

Plan Implementación de la Práctica 32R-04 de la AACE International.

Determinación de la Duración de las Actividades

Marco Julián Ricardo Suárez Ortiz

José Luis Hurtado Medina

Monografía presentada como requisito para optar al título de

Especialista en Gerencia de Proyectos de Construcción

Director

Jorge Enrique Meneses Flórez

Magister en Ingeniería Mecánica

Universidad Industrial de Santander

Facultad de Ingenierías Físico Mecánicas

Escuela de Ingeniería Civil

Especialización en Gerencia de Proyectos de Construcción

Bucaramanga

2019

Contenido

	Pág.
Introducción	11
1. Generalidades del Proyecto.....	12
1.1 Justificación	12
1.2 Alcance	12
1.3 Objetivos	13
1.3.1 Objetivo General.....	13
1.3.2 Objetivos específicos.	13
2. Marco teórico	14
2.1 Planificación del proyecto.....	14
2.2 Gestión del cronograma	15
2.3 Estimar la duración de las actividades	18
2.4 Herramientas y técnicas para estimar la duración de las actividades	18
2.4.1 Estimación análoga.	19
2.4.2 Estimación paramétrica.....	20
2.4.3 Estimación ascendente.	20
2.4.4 Estimación de tres valores.	20
2.4.5 El juicio de expertos.....	20
2.5 Método de la Ruta Crítica (CPM) y PERT	20

3. Diagnóstico	22
3.1 Selección de la empresa	22
3.2 Estructura organizacional.....	22
3.3 Estructura organizacional área de infraestructura.....	23
3.6 Cronograma, estimación de duración de actividades – fase de construcción	29
3.7 Hallazgos.....	31
4. Práctica recomendada No. 32R-04 AACE internacional.....	32
4.1 AACE Internacional. Asociación Americana de Ingenieros de Costos.....	32
4.2 Fase I: Determinar la duración de las actividades sin restricciones.....	34
4.3 Fase II: Ajustar la duración de las actividades basado en el impacto de las restricciones u otros factores limitantes	36
4.4 Fase III: Revisar las duraciones originales de la actividad para cumplir con los requerimientos del proyecto.....	37
5. Implementación de la Práctica 32R-04 en la Empresa seleccionada.....	39
5.1 Estandarización del proceso para la estimación de la duración de las actividades.....	39
5.2 Capacitación a los equipos de infraestructura.....	39
5.3 Recursos requeridos	40
5.4 Proyectos Piloto	40
6. Conclusiones	41
7. Recomendaciones	44
Referencias Bibliográficas	45

Lista de Figuras

	Pág.
<i>Figura 1.</i> Ejemplo de Interacción entre los grupos de Procesos de un Proyecto o Fase.	15
<i>Figura 2.</i> Descripción General del Cronograma del Proyecto	17
<i>Figura 3.</i> Estimar la Duración de las Actividades: Entradas, Herramientas y Técnicas.	19
<i>Figura 4.</i> Organigrama General de la Empresa	23
<i>Figura 5.</i> Organigrama del área de Infraestructura de la Empresa.....	24
<i>Figura 6.</i> Flujograma del Proceso de búsqueda de Proyectos.....	25
<i>Figura 7.</i> Flujograma estimación duración de actividades en procesos licitatorios – Empresa.	28
<i>Figura 8.</i> Flujograma de Proyectos adjudicados que pasan al Equipo de Construcción.....	30
<i>Figura 9.</i> Fase I – Determinar la duración de las actividades sin restricciones.	35
<i>Figura 10.</i> Fase II – Ajustar la duración de las actividades basado en el impacto de las limitantes	37
<i>Figura 11.</i> Fase III – Modificar las duraciones originales de la actividad para cumplir con el proyecto.	38

Lista de Apéndices

“Ver Apéndices Adjuntos en el CD y pueden visualizarse en la Base de Datos de la Biblioteca –
UIS”

Apéndice A. AACE_32R-04 Traducción

Resumen

TITULO: IMPLEMENTACION DE LA PRACTICA 32R-04 DE LA AACE INTERNATIONAL. DETERMINACION DE LA DURACION DE LAS ACTIVIDADES*.

AUTORES: JOSE LUIS HURTADO MEDINA.
MARCO JULIAN RICARDO SUAREZ ORTIZ**.

PALABRAS CLAVE: Duración, Metodología, Práctica, Programación, Plazos.

DESCRIPCION:

Este documento contiene el estudio y propuesta de mejora del procedimiento para determinar la duración de las actividades en la programación de los proyectos de una empresa de construcción en el área de infraestructura vial. Para tal fin se realizaron entrevistas con los profesionales encargados de la programación y control de obra de varios proyectos, encontrando que no se hace un adecuado proceso para la determinación de la duración de las actividades de obra y que a lo largo del desarrollo del proyecto las programaciones deben ser ajustadas repetitivamente dificultando el seguimiento y poniendo en riesgo el cumplimiento de las entregas parciales y definitivas en las fechas y plazos establecidos con el Cliente.

Con el levantamiento de la información del proceso actual y aplicando las recomendaciones incluidas en la Practica Recomendada 32R-04 *Determinación de la Duración de las Actividades* de la AACE International (American Association of Cost Engineering), se proponen los ajustes a implementar en la metodología utilizada de tal forma que se garantice la mayor precisión en la determinación de la duración de las actividades para la elaboración de las programaciones de los proyectos , ya que este insumo es fundamental en la elaboración de la programación del proyecto.

* Proyecto de grado

** Facultad de Ingenierías Físico Mecánicas, Escuela de Ingeniería Civil, Especialista en Gerencia de Proyectos de Construcción. Director: Jorge Enrique Meneses Flórez, Magister en Ingeniería Mecánica

Abstract

TITLE: IMPLEMENTATION OF PRACTICE 32R-04 FROM THE AACE INTERNATIONAL. DETERMINATION OF ACTIVITIES DURATION*.

AUTHORS: JOSE LUIS HURTADO MEDINA.
MARCO JULIAN RICARDO SUAREZ ORTIZ**.

KEYWORDS: Duration, Methodology, Practice, Programming, Deadlines.

DESCRIPTION:

This document contains the study and improvement proposal for the procedure to determine the duration of activities in the programming of projects for a construction company in the road infrastructure area. For this purpose, interviews were carried out with the professionals in charge of the programming and building site control of several projects, finding that there is no adequate process for determining the duration of work activities and that throughout the project development, schedules must be adjusted repeatedly making it difficult to track and jeopardizing the fulfillment of partial and final deliveries on the deadlines established with the Client.

With the gathering of the information of the current process and applying the recommendations included in the Recommended Practice 32R-04 Determination of Activities Duration from the AACE International (American Association of Cost Engineering), the adjustments to be implemented in the methodology used are proposed in such a way as to guarantee the greatest precision in determining the duration of the activities for the elaboration of projects schedules, since this input is fundamental in the elaboration of project programming.

* Proyecto de grado

** Facultad de Ingenierías Físico Mecánicas, Escuela de Ingeniería Civil, Especialista en Gerencia de Proyectos de Construcción. Director: Jorge Enrique Meneses Flórez, Magister en Ingeniería Mecánica

Introducción

Una acertada estimación de la duración de las actividades de un proyecto es un insumo clave para la elaboración de su programación o cronograma de obra, que a su vez es una herramienta de gran importancia en la planeación, seguimiento y control de un proyecto. Por lo tanto, es primordial que la empresa responsable de la ejecución de un proyecto conozca las metodologías existentes para la estimación de la duración de las actividades e implemente sus recomendaciones.

Este documento contiene el estudio realizado en una empresa para determinar la forma como se hace la estimación de la duración de las actividades, la manera más idónea de hacerlo y la propuesta de ajustes necesarios para obtener a futuro programas de obra más realistas y ajustados a las condiciones de cada proyecto, facilitando su control y seguimiento.

1. Generalidades del Proyecto

1.1 Justificación

Con mucha frecuencia se presenta que los proyectos a cargo del estado o de entidades privadas presentan retrasos en su ejecución y no son entregados en los plazos establecidos contractualmente, generando altos sobrecostos que alguna de las partes debe asumir. Adicionalmente los proyectos cada día son más complejos y de mayor cuantía por tanto requieren de una mayor atención y dedicación en cada una de sus etapas siendo de mucha importancia la etapa de Planeación.

Si los plazos de los proyectos de forma generalizada no se están cumpliendo, es necesario hacer una revisión general de manera cómo estamos realizando la programación y de forma más específica cómo estamos haciendo la estimación de la duración de las actividades, ya que estos datos son la base primordial para la elaboración de la programación.

