

Plan de Implementación de la Práctica AACE No. 55R-09 – Análisis de Curvas S en Proyectos de  
Construcción de Obras Civiles

Laura Stepfanie Martínez Anaya

Javier Alberto Rueda Zambrano

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 .....	13
1. Generalidades del proyecto.....	15
1.1 Justificación .....	15
1.2 Alcance .....	16
1.3 Objetivos.....	16
1.3.1 Objetivo general.....	16
1.3.2 Objetivos específicos. ....	16
2. Marco Teórico.....	17
2.1 Curvas S .....	18
2.2 Desarrollo de Curvas S .....	19
2.3 Tipos de Curvas S .....	20
2.3.1 Curvas S comunes.....	20
2.3.2 Curva S objetivo. ....	20
2.3.3 Curvas S de progreso. ....	20
2.3.4 Curvas S con fechas tempranas y tardías. ....	21
2.3.5 Curvas S de cantidad.....	21
2.3.6 Curvas s de flujo de efectivo.....	21
2.3.7 Otras curvas s específicas. ....	22

2.4 Análisis de la Curva S.....	22
2.4.1 Aplicación de datos reales. ....	22
2.4.2 Análisis de valor ganado.....	23
2.4.3 Análisis de cronograma ganado. ....	27
2.4.4 Análisis de fechas tempranas y tardías. ....	30
2.5 Análisis de Curvas S en los Procesos del PMI .....	31
2.5.1 Monitorear y controlar el trabajo del proyecto (4.5).....	31
2.5.2 Controlar el cronograma (6.6).....	32
2.5.3 Controlar los costos (7.4).....	32
2.5.4 Estructuración de los procesos dentro de una organización. ....	32
3. Metodología .....	33
4. Diagnóstico .....	34
4.1 Identificación del proceso .....	35
4.2 Clasificación de los procesos .....	35
4.3 Análisis y evaluación de los procesos.....	35
4.3.1 Responsable y participantes de los procesos. ....	36
4.3.2 Indicadores clave de desempeño (KPIS). ....	36
4.3.3 Competencia organizacional para el desempeño del proceso.....	36
4.3.4 Contribución del proceso para el valor agregado al cliente. ....	38
4.3.5 Defectos y problemas en el funcionamiento de los procesos. ....	38
4.3.6 Directrices para el mejoramiento de los procesos.....	42

4.3.7 Establecimiento de prioridades para el mejoramiento de los procesos.....	42
5. Plan de implementación de la práctica AACE No. 55R-09 – Análisis de curvas S .....	43
5.1 Análisis de criterios para la estructuración del plan de implementación.....	43
5.2 Plan de trabajo.....	44
5.2.1 Análisis de valor ganado en curvas de progreso del proyecto (EV-PSC).....	46
5.2.2 Análisis de cronograma ganado en curvas de progreso del proyecto (ES-PSC). .....	47
5.2.3 Análisis de aplicación de datos reales en curvas de cantidad para actividades de la ruta crítica (AAD-QSC). .....	48
5.2.4 Análisis de fechas tempranas y tardías en curvas de progreso del proyecto (ELD-PSC)...	49
5.2.5 Análisis de aplicación de datos reales en curvas de progreso (COSTO) para actividades con alta inversión previa a su ejecución (AAD-PSC).....	50
5.2.6 Análisis de fechas tempranas y tardías en curvas de cantidad para actividades sin experiencia previa (ELD-QSC).....	51
5.2.7 Análisis de aplicación de datos reales en curvas de recursos específicos (AAD-RSC) .....	51
5.3 Elaboración de la documentación .....	52
5.4 Provisión de los recursos .....	52
5.4.1 Recursos humanos. ....	53
5.4.2 Competencia y formación. ....	53
6. Conclusiones .....	54
7. Recomendaciones .....	56
Referencias Bibliográficas .....	58

**Lista de tablas**

	Pág.
Tabla 1. <i>Actividades correspondientes a los diferentes análisis de las curvas S</i> .....	45
Tabla 2. <i>Índice de Rendimiento de costos CPI</i> .....	46
Tabla 3. <i>Índice de Rendimiento de Programación SPI(t)</i> .....	48
Tabla 4. <i>Índice de Rendimiento de Cantidad QPI</i> .....	49

