



ANÁLISIS DE TÉCNICAS DE SEGUIMIENTO Y CONTROL DE PROYECTOS. APLICACIÓN EN LA INDUSTRIA DE CONSTRUCCIÓN DE BOTES

**ANALYSIS OF PROJECT FOLLOW-UP AND CONTROL TECHNIQUES:
AN APPLICATION IN THE BOAT MANUFACTURING INDUSTRY.**

**ANÁLISES DE TÉCNICAS DE SEGUIMENTO E CONTROLE DE PROJETOS.
APLICAÇÃO NA INDÚSTRIA DE CONSTRUÇÃO DE BOTES.**

Recibido: 11/03/2014

Aprobado: 30/04/2014

Juan Pablo Sánchez Montoya

Miembro del Gip3 grupo de investigaciones en proyectos programas y portafolios,
Universidad Pontificia Bolivariana, Medellín, Colombia. Candidato a Magister. Correo
electrónico: wpblo10@hotmail.com

Alejandra Cuadros Mejía

Directora del Gip3 grupo de investigaciones en proyectos programas y portafolios
Universidad Pontificia Bolivariana, Medellín, Colombia. PhD. Correo electrónico:
alejandra.cuadros@upb.edu.co

ANÁLISIS DE TÉCNICAS DE SEGUIMIENTO Y CONTROL DE PROYECTOS. APLICACIÓN EN LA INDUSTRIA DE CONSTRUCCIÓN DE BOTES

Palabras clave

Evaluación, control, manufactura de botes, técnicas de control.

Este artículo presenta dos reflexiones sobre la importancia del control en proyectos manufactureros de botes. La primera está enfocada a la evaluación de la gestión con base en los procesos que sugiere el *Project Management Institute*® (PMI®); la segunda, desde el control, se basa en un paralelo entre las técnicas de una empresa manufacturera de botes en Medellín, Colombia, y algunos referentes internacionales. Después de una búsqueda de información y de su análisis, se concluye que medir el rendimiento de un proceso requiere de la observación y de la comparación de estándares y de criterios claramente definidos en la fase de planeación, y que además, el control se hace permanentemente durante todo el ciclo de vida del proyecto. Desde el punto de vista del control técnico, se pudo corroborar que la industria local de construcción de botes no está muy lejos de las prácticas internacionales.

Resumen

Clasificación JEL: O22, L92, E23.

ANALYSIS OF PROJECT FOLLOW-UP AND CONTROL TECHNIQUES: AN APPLICATION IN THE BOAT MANUFACTURING INDUSTRY

Key words

Evaluation, control, boat manufacturing, control techniques.

This article presents two concepts regarding the importance of control in boat manufacturing projects. The first is focused on the evaluation of management based on the processes suggested by the *Project Management Institute*®; the second concept is based on a parallel between the techniques used by a boat manufacturing company in Medellín, Colombia, and some international benchmarks. After an exhaustive search and analysis of information, we concluded that measuring the performance of a process requires observation and the comparison of standards and clearly defined criteria during the planning phase. Further control is also necessary throughout the entire project life cycle. From the point of view of technical control, it can be concluded that the local boat building industry is not far from international practices.

Abstract

ANÁLISES DE TÉCNICAS DE SEGUIMENTO E CONTROLE DE PROJETOS. APLICAÇÃO NA INDÚSTRIA DE CONSTRUÇÃO DE BOTES

Palavras chave

Avaliação, controle, manufatura de botes, técnicas de controle.

Este artigo apresenta duas reflexões sobre a importância do controle de projetos manufaturados de botes. A primeira está enfocada na avaliação da gestão com base nos processos que sugerem o *Project Management Institute*® (PMI®); a segunda, desde o controle, se baseia em um paralelo entre as técnicas de uma empresa manufatureira de botes em Medellín, Colômbia, e alguns referentes internacionais. Depois de uma pesquisa de informação e de análise, concluiu-se que medir o rendimento de um processo requer a observação e da comparação de padrões e de critérios claramente definidos na fase de planejamento, e que, além disso, o controle se faz permanentemente durante todo o ciclo de vida do projeto. Desde o ponto de vista do controle técnico, pode-se corroborar que a indústria local de construção de botes não está muito longe das práticas internacionais.

Resumo

Introducción

El presente trabajo tiene como finalidad, hacer una reflexión sobre los procesos de seguimiento y control aplicados a una industria, en este caso, una empresa colombiana dedicada a la manufactura de botes. Para ello, en primer lugar se dan a conocer técnicas de seguimiento y control basadas, principalmente, en los estándares que se exponen en el PMBOK® versión 4.0. En segundo lugar, se exploran los procesos manufactureros en la empresa colombiana en la fase de ingeniería y, finalmente, se establecen los puntos comunes y de diferenciación entre las buenas practicas del PMI® y las de la empresa colombiana.

Algunos estudios demuestran que las razones de los fracasos y/o del cierre inesperado del proyecto tienen que ver con el poco o ningún control que se ejerce sobre ellos (Cerpa & Verner M. June, 2009). En Colombia, particularmente, se pueden apreciar proyectos que han fracasado por no emplear adecuadamente metodologías de seguimiento desde las fases de inicio: La puesta en órbita del satélite colombiano SATCOL (Cervantes, 2013), o el proyecto Terropacífico, en el Valle del Cauca (Nullvalue, 1996).

Una primera forma de atacar esta problemática es generar una cultura de la evaluación y de la gestión de proyectos. Al indagar sobre el conocimiento de diferentes estándares internacionales en gerencia de proyectos en pequeñas y medianas empresas, se encontró que estas no tenían un conocimiento adecuado sobre el tema (Ortegon, Pacheco & Prieto, 2005).