1.2 Alcance

El trabajo inicia con el levantamiento de información en una empresa de construcción previamente seleccionada, referente a la forma como se hace la estimación de la duración de las actividades en tres proyectos de infraestructura vial en diferentes regiones del país, luego se toma como base lo contenido en la Práctica Recomendada 32R-04 de AACE International – Determinación de la Duración de las Actividades – y finaliza con las recomendaciones y ajustes que se considera se deben hacer al proceso actual para la estimación de la duración de las Actividades. Su

implementación será una decisión interna de la empresa la cual podrá hacerlo en proyectos piloto para evaluar resultados.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo General. Con la implementación de las recomendaciones de la Práctica 32R-04 Determinación de la Duración de las Actividades, disminuir los desfases entre la duración real de los proyectos y la duración estimada en la planeación de los proyectos de infraestructura de una empresa seleccionada.

1.3.2 Objetivos específicos.

- Revisar y entender la forma como se hace la estimación de la duración de las actividades en una empresa de construcción bien posicionada en el país, que ejecuta proyectos de gran importancia en infraestructura vial.
- Revisado el proceso actual, hacer las recomendaciones de ajustes a dicho proceso teniendo en cuenta lo que contempla la Práctica 32R-04 de AACE, para que la empresa seleccionada lo implemente en proyectos piloto, compare resultados, evalúe beneficios y tome decisiones respecto a la implementación de esta buena práctica en todos los proyectos.
- Tener la oportunidad de aplicar en empresas y proyectos reales, los conocimientos adquiridos en la Especialización en Gerencia de Proyectos de Construcción de la Escuela de Ingeniería Civil de la Universidad Industrial de Santander.

2. Marco teórico

El desarrollo de los países trae como consecuencia el incremento de proyectos de toda índole que cada vez son de mayor tamaño, complejidad y de tiempos de ejecución muy ajustados, por tal razón, tanto las empresas gestoras como constructoras deben prepararse para enfrentar los nuevos retos y desafíos que implican estos proyectos. Esto conlleva a que las empresas se enfoquen en una adecuada planificación y control de los proyectos para garantizar su ejecución dentro de los plazos y costos esperados.

2.1 Planificación del proyecto

Como lo define el PMBOK la planificación de un proyecto está presente o interactúa con las otras fases del proyecto como son el Inicio, Ejecución y Monitoreo y Control de ahí su importancia ya que en este se establece el alcance y las acciones que se deben adoptar para alcanzar los objetivos propuestos del proyecto.

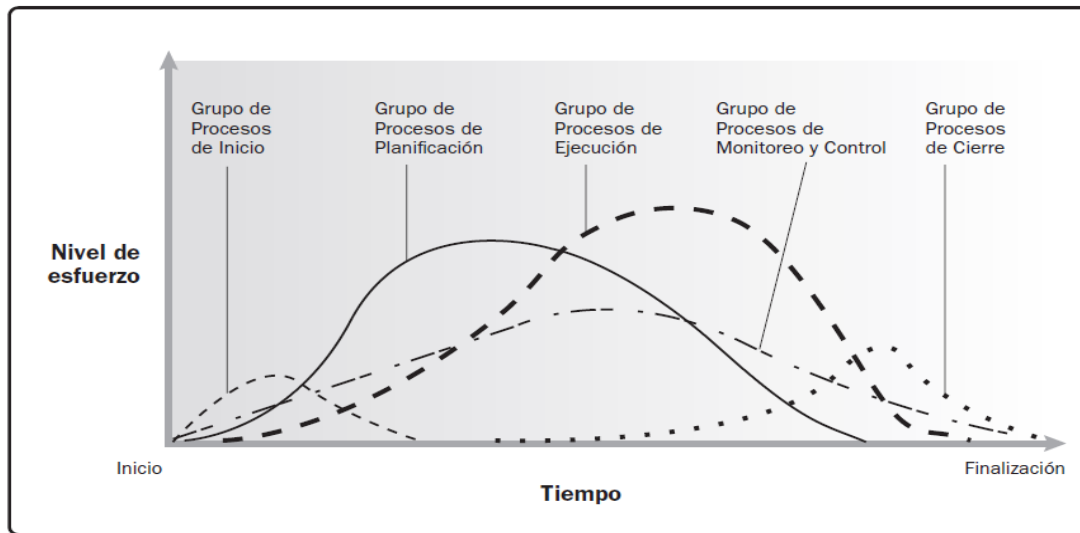


Figura 1. Ejemplo de Interacción entre los grupos de Procesos de un Proyecto o Fase.

Nota: Tomada del PMBOK Sexta Edición.

2.2 Gestión del cronograma

Finalizar los proyectos a tiempo es un objetivo primordial que se logra con una buena gestión del cronograma donde se requieren una serie de procesos para su correcta administración como lo define el PMBOK en el *Capítulo Gestión del Cronograma del Proyecto* con los siguientes procesos.

- Planificar la Gestión del Cronograma: Es el proceso de establecer los pasos a seguir, los procedimientos y la documentación para planificar, ejecutar y controlar el cronograma del proyecto.
- Definir las Actividades: Es el proceso de identificar y documentar las acciones específicas que se deben realizar para elaborar los entregables del proyecto.

- Secuenciar las Actividades: Es el proceso de reconocer y evidenciar como se relacionan las actividades de un proyecto entre sí.

- Estimar la Duración de las Actividades: Es la acción de proceder a estimar la cantidad de periodos de trabajo esenciales para finalizar las actividades individuales con los recursos estimados.

- Desarrollar el Cronograma: Es la acción de examinar secuencias de actividades, duraciones, requisitos de recursos y restricciones del cronograma para crear el modelo del cronograma del proyecto para la ejecución, el monitoreo y la ejecución del proyecto.

- Controlar el Cronograma: Es el método de observar el estado del proyecto para actualizar el cronograma del proyecto y gestionar cambios a la línea del cronograma.

El siguiente gráfico brinda una descripción general de los procesos de Gestión del Cronograma.



Figura 2. Descripción General del Cronograma del Proyecto

Nota: Tomada del PMBOK 6ª Edición

2.3 Estimar la duración de las actividades

Dentro de los Procesos de Gestión del Cronograma del Proyecto, está el de Estimar la Duración de las Actividades, proceso en el cual se centra este trabajo, y que sin duda es de gran importancia ya que partiendo del alcance del trabajo de las actividades que componen el cronograma, nos proporciona los tiempos necesarios para la completar cada una ellas.

La estimación de la duración de las actividades tiene en cuenta además del alcance los tipos de recursos, cantidades estimadas de recursos y sus calendarios de disponibilidad. Otros factores que pueden afectar la duración de la actividad tienen que ver con las restricciones impuestas a la duración, el esfuerzo involucrado, así como la técnica de análisis de red del cronograma. La precisión de la estimación de la duración de las actividades depende directamente del grado de conocimiento que se tenga del proyecto, por lo cual a medida que avanza la ingeniería del proyecto y se disponen de más detalles complementados con la información de campo, se obtendrá un mejor resultado.

2.4 Herramientas y técnicas para estimar la duración de las actividades

El cronograma de obra debe contemplar el máximo de variables posibles que pueden afectar el proyecto de tal forma que los desfases con la ejecución sean mínimos o se puedan identificar rápidamente para hacer los ajustes en obra de forma temprana. Para determinar la duración de las actividades de un cronograma de obra se conocen métodos de Estimación Análoga, Paramétrica, Ascendente, Por Tres Valores, Análisis de Datos, Toma de Decisiones, Reuniones y Juicio de expertos detallados en las Herramientas y Técnicas del Proceso Estimar la Duración de las

Actividades del PMBOK, métodos que su utilización puede ofrecer ventajas y desventajas dependiendo la actividad, tipo de proyecto y su entorno.

El siguiente gráfico muestra las entradas, herramientas y salidas de este proceso.

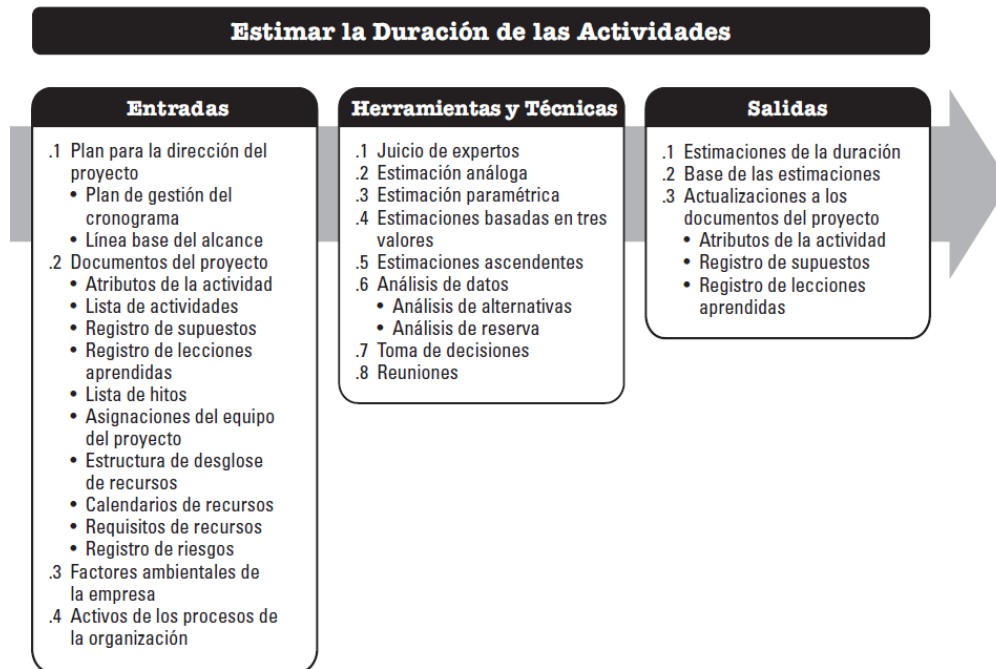


Figura 3. Estimar la Duración de las Actividades: Entradas, Herramientas y Técnicas.