**Lista de figuras**

	Pág.
<i>Figura 1.</i> Curva S .....	19
<i>Figura 2.</i> Análisis de datos reales contra planificados. ....	23
<i>Figura 3.</i> Análisis del valor ganado.....	24
<i>Figura 4.</i> Análisis del valor ganado – Métricas.....	26
<i>Figura 5.</i> Curvas S de fechas tempranas y tardías .....	31

### **Lista de apéndices**

(Los apéndices se encuentran adjuntos en el CD y pueden ser visualizados en la base de datos de la biblioteca UIS)

Apéndice A. Traducción de la práctica AACE 55R-09 – Análisis de Curvas S

Apéndice B. Modelos de formatos a implementar en la organización

## Resumen

**TÍTULO:** PLAN DE IMPLEMENTACIÓN DE LA PRÁCTICA AACE NO. 55R-09 – ANÁLISIS DE CURVAS S EN PROYECTOS DE CONSTRUCCIÓN DE OBRAS CIVILES\*

**AUTORES:** LAURA STPEFANIE MARTINEZ ANAYA  
JAVIER ALBERTO RUEDA ZAMBRANO\*\*

**Palabras clave:** Curvas S, Seguimiento, Control, Costo, Tiempo

### Descripción:

El presente documento contiene el plan de implementación de la práctica AACE 55R-09 – Análisis de Curvas S en proyectos de construcción de la organización CONSTRURUEDA S.A.S. Esta práctica representa una herramienta fundamental para el seguimiento y control del desempeño de los proyectos. Las variables de costo y tiempo son identificadas como las principales restricciones a monitorear con la implementación de la práctica.

El diagnóstico de la organización es realizado en los procesos donde es aplicable la practica No 55R-09 – Análisis de Curvas S. Posteriormente los parámetros diagnosticados son utilizados para elaborar el plan de implementación de la práctica, que consiste en desarrollar siete (7) análisis de curvas S cuyas funciones son complementarias entre sí y abarcan el control de las variables de tiempo y costo. De igual manera, son establecidos los índices clave de desempeño que serán usados por la organización en el seguimiento y predicción de tendencias de los proyectos. Finalmente son presentadas recomendaciones complementarias enfocadas hacia el fortalecimiento de los procesos de planificación, así como del recurso humano disponible. El desarrollo de este estudio sugiere que el análisis de las curvas S, combinado con la implementación de otras herramientas de gestión, puede ser usado medir con precisión el desempeño de los proyectos de construcción.

---

\* Trabajo de grado

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

**Abstract**

**TITLE:** IMPLEMENTATION PLAN OF PRACTICE AACE NO. 55R-09 - ANALYZING S-CURVES IN CONSTRUCTION PROJECTS \*

**AUTHORS:** LAURA STPEFANIE MARTINEZ ANAYA  
JAVIER ALBERTO RUEDA ZAMBRANO\*\*

**Keywords:** S-Curves, Control, Cost, Time

**Description:**

This document contains the implementation plan of practice AACE 55R-09 - Analyzing S-Curves in construction projects of the organization CONSTRURUEDA S.A.S. This practice represents a fundamental tool for monitoring and controlling project performance. The cost and time variables are identified as the main restrictions to be monitored with the implementation of the practice.

The organizational diagnosis is made for the processes where practice No. 55R-09 - Analyzing S-Curves is applicable. Subsequently, the parameters diagnosed are used to develop the implementation plan of the practice, which consists in developing seven (7) S curve analysis, which functions are complementary to each other and cover the control of time and cost variables. Similarly, the key performance indexes that will be used by the organization in monitoring and predicting project trends are established. Finally, complementary recommendations focused on the development of the planning processes, as well as the available human resources, are presented. The development of this study implies that the analysis of the S curves, combined with the implementation of other management tools, can be used to accurately measure the performance of construction projects.

