

Metodología para el diseño de procesos en una empresa de ingeniería

Methodology for Designing Processes in an Engineering Company

Pedro Luis Rojas Vera¹

¹ Facultad de Ingeniería Industrial, Universidad Nacional de Trujillo, Av. Juan Pablo II s/n – Ciudad Universitaria, Trujillo, Perú.

Autor correspondiente: pedrorojasw@gmail.com (P. Rojas)

RESUMEN

Existe poca bibliografía relacionada al diseño de procesos para una empresa de ingeniería. Pero existe una abundante literatura sobre procesos de empresas dedicadas a la manufactura. Los procesos, en diversos estudios se tratan como líneas de producción conformadas por máquinas, insumos y el hombre como partes más importantes del proceso y cuya estructura es mayormente fija. La presente investigación se ha centrado en la aplicación de los procesos en una empresa que desarrolla proyectos de ingeniería con el objetivo de abordar la necesidad de un nuevo proceso que tenga como características su flexibilidad y adaptación a los cambios del entorno. Para cumplir el objetivo se ha desarrollado un estudio de antecedentes y análisis de los factores que se ubican en la problemática definida. Esto ha permitido justificar el problema, plantear la hipótesis y proponer una solución novedosa con respecto a otros enfoques existentes. A partir del análisis y estudio desarrollado se propone una metodología que permita modificar el proceso actual. Como paso final para validar la investigación se ha implementado el proceso propuesto en un escenario diseñado para producir la problemática tratada en el trabajo con lo cual se ha demostrado la viabilidad de la propuesta.

Palabras clave: organización; procesos; dinámicos; ingeniería; proyectos.

ABSTRACT

There is little bibliography about to design process for an engineering company. However, notes that there is an extensive literature related to manufacturing processes of companies. Several studies show the processes are treated as production lines conformed by machines, inputs and man, as the most important parts of the process and whose structure is mostly fixed. In the present research focused on the application of processes of an organization that develops engineering projects with the objective of addressing the need for a new process that has as a characteristic its flexibility and adaptation to changes in the environment. To carry out the objective, a background study and analysis of the factors that are located in the defined problem has been developed. This has allowed to justify the problem, to propose the hypothesis and to propose a novel solution with respect to other existing approaches. From the analysis and study developed, a methodology is proposed that allows to modify the current process. As a final step to validate the research, the proposed process has been implemented in a scenario designed to produce the problems dealt with in the work with which the feasibility of the proposal has been demonstrated.

Keywords: organization; processes; dynamics; engineering; projects.

1. INTRODUCCIÓN

Los procesos en la empresa Emetres se desarrollan siguiendo normas de calidad y desarrollan sus actividades de forma similar a una línea de producción y que se aplica a todo tipo de proyectos, tal como se muestra en la figura 1. El objetivo, es que los proyectos mantengan la calidad o se mejoren con cada nuevo proyecto.

En la actualidad, la competencia en el mercado se ha enfocado en costo y tiempo. Un proyecto ofertado al menor costo y en el menor tiempo tiene mayores posibilidades de adjudicación y beneficio. Por lo tanto, diseñar un proceso, que permita concluir los proyectos con esas metas sin deteriorar la calidad, se convierte en una ventaja competitiva.

Los procesos fijos de una línea de producción, analizados detalladamente permiten visualizar mermas, cuellos de botella o desperdicios que posibilitan generar una mejora. Pero Emetres es una empresa de ingeniería que

no tiene pedidos de proyectos de masa, ni siquiera son estacionales pues dependen de muchas variables del mercado. Hay meses pico y meses vacíos. Los recursos tecnológicos están siempre disponibles y son usados entre el 100% y el 0%. Los recursos profesionales no siempre están capacitados para adaptarse a cada tipo de proyecto, así que se deben organizar y, en algunas ocasiones, reemplazar, para afrontar un determinado tipo de proyecto.