Nota: Tomada del PMBOK 6ª Edición

A continuación, se hace una breve descripción de algunas de las metodologías para la estimación o determinación de la duración de las actividades.

2.4.1 Estimación análoga. Esta metodología utiliza bases de datos de proyectos anteriores que deben ser muy similares al que se esté analizando ya que de esto y de la experiencia de los miembros del equipo que realizan la estimación depende su precisión, sin embargo, se reconoce que es menos exacta que otros métodos siendo está muy utilizada por su rapidez y bajo costo.

2.4.2 Estimación paramétrica. Es un método más preciso y simple de utilizar. Calcula la duración de una actividad usando relaciones estadísticas entre datos históricos y parámetros propios del proyecto.

2.4.3 Estimación ascendente. La duración de las actividades se determina basado en la EDT/WBS, donde se descomponen las actividades permitiendo estimar la duración de tareas más simples que al ser sumadas nos entregarán la duración de la actividad.

2.4.4 Estimación de tres valores. Este método mejora la exactitud de las estimaciones ya que considera la incertidumbre y riesgos asociados a la ejecución del proyecto.

2.4.5 El juicio de expertos. Que es muy usado, el cual requiere de pocos recursos y su precisión depende directamente de la experiencia de las personas que lo integran siendo de gran ayuda en casos donde la información es reducida, compleja o de problemas poco conocidos.

2.5 Método de la Ruta Crítica (CPM) y PERT

Muchos métodos han sido utilizados para la estimación de la duración de las actividades del cronograma. El método de Ruta Crítica (CPM-Critical Path Method) es un método determinístico de redes que utiliza una estimación de duración única, mientras que, PERT (Program Evaluation and Review Technique) es un modelo probabilístico de redes que utiliza tres estimaciones de duración.

CPM utiliza valores determinísticos (no aleatorios) en la asignación de la duración de las actividades y calcula la ruta más larga del proyecto o Ruta Crítica estableciendo las fechas más tempranas y las más tardías en las que cada actividad puede comenzar o terminar, las actividades que se encuentran en la ruta crítica son a las que hay que prestarle la mayor atención ya que no tienen ninguna holgura en tiempo para su ejecución.

El método PERT es un método para analizar un conjunto de actividades de un proyecto, que permite considerar la incertidumbre en la estimación de la duración de la actividad de manera aleatoria. Esto se realiza determinando el tiempo esperado para cada actividad. A continuación, se muestra el cálculo típico de este método.

$$TE = (O + 4M + P) \div 6$$

Donde:

TE = Tiempo esperado.

O = Tiempo optimista (el mínimo tiempo estimado).

M = Tiempo más probable (el mejor tiempo estimado).

P = Tiempo pesimista (el máximo tiempo estimado).

Los modelos CPM y PERT se pueden utilizar conjuntamente para desarrollar una ruta crítica mejorada que aborde la incertidumbre y pueden representarse como diagramas de Gantt o de Red. Como se mencionó al inicio de este capítulo el desarrollo de una región o de un país trae consigo la ejecución de muchos proyectos que requieren ejecutarse a gran velocidad, otros muy ambiciosos con un alto grado de complejidad que tampoco dan espera. El éxito de estos Proyectos depende primordialmente de una muy buena planeación dentro de la cual, el cronograma constituye una herramienta clave para su desarrollo y control; a su vez una correcta estimación de la duración de las actividades nos garantizará una acertada predicción del cronograma.

Tendiendo claro estos factores claves en la planeación de los proyectos, a continuación, se hace una breve descripción de la organización de una empresa seleccionada para este estudio, su proceso de licitación y planeación de obra, enfocado a la forma como se hace la estimación de la duración de las actividades del cronograma de obra.

3. Diagnóstico

3.1 Selección de la empresa

Teniendo en cuenta que actualmente se ejecutan grandes proyectos de infraestructura vial en el país como son las Concesiones de cuarta Generación de la Agencia Nacional de Infraestructura ANI, se seleccionó una empresa que estuviera participando en este tipo de proyectos en diferentes regiones del país, para identificar la manera como se hace la determinación de la duración de las actividades en algunos de sus proyectos de infraestructura vial.

3.2 Estructura organizacional

La empresa como otras constructoras tiene varias unidades de negocio como son la construcción de Vivienda, Grandes Superficies e Infraestructura, con sus correspondientes áreas de soporte como son Gestión Humana, Financiera y Control, Jurídico y Riesgos por mencionar las más importantes, también tiene presencia en otros países.

A continuación, se presenta estructura organizacional de la empresa.

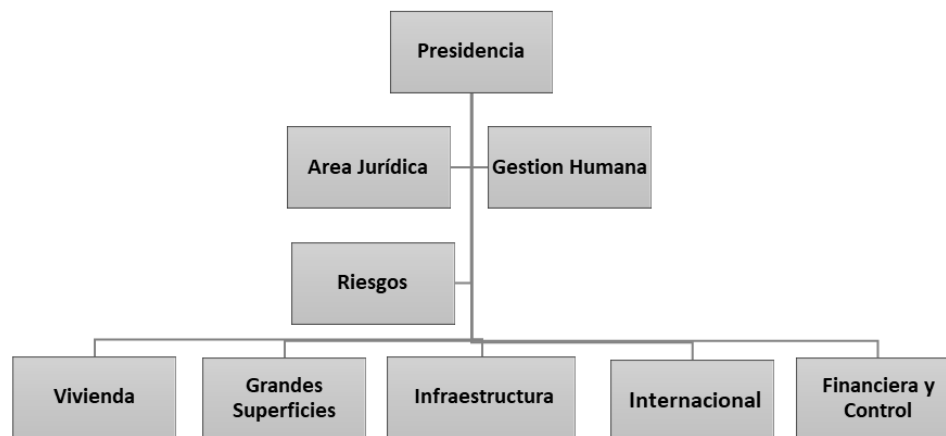


Figura 4. Organigrama General de la Empresa

3.3 Estructura organizacional área de infraestructura

La empresa cuenta con una estructura organizacional claramente definida en el Área de Infraestructura, responsable de conseguir y ejecutar proyectos con el estado y la empresa privada, cuenta con una oficina técnica que colabora desde la etapa de licitación en la revisión de los plazos solicitados o definidos por el cliente para la ejecución del proyecto, grupo de profesionales que trabajan de la mano con el área de presupuestación de la empresa quienes verifican que el proyecto sea construible y encaje en plazo y costos. Una vez se realiza esta verificación preliminar este proyecto se lleva a un comité de riesgos donde se hace el correspondiente análisis y se define la continuidad o no del proyecto; aquellos proyectos que son aprobados en el comité de riesgos se elevan a Junta Directiva para aprobación final.

Organigrama del Área de Infraestructura.

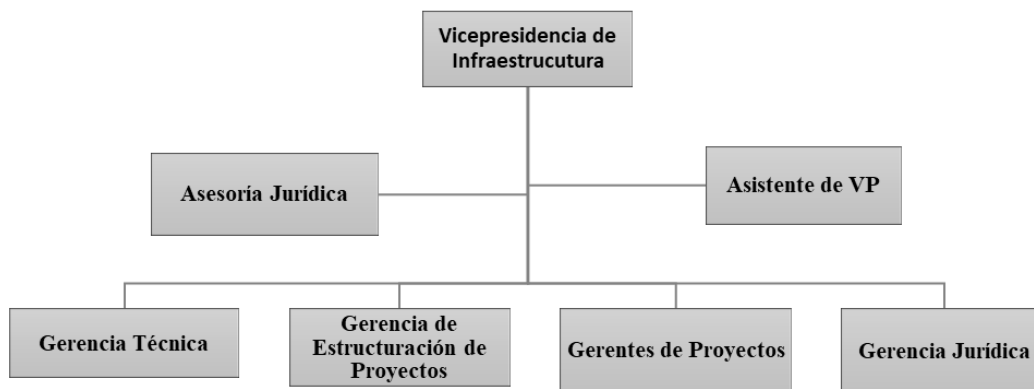


Figura 5. Organigrama del área de Infraestructura de la Empresa.

