseables, por lo tanto es necesario implementar acciones adicionales para el logro de los objetivos.



Figura 3-4 Árbol de realidad futura del caso de estudio (ARF)

En este árbol de realidad futura se aprecia claramente que para eliminar nuestra restricción mayor: “No existe una cultura de procesos”, se debe empezar por alcanzar 3 objetivos específicos:

- Definir políticas claras para lograr el establecimiento de los procesos.
- Definir claramente actividades y responsabilidades de todos los niveles de la organización.
- Abrir canales de comunicación para que todos los niveles de la organización reporten sus avances y dificultades al alcanzar sus metas.

Paso 3: Subordinar todo el sistema al cumplimiento del paso 2.

La organización completa (el sistema) deberá subordinarse al cumplimiento de las 3 acciones necesarias identificadas y sus consecuencias.

Este paso tiene profundas implicaciones en cualquier negocio, debe producir efectos cuantitativos y afectar a las políticas de administración actuales. Es decir, todo el sistema debe cambiar de una u otra manera en función de las nuevas actividades que se ejecutarán para respetar los cambios y las actividades relacionadas a ellos deben ser medidas antes y después de implementar los cambios a nivel organizacional.

Subordinar el sistema en la mayoría de los casos es doloroso para la organización. Se debe tener cuidado al implementar los cambios correspondientes pues podrían afectar niveles jerárquicos y modificar incluso la estructura organizacional para lograr ser efectivos.

Paso 4: Elevar la restricción.

Para genera la estrategia que logre esta implementación acudiremos al árbol de prerequisites (figura 3-5) que nos deja ver los problemas que se pueden tener al tratar de implementar cada uno de estos objetivos específicos para encontrar los obstáculos que es necesario contemplar y los objetivos secundarios que tendremos que tomar en cuenta para completar nuestro plan de acción.

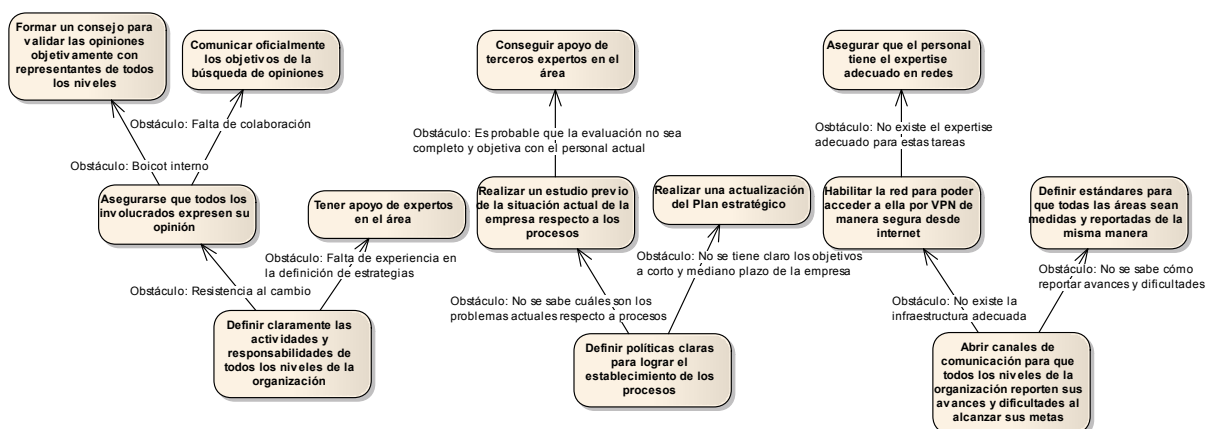


Figura 3-5 Árbol de prerequisites del caso de estudio (AP)

Y para generar la Figura 3-6, al árbol de transición (figura 3-5)