La metodología que se presenta, en la presente investigación, se centra en establecer una secuencia que permita diseñar el proceso general basado en el proceso existente y que posicione a la organización en un lugar ventajoso frente a sus competidores. Para ello se han identificado los factores que influyen en forma determinante en la especificación de su proceso y se ha propuesto un modelo simplificado (figura 2).

El elemento central de ese modelo son los propios recursos y la gestión del proceso vigente en la organización, del cual se podría partir y que influye en el nuevo proceso.

Los continuos cambios que surgen en el entorno y los requerimientos del mercado afectan de forma directa a los objetivos estratégicos de la organización.

Cualquier cambio en el comportamiento de los clientes o en el entorno de competencia implica cambios en los objetivos de la empresa y cómo gestionarlos.

Los requerimientos de diferentes tipos de proyectos influyen directamente en los objetivos de la empresa, por lo que, se requiere de un modelo que permita gestionar los recursos y los tipos de proyectos para evitar desviaciones.

Las tecnologías de información y programas de cálculo son otros de los factores fundamentales en el proceso de la organización. Una buena decisión en la elección de las tecnología y herramientas de cálculo, que mejor se adapten a los proyectos desarrollados por la organización, pueden ser determinantes en el posicionamiento de la organización con respecto a la competencia. Las Capacidades en diseño 3D es un factor de valoración determinante. (Lli;Saiz, 2016)

Los continuos cambios en el entorno y el mercado hacen que los objetivos de la organización y la forma de llevarlos a cabo se encuentren en continua evolución. Eso implica la necesidad de modificar y adaptar constantemente el proceso para alinear la forma de gestionar la organización.

A partir del análisis de los factores de influencia descritos, se ha definido una metodología que permita mejorar el proceso general de la organización. La metodología se compone de 4 fases: la fase de identificar los procesos por cada tipo de proyecto, la fase de análisis de los recursos, la fase de análisis de los recursos informáticos y tecnológicos y la fase de creación de conocimiento (Gil, 2013) para adaptar el proceso a los requerimientos del mercado.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

La forma de producción de la empresa Emetres es similar a un layout de una fábrica. La figura 2, muestra una layout que podría tomarse como general, pero que, por la constante interacción con el cliente, siguen entregando datos, modificando o completando la información para el proyecto en desarrollo. Las figuras 3 y 4, son una variedad del layout general y cada uno responde a un grupo similar de proyectos.

Como la variedad de tipos de proyectos es grande, cada proyecto necesita un proceso. Esto induce que no es posible tener un layout que sea aplicable a todos ellos. Pero podría ser posible establecer uno que permita aplicarlo como solución óptima a unos determinados tipos de proyectos.

En la tabla 1, se muestran los tipos de proyectos que se tomaron para esta investigación dentro de un periodo de dos años. Esto equivale a definir el producto (Cruelles, 2012). La tabla 2 y 3 representan los medios con los cuales se cuenta para desarrollar el producto (Cruelles, 2012).

Las tablas 4 y 5, son los datos recolectados que se usaron para establecer la metodología que nos permita determinar el proceso de producción.

La propuesta de la metodología requiere ser evaluada en el tiempo y analizar los resultados. Para ello se identificaron 5 variables generadoras de proyectos:

Variable 1: Aparece la necesidad de un determinado tipo proyecto en el mercado por necesidad de un determinado cliente.

Variable 2: El cliente conoce a la empresa Emetres por trabajo anteriores o tiene referencia de ella.

Variable 3: La empresa Emetres se entera del proyecto y solicita al cliente ser invitado a presentar oferta.

Variable 4: El cliente puede decidir invitar a Emetres a presentar su oferta.

Variable 5: El cliente luego de un análisis de oferta resuelve adjudicar el proyecto a Emetres.