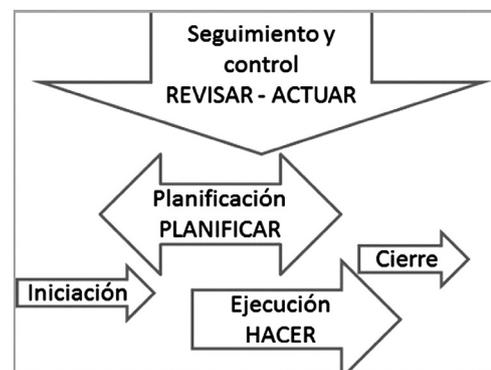
El estándar del PMI® se basa en el concepto de ciclo de vida (Deming, 1989) en su reconocido ciclo "plan-do-check-act" que, en otras palabras, se refiere a los procesos de iniciación, planificación, ejecución y cierre del proyecto, y al proceso transversal de seguimiento y control que está presente en todos los demás. Este último proceso, permite verificar el alcance, controlar el cronograma, controlar los costos, controlar la calidad, informar el desempeño del pro-

yecto, controlar los riesgos y administrar las adquisiciones. La medición que se hace de manera oportuna y objetiva, también debe presentar un plan de mejora continua para realizar acciones correctivas y comunicárselas a los interesados (PMI®, 2008) En el proceso de control se gestionan los cambios y se asegura que los entregables cumplan con los requisitos de calidad y que se usen las herramientas adecuadas establecidas en el plan.

En la práctica se pueden emplear dos tipos de control en los proyectos, uno con un enfoque gerencial y estratégico que permite que el proyecto sea eficaz, eficiente, efectivo y productivo. El otro enfoque es el control técnico que se da en la fase de ingeniería del proyecto y tiene que ver con los riesgos y la calidad que aporta valor al producto final. Como se presenta en la Gráfica 1, el grupo de procesos de seguimiento y control es una actividad que inicia con la concepción misma del proyecto y la autorización para realizar el producto, hasta el cierre, cuando los interesados quedan completamente satisfechos.

El artículo está estructurado en ocho partes, luego de la introducción se presenta el marco teórico, la metodología, los resultados, las conclusiones, la discusión y la bibliografía. Como principal aporte, se comprueba la necesidad de difundir el conocimiento especializado sobre el monitoreo y el control

Gráfica 1. Procesos en el ciclo de vida del proyecto.



Fuente: Elaborado a partir de (Lledó, 2011).

a los integrantes del proyecto en las etapas manufactureras de construcción de botes. Se constata que la especialidad del producto que entrega la empresa colombiana amerita un diseño específico de las técnicas de seguimiento y control y que, aunque hay algunos ajustes pertinentes por hacer, la empresa no está muy alejada de los estándares internacionales y de las buenas prácticas que sugiere el PMBOK®.

Marco teórico y conceptual

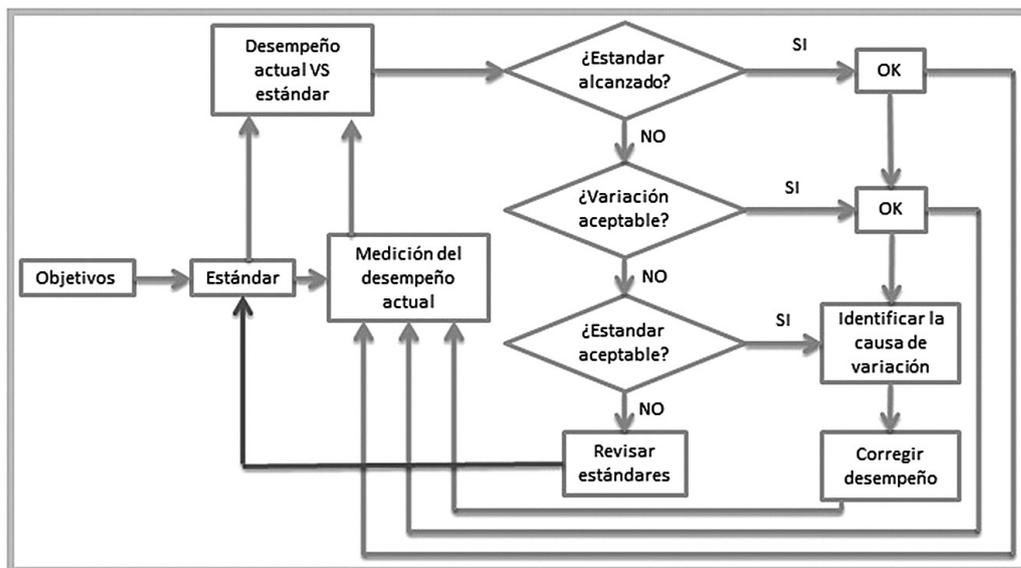
A continuación se presentan los temas más relevantes para abordar en la disciplina de la dirección de proyectos y, en el seguimiento y control.

Se exponen las técnicas de control para la gestión del tiempo, el costo y el trabajo realizado recomendadas en él (PMI®, 2008); luego se presentan las técnicas de control en la fase de ingeniería, propias de la industria que se está estudiando.

Proceso de monitoreo y control de la gestión del proyecto

En este grupo de procesos se debe medir el avance y desempeño del proyecto a través de las siguientes acciones: gestionar los cambios en el alcance, en el cronograma o en los costos, comunicar oportunamente los cambios aprobados al equipo del proyecto, asegurar que los entregables cumplen con los requisitos de calidad, actualizar el registro de riesgos y los planes de mitigación, evaluar la efectividad de las acciones correctivas, determinar cómo gestionar los problemas no resueltos y comunicar el avance y desempeño del proyecto a los interesados. La Gráfica 2 muestra un flujo-grama del proceso de control. El seguimiento es la obtención, análisis y comparación de la información del desempeño con respecto a lo requerido, permite identificar las variaciones y proyectar el desempeño, así como utilizar la información de seguimiento para actuar sobre las causas de la variación.

Gráfica 2. Proceso de Control



Fuente: Elaborado a partir de (Robbins P. & De Cenzo A., 2004)

Técnicas para medir el desempeño

Gestión del Valor Ganado (EVM)

Es una técnica desarrollada por el Departamento de Defensa de EE.UU. con el fin de realizar un seguimiento de los proyectos de defensa (Dayal, 2008). Además, se utiliza para medir y divulgar el progreso real de un proyecto, teniendo en cuenta variables como el trabajo realizado, el tiempo transcurrido y los costos reales incurridos para realizar la actividad.

Método del Camino Crítico (CPM)

Según PMI® (2008), el camino crítico es la secuencia de actividades que determinan la duración de un proyecto. Este método permite planificar, programar, ejecutar y controlar los proyectos que se ejecutan y tiene en cuenta el tiempo, costo, disponibilidad de recursos y el rendimiento de las personas que están al frente del proyecto.