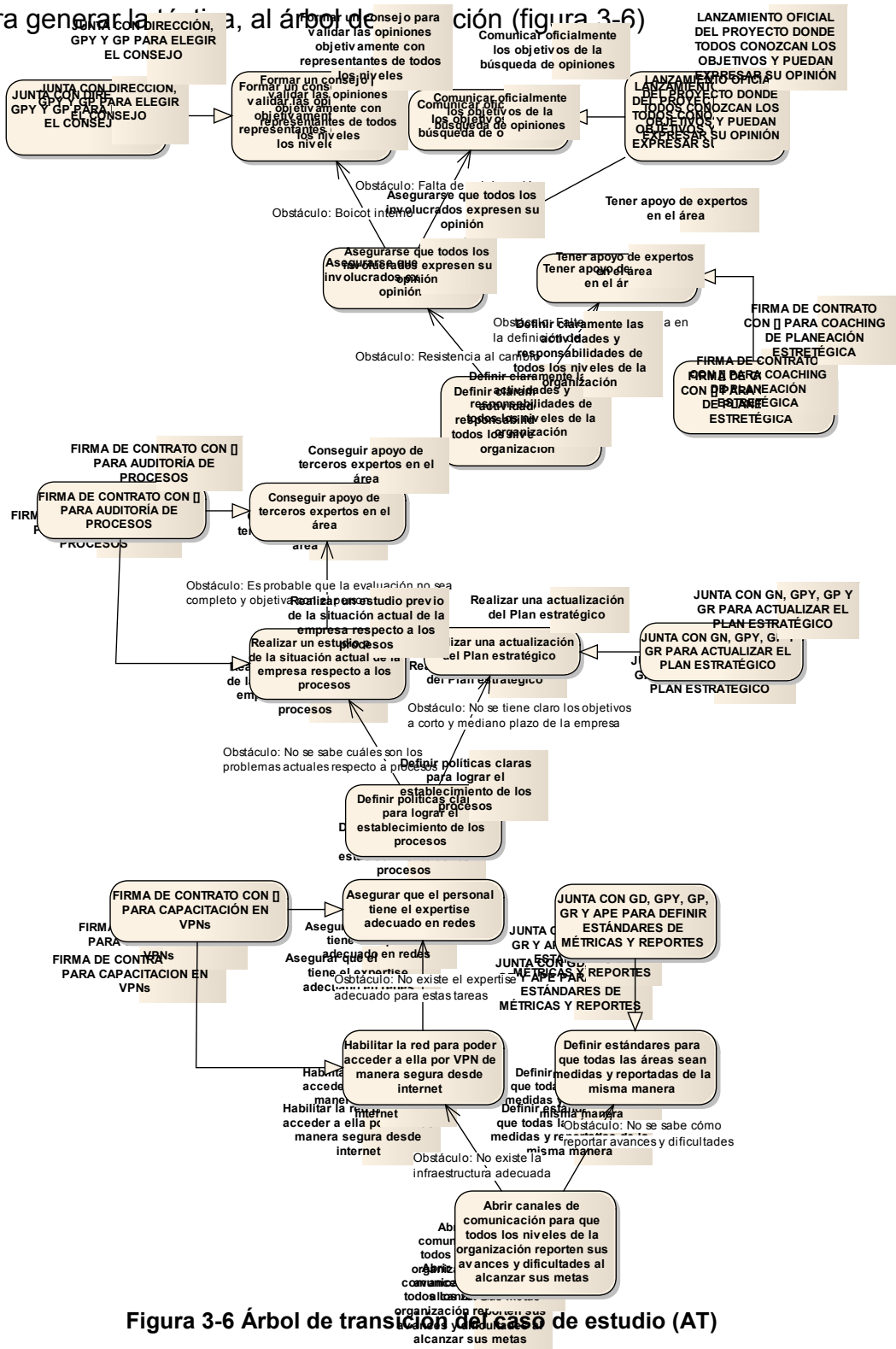


Figura 3-6 Árbol de transición de restricciones de caso de estudio (AT)

Luego de llevar a cabo hasta este punto los pasos de TOC, podemos generar una lista bien definida de actividades por hacer para romper la restricción principal del sistema, organizadas por objetivos:

Objetivo	Actividades asociadas
Definir políticas claras para lograr el establecimiento de los procesos.	Firma de contrato con la empresa de consultoría adecuada para llevar a cabo la auditoría de procesos. Junta con GN, GPY, GP y GR para actualizar el plan estratégico.
Definir claramente actividades y responsabilidades de todos los niveles de la organización.	Junta con GN, GPY, GP para elegir el consejo que auditará las propuestas. Lanzamiento oficial del proyecto donde todos conozcan los objetivos y puedan expresar su opinión. Firma de contrato con la empresa adecuada para coaching de planeación estratégica.
Abrir canales de comunicación para que todos los niveles de la organización reporten sus avances y dificultades al alcanzar sus metas.	Firma de contrato con la empresa adecuada para capacitación en vps. Junta con GN, GPY, GP, GR y APE para definir estándares de métricas y reportes.