Cada variable puede o no puede aparecer y todas están relacionadas de tal forma que, si una de ellas no se cumple, el proyecto no formará parte del layout de la empresa o no se convierte en producto. Estas variables fueron las que se encontraron durante la investigación. Se conoce de otras variables, pero estas no se han aplicado porque no se han presentado en la empresa que se ha tomado como sujeto de estudio.

Se analizó la información de los proyectos desarrollados durante los años 2014 y 2015.

Los proyectos se clasificaron de acuerdo a la tabla 1 indicando la duración que, como tiempo máximo, debe asignar al proyecto.

Durante los dos años de estudio, se clasificaron los proyectos en cinco tipos. Estos tipos se eligieron por ser los proyectos que mayor demanda tuvieron en este periodo.

En la tabla 2 y tabla 3 se han codificado los recursos que la empresa utilizó en esos dos años para afrontar los tipos de proyectos indicados. Durante ese periodo la empresa sólo logró adjudicar el 8% de los proyectos ofertados y a los cuales se tuvo acceso de enviar propuesta. Esto quiere decir que la cantidad de proyectos ofertados en el mercado pudo haber sido mucho mayor.

Para cada tipo de proyecto, los recursos de la tabla 2 no eran los mismos, pues un ingeniero de líneas de transmisión era diferente a un ingeniero de subestaciones. Así que se analizó los tipos de recursos que cada tipo de proyecto necesitaba para lograr su desarrollo completo, lo cual se indica en la tabla 4.

Se disminuyeron pasos en el proceso original debido a que estos eran asumidos por el Gerente Técnico de la compañía o por los directores técnicos de las otras sedes de la empresa. El proceso general quedó reducido a lo que se muestra en la figura 2. Con ello se determinó el tiempo en horas que cada profesional emplea en desarrollar las memorias de cálculo y las descriptivas, así como las coordinaciones con los dibujantes (cadistas) para el desarrollo correcto de los planos. Estos tiempos se han considerado entre un valor máximo y mínimo. En la tabla 5 se pueden ver esos valores.

Tabla 1: Tipo de proyectos desarrollados en el 2014-2015.

DESCRIPCION	SIGLAS	DURACION
Línea de Transmisión Subterránea (3km)	LTS	3 meses
Línea de Transmisión Aérea (5km)	LTA	3 meses
Subestación Intemperie (6 celdas)	AIS	6 meses
Subestación Aislada en SF6 (6 celdas)	GIS	6 meses

Tabla 2: Recursos P(profesionales).

TIPO	DESCRIPCION
IC	Ingeniero Civil
IE	Ingeniero Eléctrico
IME	Ingeniero Mecánico Eléctrico
CE	Cadista Eléctrico
CC	Cadista Civil

Tabla 3: Recursos I(informáticos).

TIPO	DESCRIPCION
OFF	Word, Excell, Project
CAD	AutoCAD
D01	SAP2000
D02	CymCap

Tabla 4: Recursos por tipo de proyecto.

PROYECTO	RECURSO P	RECURSOS I
LTS	IC,IME,CE	OFF, CAD, D01,D02
LTA	IC,IME,CE	OFF, CAD, D01
AIS	IC,IE,IME,CC,CE	OFF, CAD, D01
GIS	IC,IE,IME,CC,CE	OFF, CAD, D01

Tabla 5: Dedicación de cada profesional por tipo de proyecto.

PROYECTO	PROFESIONAL	DEDICACION (HRS)
LTS	IC,IME,CE	(27-30),(40-45),(40-45)
LTA	IC,IME,CE	(18-20),(40-45),(40-45)
AIS	IC,IE,IME,CC,CE	(81-90),(27-30),(81-90),(54-60),(81-90)
GIS	IC,IE,IME,CC,CE	(81-90),(27-30),(81-90),(54-60),(81-90)

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Para evaluar la cantidad de proyectos que llegan a producción de la empresa. Se usó simulación de eventos discretos. Para cada tipo de proyecto se usan números aleatorios diferentes, pues puede ocurrir que en un mismo mes se adjudiquen dos o más proyectos de diferente tipo, pero nunca dos del mismo tipo. Esta limitación es porque durante los dos años de análisis de datos este tipo de evento no ocurrió.