---

\* Trabajo de grado

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

## **Introducción**

En los últimos años el sector de la ingeniería civil se ha visto cada vez más interesado en adoptar prácticas y procesos que permiten mejorar el desempeño de los proyectos. Es por esto que los grandes actores involucrados en las áreas de gerencia a nivel mundial han desarrollado y optimizado herramientas de gestión cada vez más accesibles, que procuran el aumento de la probabilidad de éxito de los proyectos.

En Colombia, el crecimiento de la gerencia de proyectos ha surgido de la mano de organizaciones como Project Management Institute - PMI y AACE International, las cuales recopilan las mejores prácticas y metodologías que han sido adoptadas en diferentes empresas en el país. Sin embargo, en el caso particular del gremio de la construcción, el conocimiento sobre la gestión de proyectos requiere aún mayor difusión que permita disminuir la tasa actual de proyectos afectados en su triple restricción por el desconocimiento de las buenas prácticas o su inadecuada implementación, que tiende confundirse con un rigor organizacional limitado a procesos documentales.

En el caso específico de la organización CONSTRURUEDA S.A.S., las actividades de gestión de proyectos han sido tradicionalmente enfocadas hacia los procesos de planificación, ya que estos facilitan la elección de los proyectos a ejecutar. No obstante, se evidencia menor grado de madurez en los procesos de seguimiento y control, lo que conlleva demoras en la toma de decisiones que en muchos casos terminan afectando el costo y la duración de los proyectos.

Es por lo anterior, que la práctica AACE 55R-09 – Análisis de Curvas S surge como una adecuada herramienta de monitoreo y control para implementar en la organización

CONSTRURUEDA S.A.S., con el fin de garantizar una mejora en el seguimiento de las variables de costo y tiempo, que permitirá facilitar la toma de decisiones y establecer tendencias que puedan predecir el desempeño final de los proyectos.

## **1. Generalidades del proyecto**

### **1.1 Justificación**

La realidad actual de las organizaciones obliga a que diariamente se tomen decisiones de alta responsabilidad e impacto dentro de los proyectos. No basta simplemente con una determinación subjetiva a la hora de tomar decisiones, sino que se requiere de un análisis juicioso de las variables que inciden directamente en el resultado final esperado.

La importancia de la toma de decisiones a partir de elementos medibles y concluyentes es un aspecto clave en el día a día de las organizaciones. Es fundamental contar con las herramientas adecuadas que permitan resolver situaciones garantizando un resultado óptimo, o en su defecto lograr el mayor beneficio para los proyectos.

El presente proyecto surge de la necesidad de implementar herramientas y técnicas que contribuyan al desarrollo de los procesos de seguimiento y control, y que sirvan como insumo para la toma de decisiones en la empresa CONSTRUEDA S.A.S. De esta manera, la organización podrá definir, en el momento justo, la dirección correcta de cada proyecto para conseguir los resultados deseados.

Debido a las dificultades que se logran evidenciar en el desarrollo de procesos de seguimiento y control en la organización objeto de estudio, se ha propuesto como alternativa de solución, la implementación de la práctica AACE 55R-09 – Análisis de Curvas S, estableciendo parámetros de medición para el desempeño de los proyectos que logren enfocar, con los recursos disponibles, los objetivos de tiempo y costo acordes con las expectativas de la organización.

## 1.2 Alcance

Se realiza el diagnóstico a la metodología implementada por la empresa CONSTRURUEDA S.A.S. para el control de la triple restricción en los proyectos ejecutados. Posteriormente, se establece la metodología que permite la implementación de la práctica AACE 55R-09 – Análisis de Curvas S, en los proyectos de construcción que lleva a cabo la organización. A continuación, se establecen los parámetros de medición del desempeño para futuros proyectos. Finalmente, se establecen recomendaciones a tener en cuenta en otros proyectos de construcción de obras civiles de la organización objeto de estudio.

## 1.3 Objetivos

**1.3.1 Objetivo general.** Elaborar el plan de implementación de la herramienta de Análisis de Curvas S para el seguimiento a las variables de costo y tiempo de proyectos de construcción de obras civiles.