3.4 Proceso de búsqueda de proyectos

Los proyectos del área de Infraestructura son buscados usualmente en la página web del Sistema Electrónico para la Contratación Pública SECOP o también llegan a través de invitación por parte de empresas privadas interesadas en la materialización de un proyecto o por invitación de alguna empresa que ha sido precalificada y requiere o tiene interés en establecer una sociedad o consorcio, para la participación en el proceso de selección y la construcción de la obra requerida por el Cliente. Adicionalmente se tiene establecida una sociedad con otras empresas del sector para el estudio, preparación y presentación de prefactibilidad y factibilidad proyectos de Asociación Público-Privada de Iniciativa Privada.

Dentro del proceso de búsqueda de proyectos y licitaciones es necesario hacer una serie de validaciones para garantizar el cumplimiento de los requisitos solicitados por el cliente, así como para determinar la viabilidad de presentarse a la licitación, decisión que se toma una vez se han surtido varios pasos entre los cuales está la elaboración del presupuesto, estudio de

constructabilidad por parte del área técnica y su correspondiente aprobación en comité de riegos ya mencionada.

En el siguiente diagrama de flujo muestra el proceso de búsqueda de proyectos.

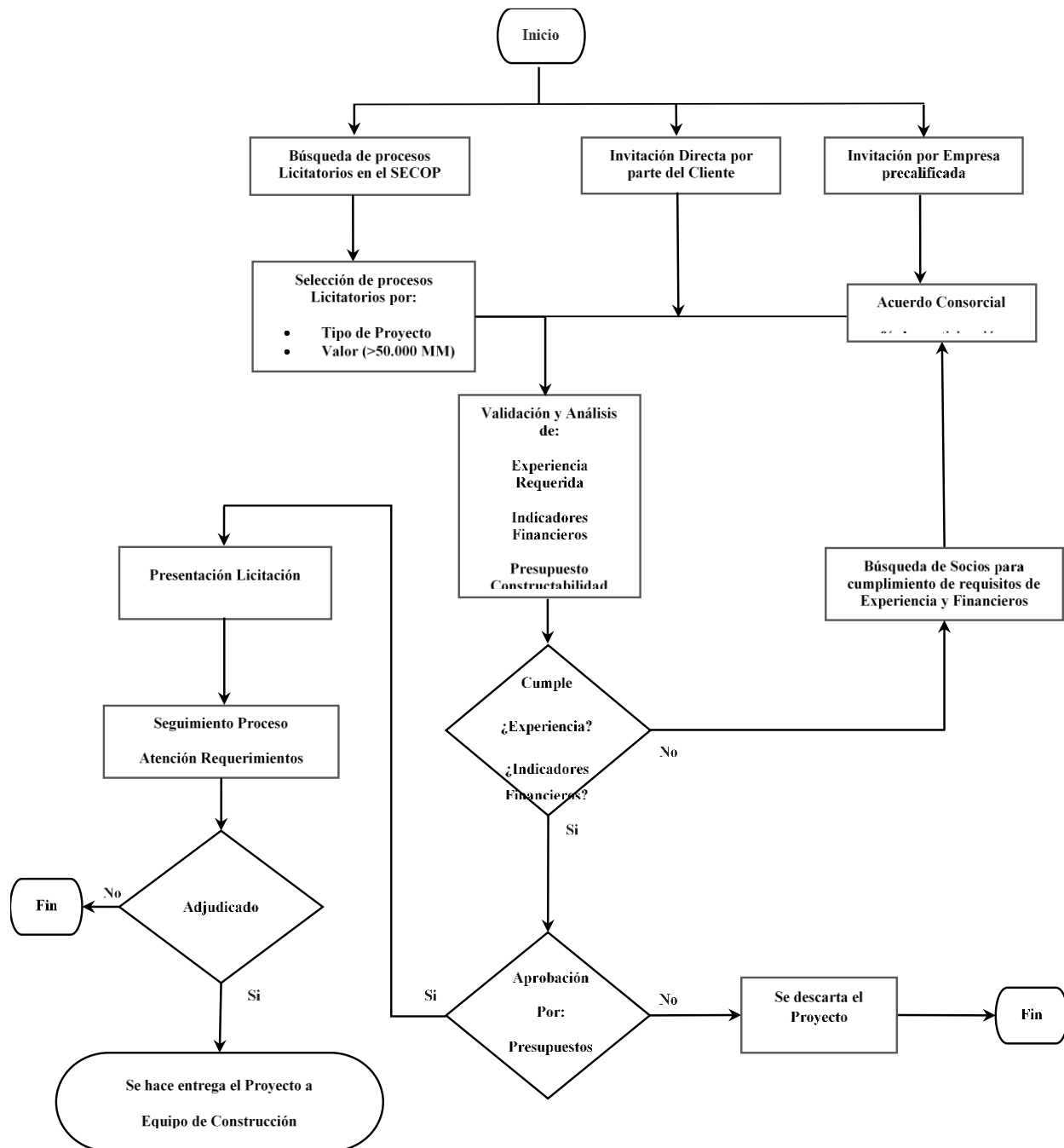


Figura 6. Flujograma del Proceso de búsqueda de Proyectos

3.5 Cronograma, estimación de duración de actividades – fase de licitación

En las licitaciones con el estado el cliente fija el plazo de ejecución del proyecto en el pliego de condiciones, por lo cual los programadores y profesionales que hacen parte del equipo técnico que revisa, terminan adoptándolo y asignando tantos recursos como sean necesarios para lograr que el programa encaje en el plazo definido.

En esta etapa del proceso de licitación se recurre a la base de datos de proyectos ya ejecutados o que se encuentran en ejecución, datos que son llevados y almacenados por el área de control de la empresa. También se dispone de la base de datos con que cuentan los responsables de la elaboración de programas y presupuestos, quienes, además utilizan bases de datos disponibles de entidades del estado o de procesos licitatorios que han sido publicados en el portal de datos abiertos del Sistema de Contratación Pública (SECOP). Adicionalmente se dispone de información o datos que han sido compartidos o trabajados con Socios, bien sea en la preparación de propuestas o en la ejecución de proyectos adjudicados en Consorcio o Uniones Temporales.

Los responsables de la licitación, así como los miembros del equipo encargados de la elaboración del presupuesto y programa de obra se apoyan en las bases de datos con que cuenta la empresa, tomando información de proyectos y condiciones de ejecución similares, así como las condiciones propias de cada proyecto para la elaboración del presupuesto y la estimación de la duración de las actividades, insumo clave en la programación de obra o cronograma. Para el cálculo de duración de las actividades se tiene en cuenta las cantidades a ejecutar, el tiempo de ejecución probable del proyecto y la región donde se ejecutará para contemplar épocas de invierno o verano con sus afectaciones, recursos disponibles e indicadores de rendimiento de personal y maquinaria por actividad y por tipo de máquina. Durante la preparación de la licitación se realizan

reuniones con las diferentes áreas de la empresa para revisar el proyecto desde la parte Jurídica, Financiera, de Riegos y parte Técnica.

Una vez se obtienen los primeros presupuestos y programaciones, estos se comparten y discuten con los profesionales de los proyectos y de la oficina central que cuenten con mayor experiencia o con aquellos que han participado o están participando en la ejecución de proyectos similares al de la licitación en curso. En esta etapa del proceso, con la experiencia de los miembros del equipo, se revisan con detalle y ajustan las duraciones de las actividades claves del proyecto las cuales han sido definidas como tal, bien sea por la naturaleza del trabajo, cantidades de obra a ejecutar, alto costo de la actividad o de un impacto significativo en el presupuesto o en el cronograma.

Cuando las duraciones estimadas de las actividades no permiten encajar la ejecución del proyecto dentro de plazo otorgado por el cliente, los miembros del equipo asignan un mayor número de recursos a las actividades críticas o que hacen parte de la ruta crítica, contemplan adicionar ejecución de actividades en paralelo diferentes a las ya tenidas en cuenta, así como la posibilidad de extender la jornada laboral o la implementación de doble turnos en algunas actividades como es la explotación y procesamiento de agregados o de obras especiales. En los casos que después varios análisis no se consiga encajar el proyecto en el plazo que indica la licitación o se estén asumiendo muchos riesgos para conseguirlo, se le comunica al cliente de forma oficial que el proyecto no es ejecutable en el plazo sugerido; esta comunicación puede hacerse también en la ronda de preguntas y respuestas que contempla el proceso licitatorio.

En el siguiente gráfico se observa el proceso para la estimación de la duración de las actividades durante la Fase de Licitación de Proyectos.