Con los resultados y el tiempo que demora cada tipo de proyecto se programan los recursos y se determinan para cada mes como se van utilizando. Durante varias iteraciones se ha detectado valores donde la empresa tiene dos proyectos al mismo tiempo y los recursos superan el 100% de uso. En ninguna iteración realizada desde que este proceso se desarrolló se ha presentado que tres proyectos se estén ejecutando al mismo tiempo. Algo que ha concordado con lo ocurrido en los dos años de muestra.

La mayor parte de resultados arroja valores donde la empresa se mantiene con un solo proyecto y varios meses sin ejecutar nada, algo que se ha evidenciado durante el periodo de estudio.

Existe la posibilidad, tal como lo han mostrado los resultados iterativos que, en algún momento, se pueden tener varios proyectos en serie. Para ello es posible prever cuál de los recursos existentes se pueden preparar para afrontar ese pico de demanda o acciones para contratar un apoyo externo temporal para atender el requerimiento, con el tiempo y la calidad requerida.

El proceso de simulación se desarrolló tomando en cuenta la cantidad de proyectos que podían adjudicarse. Para esto se utilizó números aleatorios pues no es posible determinar con certeza la cantidad de proyectos que cada mes le adjudicarían a la empresa. Con esos datos, el programa en Excel, determina la programación de proyectos y asigna los recursos de acuerdo al tiempo que cada uno de ellos debe emplear en su desarrollo. De esta forma el programa entrega como resultado un cuadro de barras y valores, en porcentaje mensual, del uso de recursos para todos esos proyectos adjudicados de forma aleatoria. En la tabla 6 de puede ver uno de los resultados de ese proceso aleatorio.

Tabla 6: Dedicación de cada profesional por año.

PROFESIONAL	AÑO (1-2-3-4-5)
IC	24% - 53% - 36% - 66% - 12%
IE	4% - 14% - 8% - 21% - 0%
IME	38% - 62% - 40% - 66% - 24%
CE	38% - 62% - 40% - 70% - 25%
CC	14% - 35% - 21% - 43% - 6%

Los resultados obtenidos han demostrado, por un lado, que la empresa de ingeniería Emetres debe mantener un proceso o layout general simple; por otro lado, se ha demostrado que es necesario el desarrollo de procesos para cada tipo de proyecto. Estos procesos deben ser revisados con cada proyecto y agrupados por afinidad de tal forma que el layout general permanezca. Los medios no pueden ser extremadamente flexibles, y deben estar acondicionados, entrenados y preparados para responder a los requerimientos actuales del mercado y las exigencias del cliente.

La metodología planteada sugiere que los medios tales como recursos humanos e informáticos que actúan de forma directa sobre los procesos que tiene la empresa e influyen en su competitividad, debe mejorarse constantemente. Potenciar las aptitudes de los profesionales convocados para el desarrollo de proyectos y la actualización de los recursos informáticos con herramientas modernas, potentes y que ayudan a colaborar en línea entre todos los actores de cada tipo de proyecto. Esto consiste en establecer un estándar, mantenerlo y mejorarlo. (Alvarado; Pumisacho, 2017)