### 1.3.2 Objetivos específicos.

- Realizar el diagnóstico de los procesos de seguimiento y control aplicables para la implementación de la práctica AACE 55R-09 – Análisis de Curvas S, en el caso de estudio de la empresa CONSTRURUEDA S.A.S.
- Proponer la metodología para la implementación de las actividades recomendadas en la práctica AACE 55R-09 – Análisis de Curvas S para el caso de estudio de la empresa

**CONSTRURUEDA S.A.S.**

- Establecer los parámetros de medición de desempeño para futuros proyectos de construcción en el caso de estudio de la empresa CONSTRURUEDA S.A.S.
- Presentar recomendaciones para la aplicación de la práctica AACE No. 55R-09 – Análisis de Curvas S, en futuros proyectos de construcción de obras civiles en la organización CONSTRURUEDA S.A.S.

**2. Marco teórico**

AACE International (Association for the Advancement of Cost Engineering International) es una asociación profesional sin fines de lucro que provee a sus miembros los principios y conceptos de Gestión e Ingeniería de Costos en todo el ciclo de vida de cualquier empresa, programa, instalaciones, proyecto, producto o servicio. (AACE, 2019).

En el desempeño de su labor, AACE International ofrece a sus miembros Practicas Recomendadas (RPS) que contienen información y procedimientos que pueden ser implementados en casi todas las áreas de la gestión de proyectos.

La práctica recomendada por AACE a implementar en el presente proyecto es la No 55R-09 – Análisis de Curvas S, enmarcada en la gestión de costos y cronograma, específicamente para la evaluación del desempeño de los proyectos.

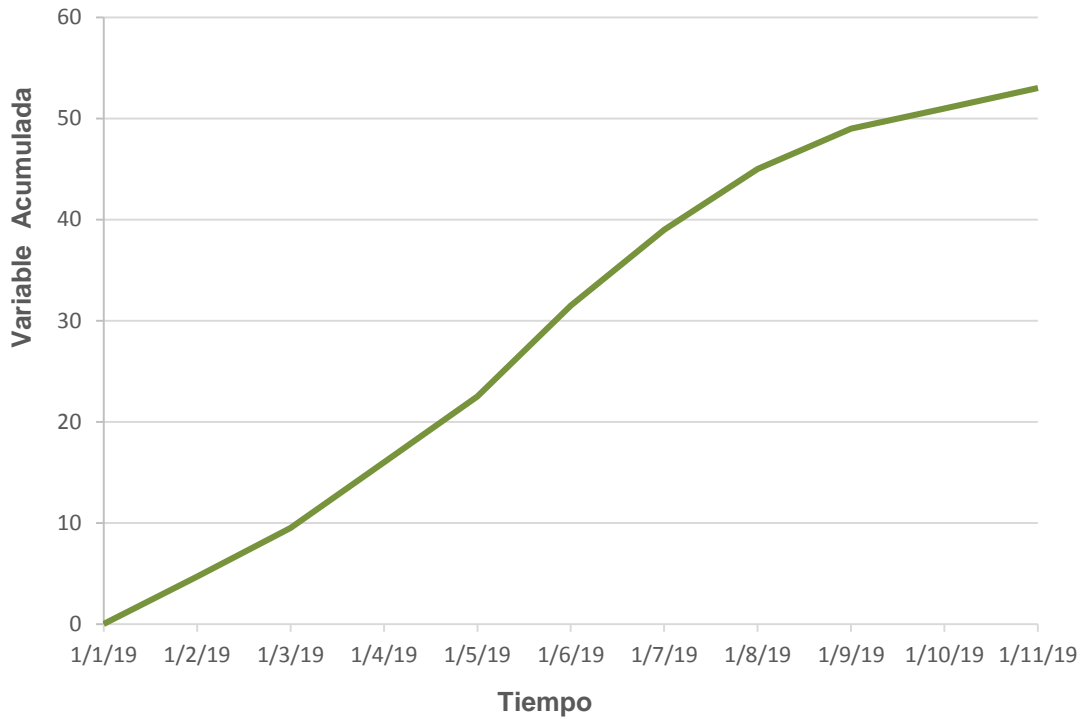
## 2.1 Curvas S

La curva S es una herramienta ampliamente usada en la gestión de proyectos, generalmente implementada por programadores o ingenieros de costos, que brinda una fácil visualización del desempeño de un proyecto.