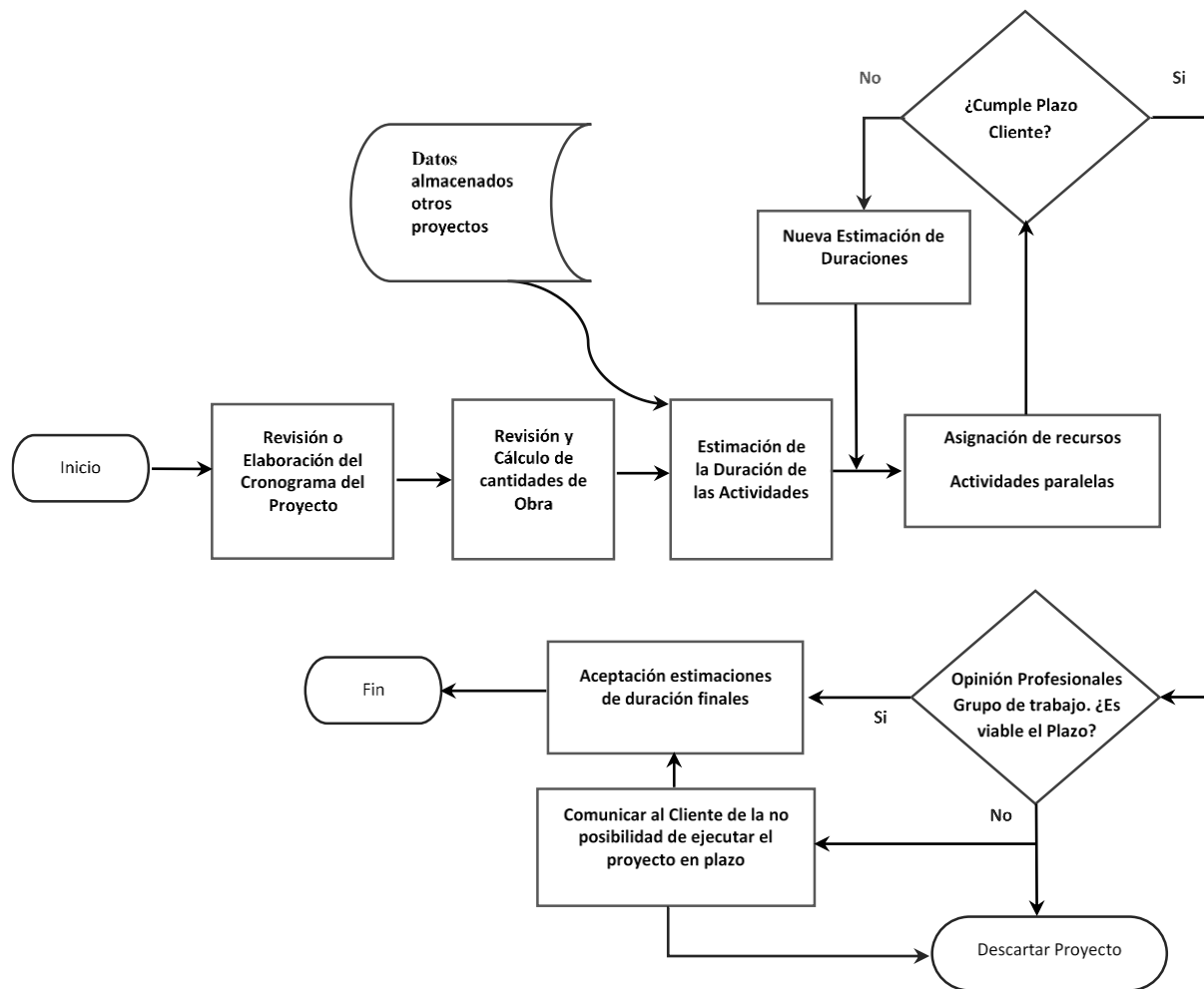


Figura 7. Flujograma estimación duración de actividades en procesos licitatorios – Empresa.

Para el caso de Proyectos con empresas privadas a los cuales se llega por invitación expresa del cliente, el método constructivo y el plazo de ejecución del proyecto con su correspondiente programación pueden decidir la adjudicación, incluso con una oferta económica más alta que la de los otros competidores, por lo tanto, en estos casos se conforma un equipo de profesionales y expertos para el análisis, elaboración y presentación de métodos constructivos y programa de obra que le brinden la suficiente confianza, seguridad y tranquilidad al cliente que su proyecto se ejecutará con los más altos estándares técnicos, de calidad y con personal altamente calificado quienes tendrán a cargo la planeación y ejecución de la obra con una acertada predicción del

cronograma, minimizando al máximo contratiempos en la construcción, para el cumplimiento de hitos y entrega final del proyecto en plazo.

3.6 Cronograma, estimación de duración de actividades – fase de construcción

Cuando se gana una licitación empieza de inmediato la búsqueda de los profesionales requeridos para su ejecución, por lo cual el equipo que participó en la preparación de esta, entrega el proyecto a otro grupo de profesionales que a partir de ese momento es el responsable de la planeación y ejecución. Ya no con la presión de la licitación, pero tal vez con una mayor, que es cumplir los plazos que solicita el cliente, este equipo hace el análisis completo del proyecto donde se incluye toda la información que proporcionó el cliente en la etapa de licitación, así como todos los documentos que componen la propuesta presentada y con la cual se adjudicó la licitación.

El siguiente gráfico muestra que cuando un proyecto se adjudica, el equipo de construcción que lo recibe y es responsable de la ejecución, hace un proceso similar al realizado en la licitación para la elaboración del programa de obra con su correspondiente estimación de la duración de las actividades, la diferencia radica en que ya no hay opción de descartar el proyecto y que se puede llegar a obtener un nivel más detallado del proyecto, contando además con la posibilidad de hacer ajustes al cronograma durante la ejecución.

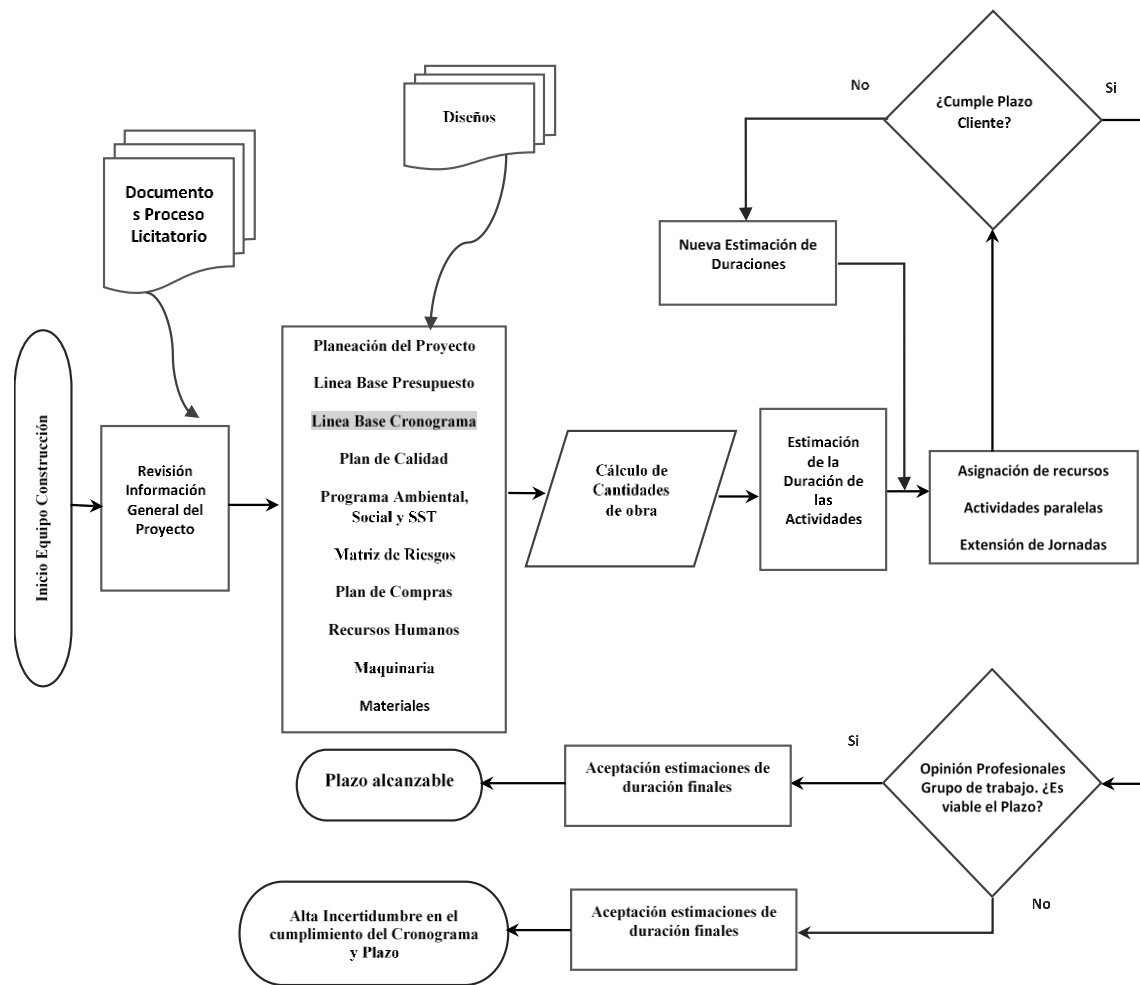


Figura 8. Flujograma de Proyectos adjudicados que pasan al Equipo de Construcción.