Método PERT

Esta técnica administrativa busca sincronizar las diferentes actividades que se dan dentro de un proyecto. Estas actividades, generalmente, tienen problemas técnicos, por lo tanto, hay incertidumbre frente a su duración, como lo afirma Poggioli (1976). La utilidad del método PERT se ve cuando no se tiene certeza exacta de la duración de las actividades que se desarrollarán dentro del proyecto, o cuando estas actividades se deben desarrollar en distintos lugares y tiempos.

Métricas de desempeño

Control del tiempo

La forma de controlar el tiempo se da en el transcurso del proyecto y cuando se realiza un análisis retrospectivo, en el cual, se coteja el tiempo estándar de la actividad versus el tiempo real que tomó realizarla; este análisis sirve para tomar correctivos a la hora de realizar nuevas actividades, tareas y proyectos.

Control de costos

Busca la aplicación de procedimientos para limitar los costos del proyecto a solo los autorizados, y para enfocar los esfuerzos de alcance, tiempo y calidad a donde son más efectivos (Warhoe, 2013).

Control de la calidad

Con el objetivo de satisfacer las expectativas de los interesados en un proyecto, el control de la calidad debe ser permanente. Además, se debe precisar el alcance y los criterios que dicho proyecto tendrá (Boroschek & Retamales, 2004).

Técnicas para el análisis de tendencias y variación

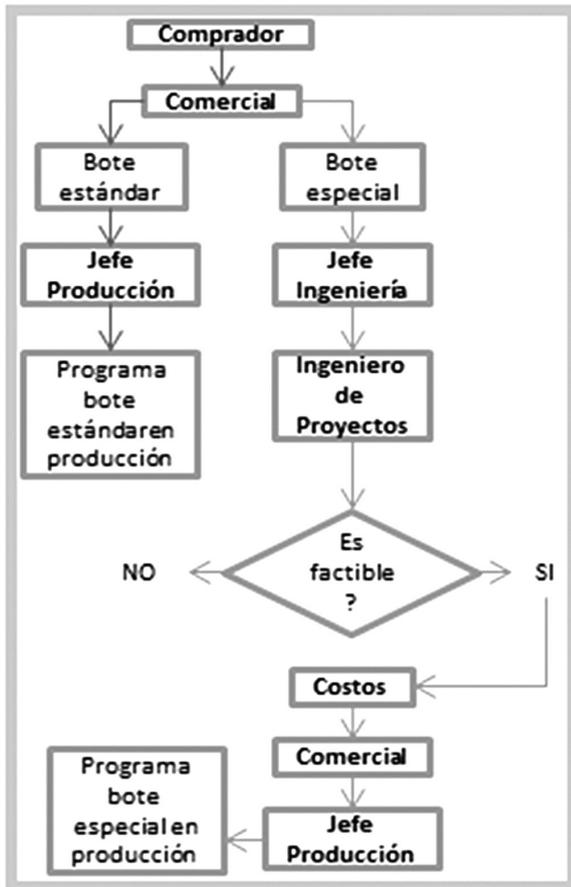
Los análisis de tendencias y variación tienen como fin, comparar las diferencias existentes entre los resultados planificados y los resultados reales, este análisis, al igual que el de valor ganado y otros más, sirve para monitorear el desempeño global del proyecto en cualquiera de sus fases (PMI®, 2008).

La importancia de estos análisis radica en que van generando un grado de conocimiento específico que podrá ser utilizado en proyectos futuros y, como resultado, se obtiene una brecha más pequeña en las variaciones generadas.

Proceso de monitoreo y control en la construcción de un bote durante la fase de ingeniería

El proceso de construcción de botes se puede apreciar en las gráficas 3 y 4. Antes de llegar a la fase de ingeniería se pasa por el pedido del cliente (caso de negocio), los diseños y la viabilidad. Se debe tener en cuenta que el flujo

Gráfica 3: Flujograma de actividades en el área de ingeniería

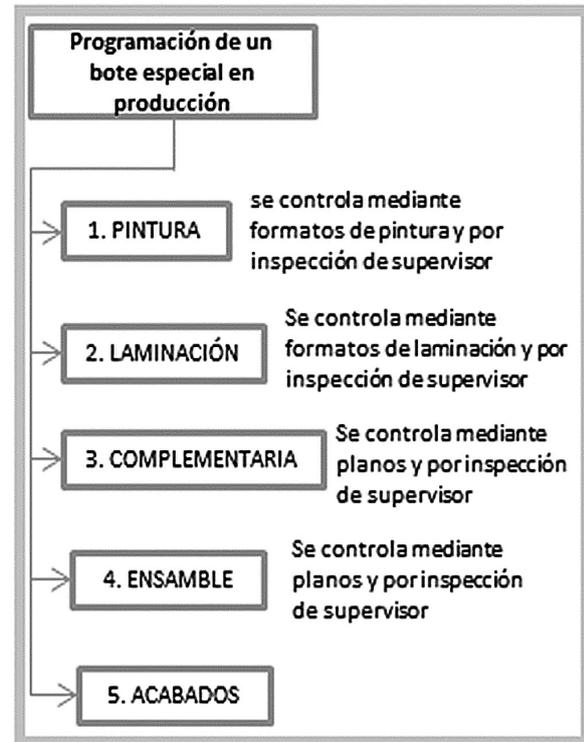


Fuente: Autoría propia

de producción varía en todo el año, ya que para este tipo de proyectos (fabricación de botes), generalmente, los tres o cuatro meses anteriores a las vacaciones (septiembre a noviembre) se tiene un pico de producción alto por la alta demanda de pedidos.

Por la premura de la solicitud y el entusiasmo inicial del cliente, es usual el cambio en sus expectativas, por esto, se tiene presente darle el correcto trámite a alguna modifica-

Gráfica 4: Proceso productivo general de un bote en P.R.F.V.



Fuente: Autoría propia

ción en el alcance, costos o en el cronograma de entrega. Para ello se realizan reuniones extraordinarias en las que interviene las personas involucradas en el proyecto y, por supuesto, el cliente.