Paso 5: Si se eliminó la restricción regresar a la fase 1, de otro modo ir al paso 2.

Este informe no tiene resultados que puedan servir a este paso pues al momento de escribirlo aun no se implementaban los cambios propuestos por el caso de estudio.

4 Conclusiones.

4.1 Beneficios obtenidos.

Al final de esta investigación se obtuvieron los siguientes beneficios:

- ❖ Concientización de los problemas a los que se enfrenta la industria del software y cómo algunos pueden intentar ser resueltos con el enfoque sistémico a través de TOC.
- ❖ Concientización de que la solución a dichos problemas es mejor atacada desde un punto de vista interdisciplinario pues los esfuerzos realizados en otras áreas de conocimiento pueden ser utilizadas en nuestra industria y viceversa.
- ❖ Experiencia ganada en técnicas de investigación y redacción de informes académicos.

En cuanto al caso de estudio, se pueden concluir que usar TOC en la resolución de problemas relacionados con el área de PPQA (y en general con cualquier área en el desarrollo de software) entregaría las siguientes ventajas:

- ❖ Contar con un método sistemático que integre a todos los interesados directa e indirectamente con el problema a tratar.
- ❖ Mostrar claramente las actividades en que se concentra el problema raíz o restricción del sistema que se está estudiando.
- ❖ Proveer un mecanismo que prioriza las actividades que hay que cambiar para que el efecto generado sea el más conveniente para todo el sistema en función de la meta que se pretende alcanzar.
- ❖ Mostrar claramente las actividades específicas que se tienen que realizar para poder eliminar la restricción del sistema.

4.2 Trabajo futuro.

Existe un amplio campo de investigación para definir las mejores prácticas de TOC para eliminar cuellos de botella que puedan ser aplicadas en las PYMES dedicadas al desarrollo de software en México. Según el tipo de organización la ubicación de dichos cuellos de botella cambia y se localiza en las actividades de diversas áreas, sin embargo es una constante en la industria del software.

Debido a su orientación sistémica es altamente probable que TOC tenga éxito en la resolución de problemas complejos como el común denominador de los problemas a los que se enfrenta el desarrollo de software.

Resultará interesante darle seguimiento al caso de estudio para saber si los efectos reales de la eliminación de la restricción fueron los previstos según el análisis TOC.

Queda pendiente demostrar que tan fácil o no es llevar a cabo el paso 5 para demostrar que la restricción principal del sistema fue realmente eliminada y si una vez así se puede encontrar fácilmente la siguiente restricción y cuán complejo sería eliminarla en una segunda iteración de TOC al mismo sistema.

5 Referencias.

Anderson, D. J. (2004). *Agile management for software engineering*. New Jersey: Prentice Hall.

Beth Chrissis, K. S. (2007). *CMMI second edition, guidelines for process integration and product improvement*. Boston: Pearson Education Inc.

Blackstone, J. (25 de Mayo de 2010). *Scholarpedia*. Recuperado el 29 de Mayo de 2010, de http://www.scholarpedia.org/article/Theory_of_Constraints

Goldratt, E. M. (2008). *La meta*. México, D.F.: Granica.

NYCE. (2008). *Norma mexicana NMX-I-059/02-NYCE-2005 Parte 2 Requisitos de procesos (MoProSoft)*. Mexico, D.F.: NYCE.

Reyes Plasencia, L. E. (s.f.). *El blog de Luis Reyes*. Recuperado el 13 de Abril de 2010, de <http://blog.luis-reyes-plasencia.info/toc-en-la-gerencia-de-proyectos/>