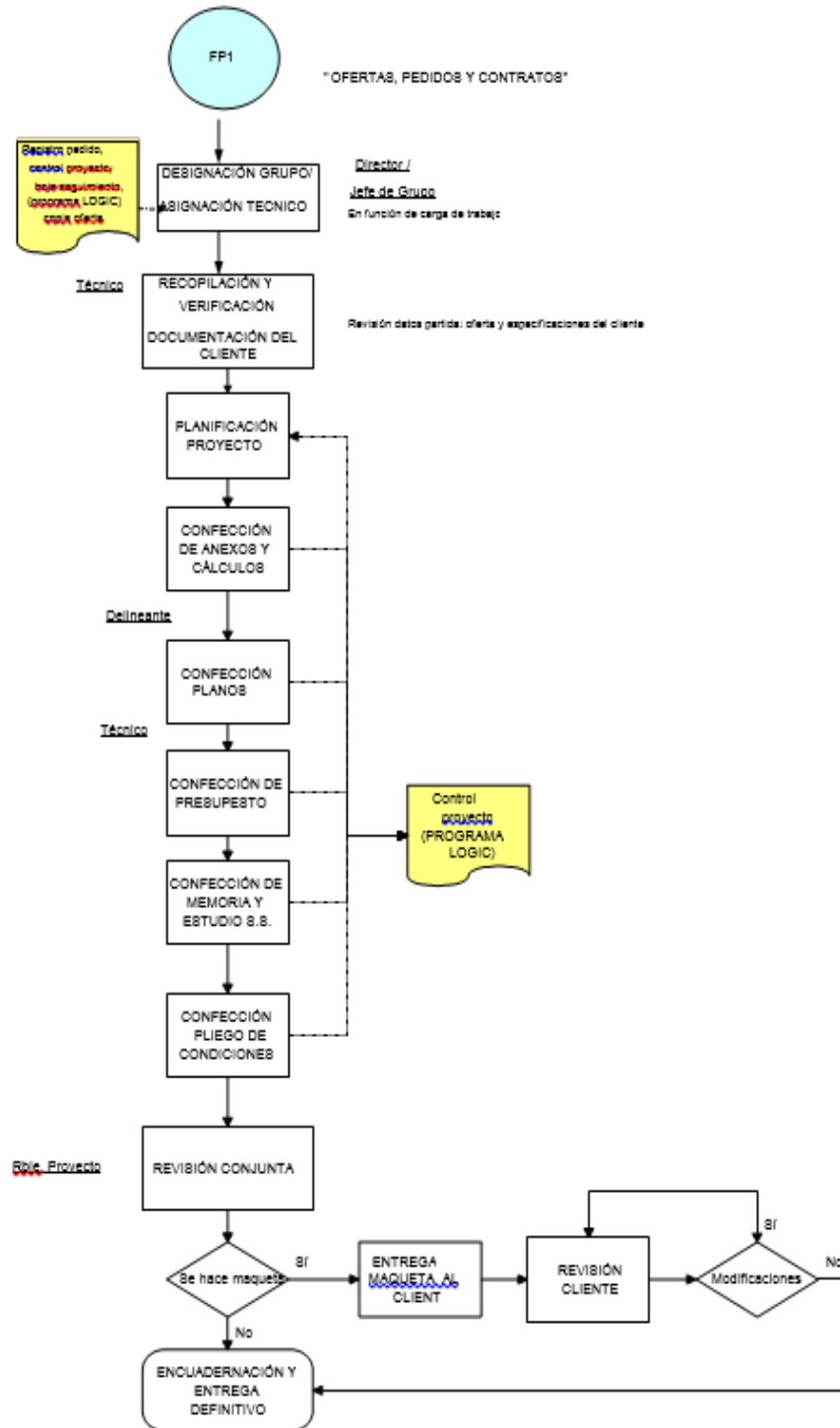
Los recursos profesionales no se usan al 100% para los tipos de proyectos considerados en este estudio. Es posible aplicando la generación de conocimiento en la empresa, utilizar el tiempo disponible para capacitar al recurso humano en el manejo de nuevos programas y habilidades para el desarrollo de memorias de cálculo y planos de los tipos de proyecto en cuestión. La experiencia en el desarrollo de proyectos similares es de valoración determinante (Lli; Saiz, 2016)

Los resultados nos indican que con más proyectos es posible lograr maximizar la producción, pero los recursos humanos no están capacitados para afrontar esa variedad de proyectos. La opción podría ser cambiar al recurso o contratar nuevos incrementando los costos, pero los cambios generan pérdida de calidad en el proceso, y una mayor inversión de tiempo, para completar de forma óptima el ciclo de producción alcanzado.