Es común que se generen acciones no planeadas o acciones correctivas, bien sea por mala planeación o por alguna adición del cliente. Para este tipo de acciones se elabora un documento que registra, cuidadosamente, el cambio o la variación que se hace al proyecto final, pues, muchas de esas variaciones sugeridas por parte del cliente, finalmente, se convierten en acciones de mejora. Como en las acciones correctivas se genera un documento, para los problemas no resueltos igualmente existen documentos, los cuales se

diligencian para ser gestionados en las reuniones posteriores de ingeniería, esto, para que puedan pasar de ser problemas no resueltos a lecciones aprendidas.

Existen dos tipos de botes a fabricar en PRFV (Ver gráficas 3 y 4), el primero de ellos se denomina bote estándar, para el cual existe un alto grado de conocimiento específico y la información técnica ajustada para poder desarrollar el producto sin ningún tipo de eventualidad. El otro tipo de bote se denomina bote especial, para el que existen algunos procesos diferentes. Finalmente, el ingeniero de proyectos lleva a cabo actividades que permiten desarrollar el proyecto en el área de producción.

El bote especial empieza en el proceso de pintura, ahí se aplica una capa de *Gel Coat* o pintura de poliéster sobre el molde del bote que se quiere fabricar, luego de esto, el molde se lleva a la cabina de laminado donde empieza el proceso de laminación; esto consiste en aplicar sobre el molde, ya pintado, varias capas de mantos de fibra de vidrio humectado con resina de poliéster catalizada; una vez la pieza este seca se desmolda. Luego, la pieza en poliéster es llevada al área de complementaria, lugar donde se estructura con refuerzos y piezas adicionales para generar lo que se puede llamar un bote, es decir un artefacto adecuado para navegar en el agua. Después, pasa al siguiente proceso, el de ensamble, en él se acopla al bote todos los elementos adicionales que debe tener para poder desempeñarse en el agua. Hay un proceso adicional que es el de acabados. Con esto se invita al cliente a observar el pedido y a dar la nota de aceptación del producto, cerrando así el ciclo de vida del proyecto de construcción de botes.

Metodología

Este artículo es fruto de la recopilación, el análisis de información y la reflexión sobre un saber específico en la industria de botes. En primer lugar, se hizo una exploración bibliográfica de material sobre evaluación, control y seguimiento

de proyectos desde el punto de vista de la gestión. Luego, se dirigió la búsqueda hacia proyectos de manufactura de botes. En segundo lugar, se hizo un rastreo de información en una empresa manufacturera de botes en Colombia. En esta empresa se identificaron los procesos de ingeniería y manufactura.

Posteriormente, y a través de la observación y la comparación, se elaboró un paralelo entre la empresa colombiana y las prácticas de manufactura en el ámbito internacional. Finalmente, se presentó una propuesta para hacer seguimiento y control en la gestión de proyectos manufactureros de botes, y el control en el proceso de ingeniería propiamente dicho. La metodología se puede inscribir en el "método de casos" ya que, a partir de unas bases teóricas, se analiza una problemática en una empresa en particular y se proponen algunas alternativas para su aplicación.

Resultados

Después de revisar y entender los procesos que se describen a continuación, se logró una aproximación a lo que el PMBOK® propone sobre la gestión del seguimiento y control en este tipo de industrias.

- **Pintura:** La fabricación de botes en PRFV (Poliéster Reforzado con Fibra de Vidrio), se da a partir de moldes que luego son pintados de acuerdo con los requerimientos y los gustos de cada comprador; la pintura es de poliéster isoftálico neopentil glicol (ISO-NPG) y conforman la barrera química entre la laminación y el medio (agua).
- **Laminación:** En el proceso de laminación, se aplican, sobre el molde ya pintado, capas de tejidos de fibra de vidrio de varias configuraciones, mezclados con resina de poliéster ortoftálica; la forma y cantidad de tejidos de fibra de vidrio y resina a emplear están definidos por formatos y planos de laminación elaborados por el área de ingeniería, según especificacio-

nes técnicas para cada una de las diferentes piezas.

- **Complementaria:** Esta es el área del proceso productivo en el que se estructura y da forma a la embarcación, pegando refuerzos y piezas en PRFV necesarias para el correcto funcionamiento del bote.
- **Ensamble:** Es el área encargada de ensamblar las partes del bote que no son en PRFV, como protectores borda, motores, sistemas de dirección, sistemas de control y cojines.
- **Acabados:** Es la última de las áreas del proceso productivo y es la encargada de realizar la reparación de cualquier tipo de imperfección, defecto o daño que se haya producido durante todo el proceso.

Para la elaboración de este documento, se utilizó información suministrada directamente por una empresa manufacturera de botes en una localidad colombiana, se recogió información documental como las norma de control de procesos, se detectaron en la web algunas de las empresas más sobresalientes en esta industria y, se inspeccionaron técnicas y herramientas de control en otras industrias, además, se hizo énfasis en los estándares del PMI®. El análisis se hizo en una empresa colombiana cuyas características más importantes son:

- El alto grado de procesos manuales.
- El proceso productivo es dominado por la gestión de operarios.
- La formación y la experiencia propia de cada uno de los operarios que intervienen en la fabricación impactan, en gran manera, en el desarrollo de los botes.
- La empresa que se seleccionó, fabrica botes en el interior del país, es decir que, dentro del proceso de entrega al cliente está contemplado, por lo general, el traslado desde Medellín hacia Cartagena.

Se procedió a mapear las actividades de control desde el punto de vista de la gestión y desde el área de ingeniería. A continuación se presentan los hallazgos más relevantes.

Seguimiento y control en la gestión de proyectos manufactureros de botes

Se compararon los métodos de seguimiento y control de la empresa seleccionada con los métodos sugeridos por el PMI, esto, con el fin de verificar qué tan ajustados están los métodos utilizados por la empresa con los métodos sugeridos por este ente internacional. (Tabla 1)

Al analizar las herramientas utilizadas por la empresa para realizar el seguimiento y control, encontramos que cada una de ellas puede asociarse directamente a alguna de las herramientas descritas en el PMI®, es decir que la empresa realiza actividades o utiliza herramientas de seguimiento y control que están descritas dentro del estándar, simplemente, se nombran de manera diferente. Por ejemplo, cuando en la empresa se realiza la verificación física del trabajo por medio de supervisores de área, estaríamos hablando de un juicio de expertos en el estándar del PMI®. O, por ejemplo, cuando en la empresa se realizan validaciones de los tiempos de fabricación respecto a los estándares, estaríamos hablando de la gestión del valor ganado. Podemos decir que, aunque la herramienta utilizada según la empresa y según el PMI® tenga un nombre diferente, efectivamente se trataría de la misma herramienta con nombres diferentes.