Como se puede observar tanto en el caso de la elaboración o verificación de cronograma para la presentación de licitaciones como en la realización del cronograma de proyectos adjudicados, los profesionales responsables de dicha elaboración y en general el equipo responsable hace un buen trabajo ya que cuentan con una buena base de datos que utilizan y asocian a la actividad y tipo de proyecto que estén analizando, también participan profesionales o colaboradores con muy buena experiencia que con seguridad hacen grandes aportes, especialmente cuando aplican el conocimiento y experiencias anteriores para hacer la revisión y ajustes a las duración de las actividades y en general a la programación o cronograma del proyecto. Sin

embargo, el plazo predefinido por el cliente genera una gran presión a los integrantes de los equipos tanto en fase de licitación como en la de ejecución que en muchos casos por diferentes razones terminan aceptándolo asumiendo un alto riesgo de incumplimiento o de mayores costos a los contemplados en el presupuesto.

3.7 Hallazgos

En las entrevistas realizadas con los responsables de la elaboración de la programación de obra, seguimiento y control, se pudo constatar que los proyectos de manera generalizada cuentan con permanentes reprogramaciones por los desfases frecuentes con la ejecución, siendo necesario la implementación de planes de recuperación con altos sobrecostos y exponiendo la empresa a la aplicación de sanciones económicas contempladas en los contratos por incumplimientos en la programación y entrega de hitos.

El seguimiento y control del cronograma no proporciona alertas de atrasos reales para que el equipo pueda reaccionar oportunamente y evitar retrasos en la ejecución, ya que, desde el inicio de los procesos, tanto de licitación como de construcción no se hace una correcta estimación de la duración de las actividades, por consiguiente, el cronograma queda incorrecto y se falla en la planeación general de los proyectos.

En algunos casos los atrasos en la ejecución de los proyectos se van acumulando mes a mes, sin que se pueda determinar de forma clara y contundente la razón del atrasos, así como las acciones que se deben tomar para la recuperación del cronograma, por lo cual se observa que se empiezan a tomar medidas desesperadas cuando queda poco tiempo para el cumplimiento de los hitos o plazos del contrato, generando interferencia entre esas mismas acciones porque todo es

requerido con urgencia lo que dificulta el logro de las nuevas metas propuestas para entregar dentro de los plazos previstos.

Se hace necesario entonces, la implementación de una metodología para la estimación de la duración de las actividades que proporcione resultados o datos lo más realistas posibles que tomen como base datos estadísticos de experiencias anteriores e incluyan las condiciones propias de cada proyecto, así como el impacto que pueda tener la duración de las actividades por factores externos. Algunos textos y buenas prácticas de ingeniería describen detalladamente la forma más acertada para hacer la estimación de la duración de las actividades como la Practica 32R-04 de la AACE Internacional tomada como base en este estudio, la que su traducción oficial al español hace parte del trabajo de grado de la Cohorte XIV de la Especialización en Gerencia de Proyectos de Construcción de la Escuela de Ingeniería Civil de la Universidad Industrial de Santander, se entrega como anexo a este trabajo y se resume a continuación.

4. Práctica recomendada No. 32R-04 AACE internacional

4.1 AACE Internacional. Asociación Americana de Ingenieros de Costos.

La Asociación Americana de Ingenieros de Costos (AACE) fue fundada originalmente como la “Asociación para el Mejoramiento de la Ingeniería de Costos” en 1956 en los Estados Unidos.

Las prácticas recomendadas cubren casi todas las áreas de conocimiento, de gestión de proyectos de construcción y control de proyecto como: análisis de riesgos, análisis de retrasos,

planificación, programación, estimación y control de proyectos entre otras. Estas han sido escritas por un grupo de profesionales altamente calificados, experimentados y reconocidos, estas prácticas recomendadas en su mayoría responden al “Como hacer” por lo que pueden ser implementadas directamente en los proyectos.

En 2017 fue creada la sección Colombia que busca traer las Mejores Prácticas Recomendadas en temas como:

- Ingeniería de Costos.
- Planeación y Programación.
- Gerencia de Proyectos.
- Gestión y Administración de Contratos.
- Reclamaciones y Resolución de Disputas.
- BIM (Building Information Modeling).
- Gestión de Riesgos y Decisiones.
- Gestión de Valor Ganado. (Earned Value Management).
- Estimación y Control de Costos.
- Ingeniería de Valor y Constructibilidad.

Dentro de la Planeación y Programación está la Practica Recomendada 32R-04 Determinación de la Duración de las Actividades. Esta práctica ofrece métodos para determinar la duración de las actividades originales a través del análisis de datos de proyectos anteriores, con datos de rendimientos futuros esperados. También, incorpora un análisis iterativo de efecto de las restricciones en la duración de la actividad.

La determinación realista de la duración de las actividades es clave para el desarrollo de la programación y de los tiempos donde todas las actividades, hitos y plazos de finalización del

proyecto puedan ser alcanzados. Si las fechas meta del hito no están alineadas con los requerimientos realistas del proyecto, el programador no debe reducir las duraciones para ajustarse a las fechas meta, a menos que se hayan aprobado explícitamente los ajustes del cronograma, ya sea con la inclusión de más recursos, la reducción del alcance, o la autorización para usar un enfoque alternativo. (Por ejemplo, el uso de actividades paralelas).

Esta práctica recomendada ha sido organizada como se describe a continuación.

- Fase I: Determinar la duración de las actividades sin restricciones.
- Fase II: Ajustar la duración de las actividades basado en el impacto de las restricciones.
- Fase III: Revisar las duraciones originales de la actividad para cumplir con los requerimientos del proyecto.
- Determinación de la duración de la actividad – diagramas de flujo.

La Práctica Recomendada 32R-04 se incluye en este documento con Anexo 1 por lo cual a continuación se presenta un breve resumen con sus correspondientes flujogramas.

4.2 Fase I: Determinar la duración de las actividades sin restricciones

La duración puede estimarse basado en datos históricos de duraciones de actividades de proyectos anteriores muy similares, que sirven para tratar de determinar el tiempo que puede durar una actividad en el futuro. También se pueden tomar varias duraciones de proyectos anteriores, suponer que están distribuidas normalmente y calcular el intervalo de confianza de la media de las duraciones promedio de los proyectos. Es de mucha ayuda tener una idea del rango de posibles valores de la duración por ejemplo la más corta y la más larga, que tener un solo valor, así como

contar el criterio de los profesionales que integran el grupo de trabajo y la opinión de expertos profesionales para identificación de condiciones atípicas a tener en cuenta. La duración de las actividades depende del nivel del cronograma que se está elaborando. Un Nivel 1 podrá basarse en datos históricos mientras que un Nivel 2, la duración puede calcularse con métodos más detallados, como los indicados en la sección Cálculos Suplementarios de la Práctica 32R-04.

El siguiente diagrama de flujo identifica el método para determinar la duración sin restricciones.

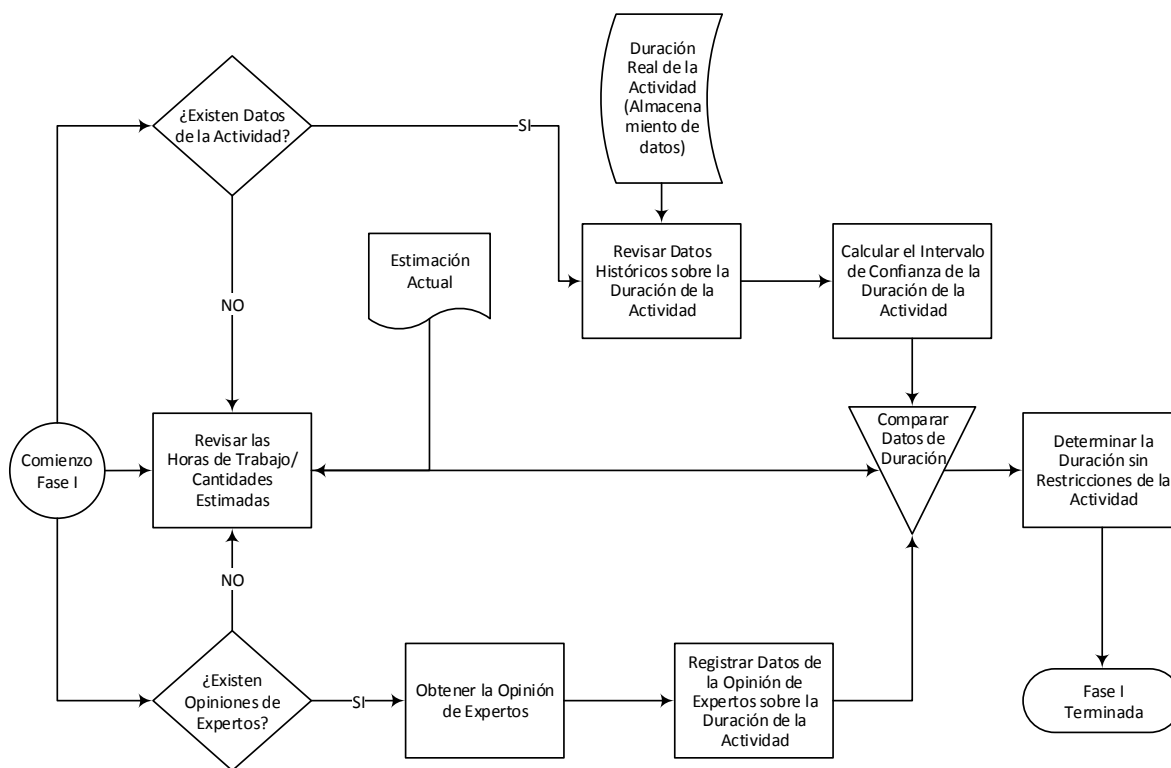


Figura 9. Fase I – Determinar la duración de las actividades sin restricciones.