Disminuir la variedad de proyectos, incrementa los niveles de optimización del proceso de producción, pero la cantidad de proyectos que llegan no cubren el layout general permanente de la empresa, lo que puede generar despido de personal y pérdida de conocimiento de la organización.

Los recursos profesionales no se usan al 100% para los tipos de proyectos considerados en este estudio. Es posible aplicando la generación de conocimiento en la empresa (Gil, 2013), utilizar el tiempo disponible para capacitar al recurso humano en el manejo de nuevos programas y habilidades para el desarrollo de memorias de cálculo y planos de los tipos de proyecto en cuestión.

3.1 Figuras



Nota 1: Por cada una de las fases se realizará una revisión por parte del técnico y una verificación del diseño por parte del Técnico responsable y en caso que hayan Modificaciones se conservaran las revisiones antiguas volviendo a pasar por el proceso de revisión y verificaciones y se indicaran en el formulario Informe del proyecto

Nota 2: El proyecto, en caso de legalización se valida a través del visado o certificado de Actuación Profesional (CAP) del Colegio correspondiente y la Inspección y legalización por parte de una entidad acreditada y en los otros casos mediante la Inspección y la no existencia de reclamaciones por parte del cliente.

Figura 1: Procedimiento de Emetres.

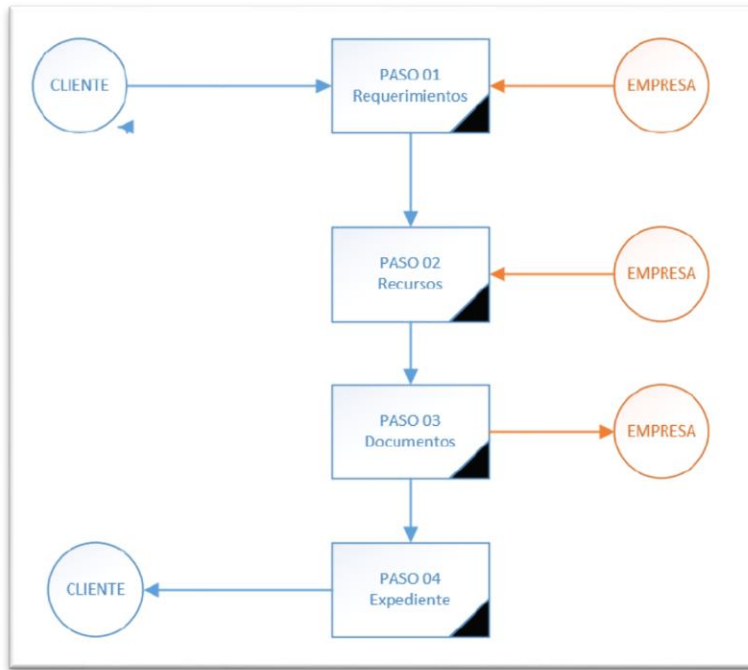


Figura 2: Procedimiento general propuesto.