Seguimiento y control de proyectos manufactureros de botes en la fase de ingeniería

Primero interviene el asesor comercial mediante el diligenciamiento de la solicitud de estudio. Esta solicitud se envía al jefe de ingeniería, quien la adjudica como proyecto a uno de

Tabla 1. Paralelo entre el control en la gestión de una empresa colombiana y el referente del PMI ®

PROCESO	HERRAMIENTAS DE SEGUIMIENTO Y CONTROL SEGÚN LA EMPRESA	HERRAMIENTAS DE SEGUIMIENTO Y CONTROL SEGÚN PMI
PINTURA	Mediante formatos de registro para los botes a pintar, que discriminan claramente los colores que va a llevar y a qué medida van a estar unos de otros, indicaciones por escrito en la pared de la cabina de pintura y la norma de control de procesos y mediciones de espesores húmedos con galga de profundidad. Por verificación del seguimiento de la norma de control de procesos y tarjeta viajera por parte del supervisor del área.	<ul style="list-style-type: none"> • Juicio de expertos: Es un conjunto de opiniones de personas expertas en la industria o en la disciplina del tema que se está tratando y puede ser obtenida dentro y fuera de la compañía (PMI®, 2008). • Estimación análoga: Implica utilizar la información recaudada de proyectos anteriores similares, como base para el direccionamiento del proyecto actual (PMI®, 2008).
CORTE	Mediante la revisión de los formatos de corte realizados a cada una de las piezas programadas, la verificación de las piezas cortadas una vez es enviada a laminación, y por verificación del seguimiento de la norma de control de procesos y tarjeta viajera por parte del supervisor del área.	<ul style="list-style-type: none"> • Revisiones de desempeño: Durante el periodo de aplicación del plan de mejoramiento individual, el funcionario deberá recibir del evaluador asesoría, orientación y capacitación para mejorar su desempeño, lo cual debe quedar en el Plan de Mejoramiento Individual (PMI) (IICA, 1998).
LAMINACIÓN	Mediante el seguimiento de las normas de control de proceso y su verificación por parte del supervisor del área.	<ul style="list-style-type: none"> • Análisis de variaciones: Al comparar las fechas programadas del proyecto con las fechas reales y la holgura verificando así el rendimiento del proyecto (PMI®, 2008). De esta forma podemos tomar los correctivos que sean necesarios para reencausar el proyecto.
FORMULACIONES	Por medio del supervisor del área, quien verifica que los insumos se estén realizando bajo los estándares definidos por ingeniería en las formulaciones y mediante la realización periódica de inventarios que garantizan el normal abastecimiento de insumos.	<ul style="list-style-type: none"> • Gestión del valor ganado: Permite comparar el trabajo efectivo con la cantidad de trabajo que se planteó realizar, es decir que permite realizar una relación de trabajo realizado con presupuestado, pudiendo tener un dato numérico del avance (PMI®, 2008).
COMPLEMENTARIA	A través del seguimiento de los tiempos de elaboración estándar y el seguimiento a la norma de control de procesos y la tarjeta viajera por parte del supervisor del área.	<ul style="list-style-type: none"> • Método del camino crítico: Según (PMI®, 2008) el camino crítico es la secuencia de actividades que determinan la duración de un proyecto.
CARPINTERÍA	Mediante la verificación del cumplimiento a la programación de carpintería y seguimiento a la norma de control de procesos por medio de la gestión del supervisor del área.	<p>Límites de tolerancia: marca los límites superior e inferior de determinada variable, respecto a los cuales se deben realizar cambios.</p>
ENSAMBLE	Por medio de la verificación de tiempos de ensamble establecidos en los estándares de fabricación, el seguimiento a la norma de control de proceso y el diligenciamiento de la tarjeta viajera.	<ul style="list-style-type: none"> • Tendencias y variaciones: Los análisis de tendencias y variación tienen como fin comparar las diferencias existentes entre los resultados planificados y los resultados reales, este análisis al igual que el de valor ganado y otros más sirven para monitorear el desempeño global del proyecto en cualquiera de sus fases (PMI®, 2008).
CERRAJERÍA	Mediante el cumplimiento de la información técnica suministrada por ingeniería a través de planos y cumpliendo los plazos de producción establecidos con el supervisor del área.	<ul style="list-style-type: none"> • Técnicas para la gestión del cambio: Los elementos claves en la gestión del cambio son la planificación y la gestión del nivel de las personas.
ACABADOS	Cumpliendo con las normas de control de proceso.	<ul style="list-style-type: none"> • Proceso de control integrado a cambios: consiste en revisar las solicitudes de cambios, aprobarlos y gestionar los cambios a los entregables, los documentos del proyecto y al plan para la dirección del proyecto.

Fuente: Autoría propia

los ingenieros; el ingeniero de proyectos recibe la solicitud y da trámite al proyecto, él señala si el proyecto es factible o no desde el punto de vista técnico, si el proyecto resulta no ser factible técnicamente, este se devuelve al asesor comercial con las anotaciones pertinentes, quien eleva las anotaciones al cliente y, si las acepta, el proyecto puede seguir su curso. Si el proyecto es factible, se desarrolla generando información técnica al área de producción para que pueda fabricar el bote. El proceso de ingeniería concluye con el seguimiento y control que se realiza sobre el proyecto en todo su recorrido productivo. (Gráfica 5)

El análisis presenta dos enfoques sobre el control en los proyectos durante la fase de ingeniería: un análisis por etapa y un análisis por responsable del área.