4.3 Fase II: Ajustar la duración de las actividades basado en el impacto de las restricciones u otros factores limitantes

Ya diseñado el plan y desarrollado de acuerdo con la fase I, se debe entrar a considerar factores limitantes o restricciones tales como el lugar, ubicación, época del año entre otras, que puedan tener efecto en la duración de estas actividades. Este impacto de las restricciones debe ser tenido en cuenta a la hora de estimar la duración de las actividades, por lo cual se sugiere hacer una lista que contenga cualquier restricción conocida que pudiera afectar la duración y luego determinar si la restricción podría afectar potencialmente la actividad. Dentro de los factores a considerar se pueden incluir, pero no limitar a los siguientes:

- Disponibilidad de recursos.
- Factores que afectan la productividad.
- Restricciones y requerimientos contractuales.
- Naturaleza del trabajo/alcance del trabajo.
- Productividad laboral y de equipos.
- Medios y métodos planificados.
- Permisos, requerimientos y restricciones de orden local.
- Habilidades/limitaciones de gestión.
- Disponibilidad de material y equipos.
- Consideraciones de temporada/ubicación.
- Restricciones laborales (trabajadores sindicalizados, reglas y restricciones laborales, duración de la jornada laboral, número de turnos laborales por día, etc.).
- Calidad del trabajo (requerimientos contractuales).

- Consideraciones de subcontratistas y proveedores.
- Entregables de Ingeniería/influencias y entregables del cliente y de terceros.
- Trabajo acelerado / concurrente.

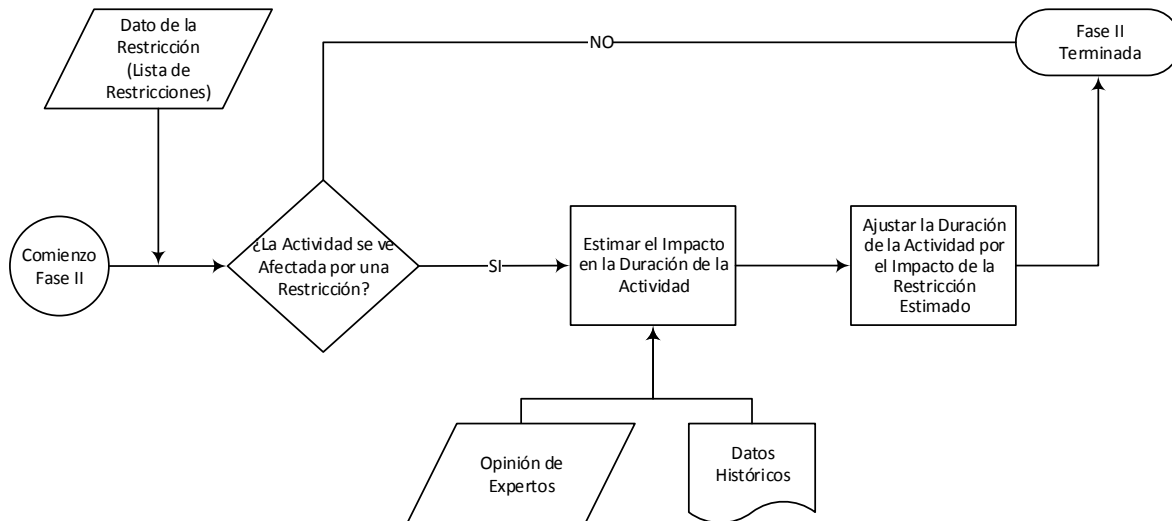


Figura 10. Fase II – Ajustar la duración de las actividades basado en el impacto de las limitantes

4.4 Fase III: Revisar las duraciones originales de la actividad para cumplir con los requerimientos del proyecto

Una vez que se estiman las duraciones originales para cada actividad tengan restricciones o no, se debe examinar si los requerimientos del proyecto o hitos pueden ser alcanzados. Si se cumple con todos los requerimientos e hitos del proyecto, el cronograma está listo para la revisión final y aprobación por parte del equipo. Sin embargo, si estos requerimientos y actividades impiden que el proyecto se realice en las fechas requeridas, se deberá trabajar en encontrar acciones realistas que permitan reducir las duraciones con el fin de cumplir con las fechas acordadas. Estas acciones

pueden disminuir el alcance (de-scoping), adicionar recursos (crashing), programar actividades en paralelo (fast-tracking) u otros cambios en la lógica del cronograma.

El programador debe hacer una lista de los requerimientos del proyecto con sus fechas, así como una lista de todas las restricciones contractuales conocidas. Si es necesario hacer un ajuste para cumplir con las fechas de los hitos, el programador debe hacer una lista de acciones correctivas que contenga todas las acciones viables que puedan ser usadas para reducir la duración de una actividad. Las acciones correctivas pueden ser horarios extendidos de trabajo, agregar recursos, ofrecimiento de incentivos a proveedores y subcontratistas de actividades claves, trabajar actividades similares en paralelo entre otras.

Si las acciones correctivas para reducir el cronograma afectan el costo estimado, el costo deberá reflejarse en la línea base de la estimación. El programador debe entender y tener en cuenta las compensaciones entre el costo y el cronograma en cualquier revisión de la duración y que las duraciones de las actividades no deben reducirse, a menos que la gerencia del proyecto lo apruebe.

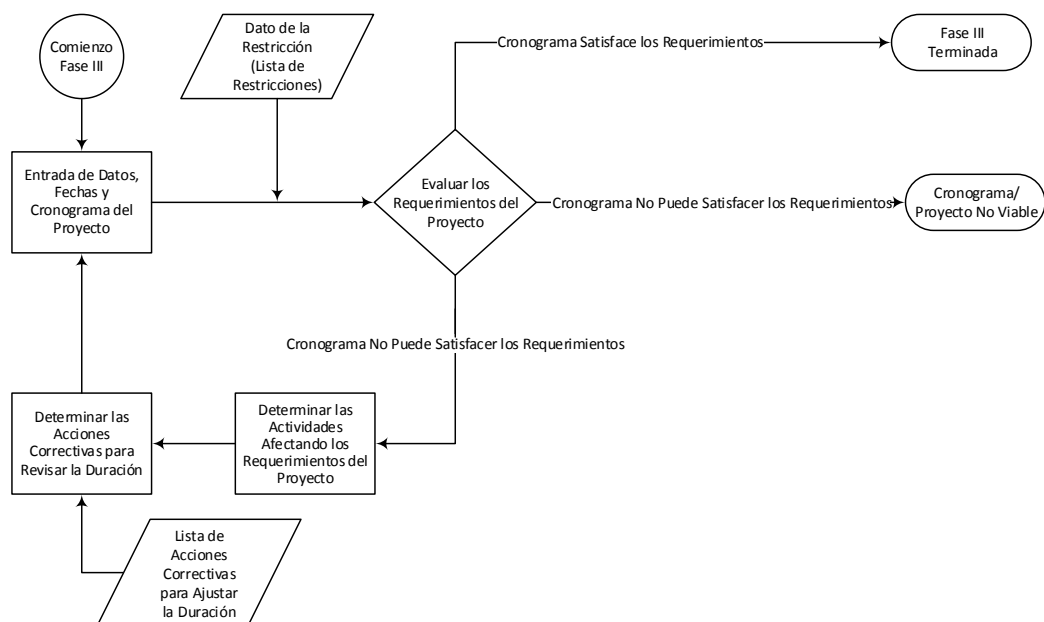


Figura 11. Fase III – Modificar las duraciones originales de la actividad para cumplir con el proyecto.

5. Implementación de la Práctica 32R-04 en la Empresa seleccionada

5.1 Estandarización del proceso para la estimación de la duración de las actividades

Teniendo en cuenta que actualmente no se tiene establecido un procedimiento para la estimación de la duración de las actividades en la empresa analizada, se propondrá en un comité con las altas directivas de la empresa estandarizar la forma de hacer esta estimación de la duración de las actividades basados en las recomendaciones de la Práctica 32R-04 de la AACE Internacional.