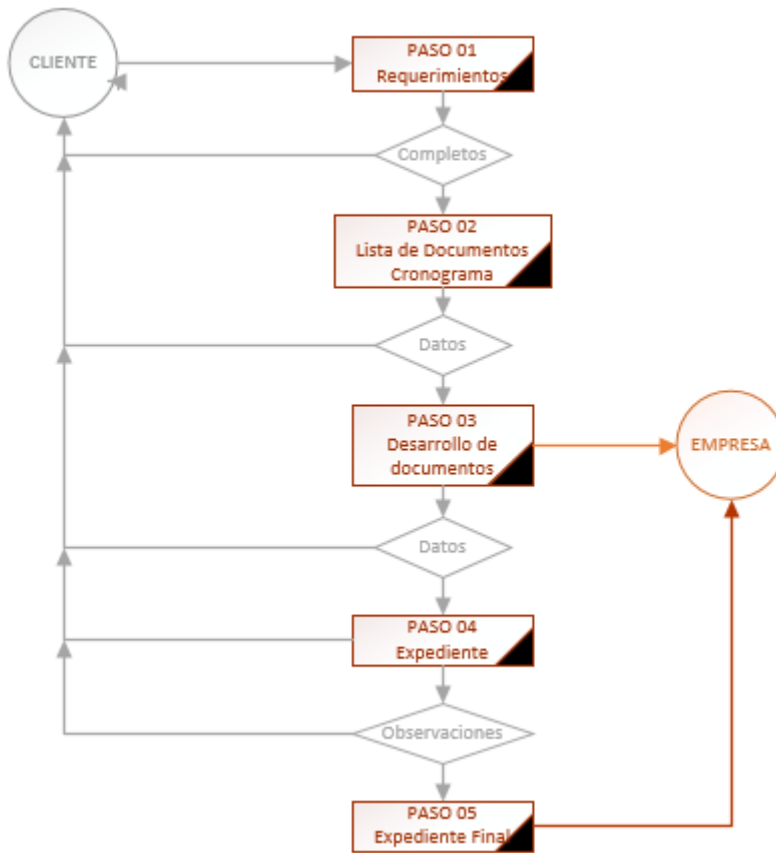


Figura 3: Procedimiento de un proyecto tipo AIS.

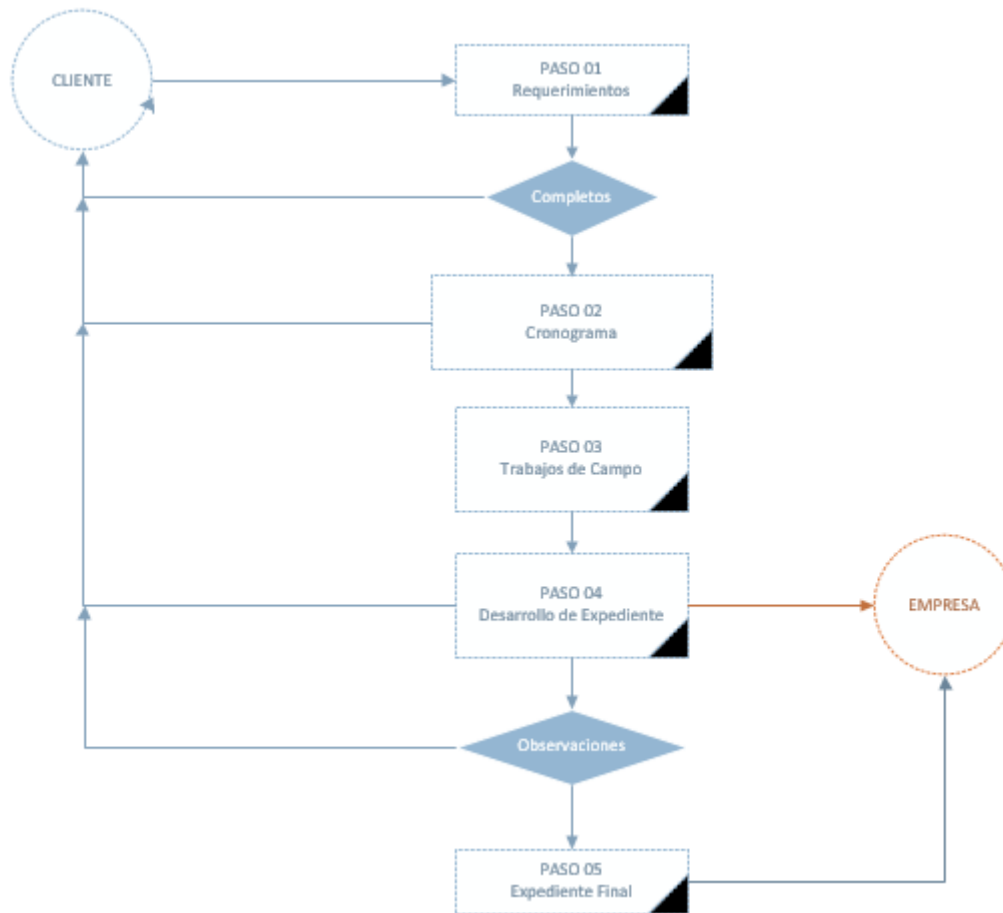


Figura 4: Procedimiento de un proyecto tipo LTS.