Control por etapa

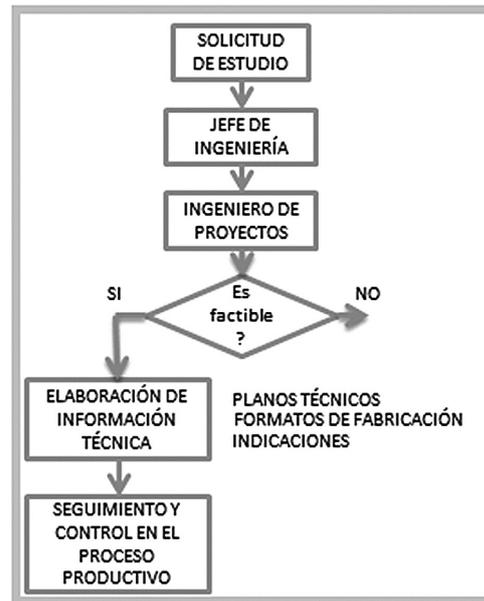
Se revisaron las técnicas y herramientas usadas en cada etapa para la manufactura de botes. Las letras significan: H: Lo que se tiene hoy en la empresa; R: Referente usado en un ámbito geográfico más amplio. La última columna presenta una propuesta de uso de la técnica de control, de acuerdo con las características de la empresa colombiana. (Tabla 2)

Control por responsable de área

En el ejercicio de análisis también se revisó la forma como se hace el control, teniendo en cuenta el personal responsable del área durante la construcción del bote. (Tabla 3 en la página 64)

En el caso de estudio de la empresa colombiana se constata que la fabricación de botes es un proceso complejo en el que, permanentemente, se deben revisar las técnicas de control para garantizar que la fabricación esté enfocada al producto y no al proceso, que haya una retroalimentación constante con el cliente, los proveedores y los proceso de

Gráfica 5: Flujo de información para el proceso de ingeniería.



Fuente: Autoría propia

fabricación; que la lista de materiales sea extremadamente precisa y que, prácticamente, no se toleren imprecisiones; que la estrategia de flujo sea flexible y de bajo volumen, que el producto sea altamente personalizado y que, aunque la red de tareas sea compleja y de larga duración, los hitos estén claramente definidos y; finalmente, que se cuente con los recursos humanos suficientes y con los niveles de formación específica en el área en la que se desempeñen.

Conclusiones

En este trabajo se presenta una comparación, desde distintos puntos de vista, de los sistemas de control en la producción de botes. Aunque se identifican varios sistemas de control, el análisis y las conclusiones se basa en los estándares del PMI (Project Management Body of Knowledge, V 4.0).

Tabla 2. Paralelo entre técnicas de control en una empresa colombiana y un referente internacional para la manufactura de botes.

P. CONTROL	A = LO QUE TENEMOS	TÉCNICA USADA EN LA EMPRESA	R = CUÁL ES EL REFERENTE	VENTAJAS Y/O BONDADES DEL REFERENTE	SUGERENCIA A LA EMPRESA COLOMBIANA
Pintura	Máquina de aspersión de pintura de 3 cilindros neumática.	Como método de medición y control se utiliza una galga de profundidad la cual mide el espesor de la capa de pintura.	Robot aspersor de pintura con control de espesores, como el Fanuc P200E, un robot aspersor de gel coat de moldeo abierto.	El uso del robot de pintura permite tener un mayor control en el espesor de la pintura, además de la información disponible. La aplicación robótica proporciona un control de suministro de material consistente a lo amplio del área, reduce la variación de material y aumenta la consistencia de la producción en serie (Jacob, The US composites industry, 2004).	R (Porque el proceso de pintura es un punto de inflexión en el proceso productivo y se requiere precisión.
Corte	Máquinas de corte vertical	Como método de inspección y control se utiliza la comparación del material cortado con patrones de contorno y forma.	Plotter de corte digital como la gerber gt 5250	Mediante el uso del plotter de corte se optimiza la cantidad de material (refuerzo) a utilizar reduciendo el desecho, se producen las piezas cortadas más rápido y con mejor acabado que con cortes manuales, además de no ser necesarias plantillas y patrones de corte. El usuario describe el área que va a cortar con el mouse y con la simple pulsación de un botón se da inicio al corte (Jacob, Automating cutting of composites, 2008).	A (el área no es tan problemática y admite niveles de tolerancia mayores y no se justifica la inversión por la cantidad de productos elaborados por unidad de tiempo
Laminación	Laminación por <i>hand lay up</i>	El método de inspección y control se realiza por parte del supervisor del área.	RTM (<i>Resin Transfer Molding</i>)	Con RTM el proceso de laminación sería más rápido, se reducirían los desperdicios de resina, así como, en gran medida, las emisiones de estireno y el costo de operación luego de justificar la inversión de los equipos sería más bajo aproximadamente (10-15%) que los costos de operación con los métodos tradicionales (<i>hand lay up</i>) (Grant, 2006)	A (la alta inversión no se justifica de ninguna manera dada la baja cantidad de productos elaborados, el retorno de las inversiones se darían a muchos años, quizás ni abría retorno).
Formulaciones	Formulaciones propias y de proveedores.	En esta, como método de control por parte de los supervisores se revisan los consumos y las descargas de las materias primas y el seguimiento de las formulas.	IDEM		A (hasta el momento solo se han desarrollado relaciones de calidad y confianza en los productos con un proveedor, por tanto, la verificación de calidad propia de todos los productos es necesaria.