El objetivo principal será conseguir disminuir los desfases de los cronogramas observados en los proyectos a cargo del área Infraestructura, desfases que igualmente se ven de forma generalizada en los proyectos que actualmente se ejecutan en el país.

5.2 Capacitación a los equipos de infraestructura

Una vez se cuente con la aprobación de las directivas de la empresa, se procederá a realizar la capacitación para hacer la Estimación de la Duración de las Actividades, al personal encargado de realizar los cronogramas en la oficina central, Gerencia Técnica y Proyectos en ejecución del área de Infraestructura. Estas capacitaciones pueden ser apoyadas por Asociaciones como la AACE y el PMI, así como con la participación de las diferentes Universidades del País.

5.3 Recursos requeridos

Dado que la Práctica Recomendada 32R-04 de la AACE, no requiere de softwares ni equipos especiales y además es muy sencilla y fácil de entender, su implementación no implica mayores inversiones ni modificación alguna en la planta de personal de la empresa ni de los proyectos. Se trabajará esta implementación con el personal que actualmente hace la programación, presupuestos y control en la oficina central y con el de los proyectos, así como con los Gerentes y Directores Responsables de los mismos.

5.4 Proyectos Piloto

Se estima que la aprobación interna a nivel Directivo no tarde más de un mes y se pueda dar inicio a las gestiones correspondientes para organizar y dar las capacitaciones las cuales podrían llevarse a cabo un tiempo máximo de seis meses. Una vez se cuente con el personal debidamente capacitado se podrá iniciar la implementación de las recomendaciones de la Práctica 32R-04 en dos proyectos piloto preferiblemente próximos a iniciar, en el caso que no haya esa coincidencia se elegirán dos proyectos en ejecución, para lo cual es muy importante hacer el levantamiento y registro de la información del estado del proyecto en cuanto a ejecución y programación al inicio de la implementación. A la par el área que estructura los proyectos iniciará la implementación de la Práctica 32R-04 en los proyectos que se encuentren en la fase de licitación o de preparación de propuesta ante el Cliente.

El área de control apoya este proceso de implementación por lo cual es clave que, con las bases de datos actuales, se empiece a realizar la lista de las restricciones que se hayan presentado en los proyectos y su relacionamiento con las actividades. Continuar con el seguimiento semanal que se hace a la programación y crear un comité mensual con las Gerencias de Proyectos y Estructuración, así como con los responsables de la programación para hacer seguimiento, ajustes y evaluación de resultados de la implementación de la Práctica Recomendada.

En la medida que los proyectos en los que se implemente la Práctica avancen su ejecución y los que se preparen desde la licitación con estas pautas sean adjudicados y continúen en la ejecución siguiendo las recomendaciones contenidas en la Práctica 32R-04, se podrán observar y cuantificar los resultados los cuales deben darse a conocer a las Directivas de la Empresa como mínimo al finalizar cada semestre del año para que se tomen nuevas decisiones de acuerdo a los resultados obtenidos.

6. Conclusiones

1. El estudio realizado en la empresa seleccionada indica que para la estimación de la duración de las actividades los equipos encargados de las licitaciones y de la ejecución de los proyectos de infraestructura, hacen uso de bases de datos de duraciones y rendimientos de actividades que se llevan desde el área de Control en cada proyecto, además utilizan bases de datos disponibles de diferentes entidades del estado y cuando se conforman Consorcios para la preparación de propuestas o ejecución de proyectos se consultan igualmente las bases de datos que proporcionan

los Socios. Se hacen también sesiones de trabajo con Directores y Gerentes de Proyectos quienes con su experiencia debaten y ajustan la duración de las actividades y el programa de obra. Se observa entonces que se hace parte del proceso que recomienda la Practica 32R-04, sin embargo, se está dejando por fuera tener en cuenta de forma detallada las restricciones que pueden tener las actividades y su impacto en la duración, haciendo las correspondientes listas de restricciones conocidas y su relacionamiento con las actividades, tampoco se tienen listas de las acciones que se deben implementar para reducir las duración de las actividades en los casos que haya sido necesario durante la elaboración del cronograma para encajar en las fechas o hitos definidos por el Cliente.

2. A los miembros de los Equipos que ejecutan los proyectos les hace falta darle la importancia que tiene hacer una buena estimación de la duración de las actividades dentro de la planeación del proyecto y específicamente dentro de la elaboración del cronograma. Los responsables de la programación y control no utilizan o ven el cronograma como una herramienta que puede proporcionar de manera permanente y temprana las alertas para hacer los ajustes en la ejecución oportunamente para cumplir a cabalidad con la programación de obra.

3. En los Proyectos de Infraestructura que fueron consultados se observa que no se tiene una directriz definida para la estimación de la duración de las actividades, por lo cual los responsables de la programación estiman la duración de las actividades cada uno a su modo acorde a la experiencia que hayan tenido en proyectos anteriores.

4. Los desfases permanentes y recurrentes entre la ejecución y la programación en los proyectos, es una consecuencia de la no utilización de herramientas y técnicas para la estimación de la duración de las actividades y en general para la Planeación de los Proyectos, bien sea por el desconocimiento de estas o por falta de un procedimiento establecido para tal fin.

5. Los profesionales encargados de realizar la programación, seguimiento y control de los proyectos dedican gran parte de su tiempo a la realización de reprogramaciones, ajustes y justificaciones ante el cliente por desfases que se presentan entre el programa de obra y la ejecución. En la medida que pasa el tiempo y con cada ajuste, la obra por ejecutar se acumula o se proyecta en el tiempo faltante hasta cumplir la fecha de finalización prevista, haciendo que dicha programación cada vez sea más complicada de cumplir. Se requiere por lo tanto establecer una metodología para la realización de la programación de obra donde está directamente relacionada la estimación de la duración de las actividades, buscando hacer programas de obra más ajustados a las condiciones reales de los proyectos, permitiendo a los miembros del equipo enfocarse más en el seguimiento y control que en la elaboración de reprogramaciones, para así dar las alertas que posibiliten la implementación de acciones oportunas que eviten desfases con la ejecución.

6. Debe evitarse atrasos en el cronograma ya que hacen perder credibilidad y afectan la relación con el cliente, además expone la empresa a la aplicación de sanciones económicas por incumplimientos en la programación de obra y genera altos sobre costos por mayores tiempos de permanencia o de la implementación de acciones para la recuperación del cronograma.

7. Los proyectos cada día son más exigentes por su complejidad y necesidad de entrega en tiempo récord al cliente, procesos constructivos complejos y acelerados ritmos de ejecución incrementan los riesgos, por tal razón, se deben adoptar herramientas que faciliten la labor y garanticen buenos resultados. Los miembros de los diferentes equipos deben conocer los métodos y herramientas para realizar una buena planeación de los proyectos y contar con capacitación permanente para mejorar sus competencias.

7. Recomendaciones

1. La Practica 32R-04 de la AACE nos proporciona de manera muy sencilla, clara y organizada unas pautas para hacer una acertada estimación de la duración de las actividades, desde una fase inicial que considera las actividades sin restricciones, una fase siguiente basada en el impacto de las restricciones y una más donde se analiza si se logran los requerimientos del proyecto como hitos y fecha de entrega final. De acuerdo con los hallazgos del estudio realizado en la empresa seleccionada se recomienda la implementación de la Práctica mencionada, como complemento a la forma actual como se hace la estimación de la duración de las actividades.

2. Debe motivarse y promoverse mucho más la implementación de buenas prácticas de ingeniería en la empresa, ya que son una excelente guía para la buena ejecución de las funciones y actividades de los empleados y ayudan a su desarrollo profesional brindando un beneficio mutuo para el trabajador y las empresas que debe propender por su estabilidad y sólido crecimiento. Se recomienda las Buenas Prácticas que la AACE Sección Colombia dispone en diferentes áreas como son Planeación y Programación, Gerencia de Proyectos, Ingeniería de Costos entre otros, así como participar en los diferentes congresos y foros organizados por la AACE y el Project Management Institute (PMI).

Referencias Bibliográficas

- AACE Colombia. (2019). *AACE Sección Colombia*. Obtenido de <https://www.aace-colombia.org/>
- AACE International. (2019). *About AACE*. Obtenido de <https://web.aacei.org/about-aace>
- Colaboradores de Wikipedia. (2017). *AACE International*. Obtenido de Wikipedia, La enciclopedia libre: https://es.wikipedia.org/w/index.php?title=AACE_International&oldid=97230427
- Diaz, R. (2012). *International Recommended Practice No. 32R-04: Determining activity durations*. Morgantown: AACE International.
- PMI. (2017). *La guía de los fundamentos para la dirección de proyectos (Guía del PMBOK)* (Sexta ed.). Newtown Square: Project Management Institute, Inc.
- Tutor EPCM. (2018). *¿Qué es la AACE International?* Obtenido de Certificaciones AACE International: <https://epcm.academy/blog/index.php/2018/02/10/que-es-la-aace-international/?lang=en>