4. CONCLUSIONES

La metodología para diseñar los procesos en una empresa de ingeniería debe ser aplicada considerando los tipos de proyectos que se van a desarrollar y las variables que el mercado ofrece para tener opciones de adjudicación a esos proyectos. Mientras más variables del mercado influyen, la cantidad de adjudicaciones disminuye y, mientras mayor es la cantidad de tipos de proyectos que la empresa puede desarrollar, mayor es la posibilidad de adjudicación, pero también, mayor el costo de los recursos, pues la cantidad y horas de dedicación se incrementarán.

Los recursos informáticos deben ser los más actuales y potentes posible, pues el tiempo empleado en desarrollar los cálculos y planos es una de las ventajas competitivas que los clientes exigen. Un menor tiempo genera un menor costo y una mayor posibilidad de adjudicación. Actualmente se tiene programas que son capaces de desarrollar los cálculos en menor tiempo y al mismo tiempo generar los planos con sus respectivos detalles.

Los recursos profesionales deben capacitarse para aprender a desarrollar de forma más eficaz los cálculos y los planos. Se deben implementar manuales de desarrollo de memorias y planos usando documentos de texto y videos. Implementar una plataforma interna de capacitación que evolucione en forma constante con el aporte de los profesionales de todas las sedes de la empresa.

El procedimiento general de una empresa de ingeniería debe estar formado por: Requerimientos, selección de recursos, listado y desarrollo de documentos y, finalmente, ensamblado de expediente. Las capacidades en diseño 3D es un factor técnico determinante en una empresa de ingeniería.

El aprendizaje de la organización es posible, fusionando los recursos con los medios suficientes y actualizados. Cada profesional debe ser preparado para afrontar cualquiera de los tipos de proyectos que desarrolla la organización siempre que esté dentro de su profesión o capacidad. Se debe aplicar un modelo de aprendizaje para una organización cambiante. (Estrada S, 2010).

AGRADECIMIENTOS

A la empresa Ingenieros Emetres por los tres años de trabajo en su organización para completar esta investigación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alvarado, K.; Pumisacho, V. 2017. Prácticas de mejora continua, con enfoque Kaizen, en empresas del Distrito Metropolitano de Quito: Un estudio exploratorio. *Journal OmniaScience* 2017-13(2): 479-497.
- Caballero, A. 2000. Metodología de la investigación científica: Diseño con hipótesis explicativas. Primera Edición. Editorial Udegraf S.A. Lima, Perú. 292pp.
- Cruelles, J. 2012. Stocks, procesos y dirección de operaciones. Primera Edición. Editorial Marcombo S.A. Barcelona, España. 322pp.
- Estrada, S. 2010. Aprendizaje en organizaciones cambiantes. *Journal Scientia et Technica* 0122-1701: 97-102.
- Gil, A.; Carrillo, F. 2013. La creación de conocimiento en las organizaciones a partir del aprendizaje. *Journal OmniaScience* 2013-9(3): 730-753.
- Idalberto, C. 2006. Introducción a la teoría general de la administración. Séptima Edición. Editorial Mc Graw Hill. México D.F., México. 547pp.
- Lli, C.; Saiz, J. 2016. Determinantes técnicos para la localización de un centro offshore de ingeniería. Una valoración desde la práctica. *Revista de Ciencias Sociales* #47-2016: 174-188.