Continúa tabla 2

Viene tabla 2

P. CONTROL	A = LO QUE TENEMOS	TÉCNICA USADA EN LA EMPRESA	R = CUÁL ES EL REFERENTE	VENTAJAS Y/O BONDADES DEL REFERENTE	SUGERENCIA A LA EMPRESA COLOMBIANA
Complementaria	Complementaria por <i>hand lay up</i> .	Como método de inspección y control por parte de los supervisores se verifica el seguimiento de los planos técnicos.	Los referentes internacionales apuntan a utilizar adhesivos estructurales, como es el caso de adhesivos acrílicos, epóxidos o metacrilato.	Una ventaja principal de los adhesivos estructurales en las aplicaciones de refuerzo es que son más rápidos y más ligeros que la resina y el vidrio (pega por <i>hand lay up</i>). Otro de los beneficios cada vez más importante, es que las emisiones de compuestos orgánicos volátiles (VOC) son dramáticamente menores (Gary R., 2000).	A (hasta el momento no se ha encontrado un método diferente que permita realizar pegas de refuerzos a los cascos y cubiertas).
Carpintería	Máquinas de corte manual.	Como control y medición por parte del supervisor, se revisa el seguimiento de planos y patrones de corte.	Máquinas CNC o máquinas de corte de control numérico como la JCM 13256.	Con las máquinas de CNC se tendrían piezas de madera mucho más exactas. El siguiente paso en el desarrollo de la industria local es utilizar la información digital que se desarrolla por medio de los programas de diseño, para pasarla a máquinas de prototipado rápido que realicen las piezas que se diseñan digitalmente, estas máquinas son utilizadas por los diseñadores en una amplia gama de campos para la producción de modelos físicos a partir de modelos digitales (Sass, 2006).	A (actualmente las piezas de madera que se necesitan para el proceso productivo no necesitan tener una tolerancia tan alta como la que da una máquina de corte de control numérico).
Ensamble	Personal ensamblador.	Como método de control se verifica que los accesorios ensamblados se instalen según la información técnica suministrada.	IDEM		A (este tipo de labor bien engranada permitiría que el trabajo del ensamblador fuera más fluido, haciendo que las obras dentro de las embarcaciones se entreguen mucho más rápido).

Continúa tabla 2

En el control de la manufactura de botes hay varios focos de atención que ameritan un estudio profundo, como son: las etapas de la fabricación, las métricas específicas y el desempeño de los responsables en cada proceso. Un adecuado conocimiento de los mismos y la apropiada elección de las técnicas y herramientas de control tienen importantes consecuencias sobre la manera en que la

empresa será capaz de satisfacer las necesidades de sus mercados actuales y futuros.

Al comparar las técnicas de la empresa colombiana con otras empresas similares y con los estándares del PMBOK versión 4.0, no se aprecian diferencias significativas en su gestión. Este es un aporte significativo, ya que el estudio

Viene tabla 2

P. CONTROL	A = LO QUE TENEMOS	TÉCNICA USADA EN LA EMPRESA	R = CUÁL ES EL REFERENTE	VENTAJAS Y/O BONDADES DEL REFERENTE	SUGERENCIA A LA EMPRESA COLOMBIANA
Cerrajería	Personal cerrajería, soldadura TIG.	Se tiene como método de control la verificación del supervisor del seguimiento de los planos técnicos en el área.	El siguiente paso en el desarrollo de la industria local es utilizar la información digital que se desarrolla por medio de los programas de diseño, para pasarla a máquinas de prototipado rápido que realicen las piezas que se diseñan digitalmente.	En el proceso productivo y, sobre todo, en áreas de apoyo como lo es cerrajería, se aprecia la baja modernización que ha tenido el área, inicialmente se podría valorar la opción de ofrecer este proceso a un tercero que entregue los productos terminados. Al no ser un área "core" del negocio, pierde peso respecto a las demás áreas. Actualmente, existen máquinas que ofrecen altos estándares en sus resultados. También parece que las ventajas de los cortes de alta precisión que se pueden obtener con los sistemas modernos aún no están completamente apreciadas (Ing. H., T., & M., 2003)	A (pues se eliminaría un área de apoyo dentro del proceso productivo, lo cual no afectaría el foco del negocio.
Acabados	Personal supervisor.	Como método de verificación se tiene el control del supervisor del área.	Acabados perfectos de molde, personal acabador para algunos detalles.	Se evitarían las excesivas horas de acabados en las piezas	R (pues el personal de acabados es importante en cualquier parte del proceso productivo, así se garantiza que las piezas saldrán en perfecto estado.

Fuente: Autoría propia

sirvió como diagnóstico para evaluar el nivel de madurez de la empresa colombiana en terminos de control.

Así, para el control de la gestión del tiempo y del presupuesto, la empresa emplea el juicio de expertos, la estimación análoga, revisiones de desempeño y análisis de variaciones tal y como se presenta en la Tabla 1. En la fase de ingeniería la empresa colombiana dista, tímidamente, de algunos referentes internacionales en el uso de tecnología de última generación.

Para el control de las competencias y las responsabilidades de los encargados de cada etapa, la empresa colombiana emplea poca gente y con saberes generales. En este sentido,

debería seguir las tendencias internacionales de contar con mas personal altamente formado en saberes específicos.

Por último, se reconocen seis tareas principales en el control del proyecto de manufactura de botes que la empresa colombiana viene realizando de manera constante, aunque sin percatarse de que se está siguiendo un estándar internacional como es el presentado por el PMI®: Tarea 1: Oportuna y objetivamente, medir el avance y desempeño del proyecto; Tarea 2: Proactivamente, gestionar los cambios en el alcance, cronograma o costos, actualizando el plan de dirección del proyecto y comunicando oportunamente los cambios; Tarea 3: Asegurar que los entregables cumplen con los requisitos de calidad establecidos; Tarea 4:

Tabla 3. Paralelo entre técnicas de control por áreas de una empresa colombiana manufacturera de botes y algunos referentes internacionales.

RESPONSABLE	CÓMO SE CONTROLA EN LA EMPRESA COLOMBIANA	CÓMO SE CONTROLA SEGÚN OTROS REFERENTES
ÁREA COMERCIAL	Mediante plan de ventas corporativas, se genera un plan de ventas para cada asesor comercial, dependiendo de su trayectoria y su experiencia además de la región en la que se encuentre (Eduardoño S.A., 2003).	Se ofrecen los botes estándar con pocas variaciones mediante <i>brochure</i> y catálogos <i>online</i> . La mejor forma de dar a conocer al cliente final del producto que ofrecemos es mediante la asistencia a los más importantes <i>shows</i> de botes en el mundo (Yamaha boats, 1999).
PRODUCCIÓN	Su gestión se controla mediante el cumplimiento del plan de producción y cumplimiento de los índices (Eduardoño S.A., 2003).	Al igual que en la empresa colombiana su trabajo es lineado por un plan de producción y el cumplimiento de metas (Yamaha boats, 1999).
FABRICACIÓN DE PIEZAS	Mediante el plan de fabricación de piezas, este plan se deriva del plan de producción y proporciona, tanto al jefe de producción como al supervisor del área, información a futuro de que piezas se deben fabricar (Eduardoño S.A., 2003).	
COMPLEMENTARIA	Mediante el plan de complementaria. Este plan se deriva del plan de producción y proporciona al jefe de producción información acerca del avance en la conformación y estructuración del bote (Eduardoño S.A., 2003).	Existe un supervisor específico por áreas, o expertos en el área, normalmente los trabajadores más experimentados están a cargo del control de calidad (Yamaha boats, 1999).
ENSAMBLE Y ACABADOS	Mediante el plan de ensamble. Este plan es comparable con el plan de producción, generando diferencias en caso de que el bote este por fuera del rango establecido en el plan de producción o generando conformidad si ambos plazos se ajustan (Eduardoño S.A., 2003).	
INGENIERÍA	Mediante el cumplimiento de los índices, además del cumplimiento en los tiempos pactados con el área comercial y de producción para la elaboración de nuevos proyectos y de revisión de estándares (Eduardoño S.A., 2003).	Generalmente el jefe de ingeniería y el área de ingeniería (ingenieros de proyectos) se encuentran en un lugar diferente a donde se realiza el proceso productivo y no tienen a su cargo el seguimiento y control del proyecto en el momento en el que se está fabricando el bote (Yamaha boats, 1999).

Fuente: Autoría propia

Actualizar el registro de riesgos y los planes de mitigación;
Tarea 5: Evaluar la efectividad de las acciones correctivas y determinar cómo gestionar los problemas no resueltos;
Tarea 6: Oportunamente, comunicar el avance y desempeño del proyecto a los interesados para obtener su retroalimentación.

Se sugiere en un futuro trabajo, realizar estudios de casos particulares con variables que permitan hacer comparacio-

nes sobre las mejores prácticas en la fabricación personalizada de botes.

Discusión

Con este trabajo queda sobre la mesa una serie de interrogantes, que bien valdría la pena resolver con otros trabajos similares. Principalmente, se enfatiza en tres temas:

1. ¿Debe ser centralizado el control de proyectos manufactureros de botes?
2. ¿Las técnicas de control en los proyectos manufactureros de botes se deben orientar al producto o al proceso?
3. En la industria manufacturera de botes, ¿cuáles son las metodologías para gestión de proyectos que más se usan?, ¿cuáles son los pro y los contra de las empresas que siguen el PMI®, ¿se podría adaptar un estándar específico del PMI®, tal y como se ha hecho con la industria de la construcción?

Glosario

PRFV: siglas para nombrar el Poliéster Reforzado con Fibra de Vidrio.

Hand lay up: Tipo de moldeo y/o laminación el cual se realiza sobre un molde abierto, mediante la superposición de mantos de fibra de vidrio impregnado con resina que luego son asentados con una brocha o con un rodillo, dando así, la forma del molde.

RTM: Es un tipo de moldeo cerrado que se realiza con dos moldes, molde y contramolde, en los cuales están dispuestas unas boquillas por las que, gracias a una máquina de vacío, se inyecta la resina. Sobre uno de los moldes se disponen todas las mantas de fibra de vidrio que llevará el laminado, una vez ubicadas, se pone el otro molde o contramolde, los cuales se cierran entre sí, herméticamente, permitiendo así el flujo de resina hacia el interior, luego de esto se separan los dos moldes y se obtiene la pieza moldeada en PRFV.

CNC: (*Computer Numerical Control*): Máquinas automáticas de corte, generalmente, para madera, metales y plásticos, se operan desde un computador. La máquina ejecuta los cortes de manera automática de acuerdo con los parámetros ingresados previamente en el computador.

TIG: (*Tungsten Inert Gas*): Tipo de soldadura que emplea un aporte (Deming, 1989) o punta de tungsteno para generar el arco eléctrico que permite realizar la soldadura, esta punta de tungsteno se protege con gas de aporte, generalmente, argón. Produciendo así, soldaduras de mayor resistencia. Polimerización: Proceso químico en el cual un monómero iniciador activa a otro monómero comenzando una reacción general la cual forma el polímero.

Bibliografía

- Boroschek, R., & Retamales, R. (2004). *Guía para la reducción de la vulnerabilidad en el diseño de nuevos establecimientos de salud*. Washington: OPS/Banco Mundial.
- Cerpa, N., & Verner M. June. (2009). Why did your project fail? *Communication of the ACM*, 52 (12).
- El Tiempo (2013). Colombia, rezagada en desarrollo satelital. Bogotá. 4 de Mayo de 2013.
- Fleming, Q. W., & Koppelman, J. M. (2000). Earned value project management. *Project Management Institute*, 44(9), 32-36. Crosstalk
- Deming, W. (1989). *Calidad, productividad y competitividad: la salida de la crisis*. Madrid: Ediciones Diaz de Santos.
- Eduardoño S.A. (2003). *Norma de control de procesos*. Medellín.
- R Hovan, G. (2001). Adhesives simplify composites assembly. *Reinforced Plastics*. 45(2), 22-26
- Grant, A. (2006). Production boat building - The way ahead? *Reinforced Plastics*, 24-27.
- Ing. H., Wilckens; T., Borzecki; M., Heinemann. (2003). *Fabrication Technologies. 15th International ship and offshore structures congress*. San Diego.
- Jacob, A. (2004). *The US composites industry. Reinforced Plastics*, 48(11), 28-33.
- Jacob, A. (2008). Automating cutting of composites. *Reinforced Plastics*, 20-25.
- El Tiempo. (1996). Fracaso del proyecto termopacífico. Bogotá. 19 de marzo de 1996
- Ortegón, E., & Prieto, A. (2005). Metodología del marco lógico para la planificación, el seguimiento y la evaluación

de proyectos y programas (Vol. 42). United Nations Publications.

PMI®. (2008). *Guía de los fundamentos de la dirección de proyectos. PMBOK*. Newton Square, Pennsylvania.

Poggioli, P. (1976). *Pratique de la methode P.E.R.T.* Paris: Les editions D'organisation.

Sass, L. (2006). *Synthesis of desing production with integrated digital fabrication*. Cambridge: Department of Architecture, MIT.

Warhoe, S. P. (2013). *AACE International*. Obtenido de: <http://www.aacei.org/resources/ppg/#PPG21>

Yamaha boats. (1999). *Quality process chart*.