Con el uso de esta herramienta se busca representar de manera gráfica el avance de un proyecto y facilitar la interpretación del comportamiento del mismo, de tal manera que se logren identificar rápidamente los posibles impactos en el tiempo.

Esta herramienta tiene la ventaja, dada su naturaleza gráfica, de brindar de manera rápida información precisa sobre el avance de un proyecto, de modo que para cualquier interesado resulta muy sencillo conocer el estado actual del mismo.

La curva S como herramienta gráfica permite la representación de recursos, costos y otras cantidades acumuladas en función del tiempo. Su nombre se deriva de la forma de que tiene la curva, similar a la letra “S”, aplanada al inicio y al final y pronunciada en el centro, reflejando un comportamiento típico de la mayoría de los proyectos complejos que tienen un inicio lento, se aceleran en su desarrollo y finalmente se desaceleran cuando se acerca el final del proyecto y el trabajo termina.



*Figura 1. Curva S*

## 2.2 Desarrollo de curvas S

Para llevar a cabo curvas S, se debe elaborar previamente el cronograma del proyecto, empleando las mejores prácticas de programación e incluyendo información de costos y/o cantidades de acuerdo con la información que se requiere reflejar.

Las curvas S fueron utilizadas inicialmente como herramientas para la gestión de proyectos dentro del proceso C/SCSC (criterios de sistemas de control costo/cronograma, por sus siglas en inglés) que evolucionó hasta convertirse en el actual Sistema de Gestión del Valor Ganado.

## **2.3 Tipos de curvas S**

**2.3.1 Curvas S comunes.** Dentro de la variedad de curvas S, las más comunes son aquellas que representan en formato gráfico horas hombre contra tiempo, y costos contra tiempo. Las primeras pueden ser útiles para su comparación, usando cualquier cantidad contra tiempo, mientras que las generadas usando costos contra tiempo pueden ser útiles para llevar el flujo de caja general del proyecto. La unidad de tiempo varía de acuerdo a la necesidad de cada proyecto, sin embargo, es importante que la unidad de tiempo sea coincidente con las actualizaciones al estado del proyecto, que en algunos casos es mensual, semanal e incluso diario, según el criterio de seguimiento. Si el objetivo principal es predecir la tendencia del proyecto, es conveniente utilizar un criterio de seguimiento con intervalos entre lecturas más cortos para aumentar la precisión del pronóstico.

**2.3.2 Curva S objetivo.** La curva S objetivo, también conocida como la línea base del proyecto, es la que se produce a partir de las fechas tempranas y refleja el progreso proyectado o planificado en el proyecto si todas las tareas son completadas en las fechas originales de finalización temprana. Esta curva representa el "mejor" progreso o productividad que se puede esperar en el proyecto.

**2.3.3 Curvas S de progreso.** Las curvas S de progreso son aquellas que se grafican junto con la curva S objetivo para comparar el estado actual del proyecto contra el progreso planificado. Generalmente, se pueden establecer dos comparaciones correspondientes a la curva de valor ganado y la curva de valor real. La curva de valor ganado se deriva del porcentaje completado

acumulado en el tiempo de la variable a analizar (horas hombre, cantidades o costos) y la curva de valor real se deriva de los datos reales cuantificados acumulados de la misma variable. El análisis conjunto de estas curvas respecto de la línea base permite conocer el estado del proyecto y predecir tendencias de costo, tiempo y/o otras variables analizadas.

**2.3.4 Curvas S con fechas tempranas y tardías.** Estas curvas se conocen comúnmente como “curvas banano”, en las cuales se representa gráficamente las fechas tempranas y las fechas tardías. Generalmente, las dos curvas se superponen al principio y al final del proyecto, indicando el rango de posibilidades que el proyecto puede esperar si se entrega a tiempo. El rango inferior de la curva banano es la predicción del progreso donde cada actividad es realizada en el último día disponible, lo cual indica que todo el trabajo está en la ruta crítica.

**2.3.5 Curvas S de cantidad.** Las curvas S de cantidad son comúnmente usadas en industrias de fabricación y construcción en los casos donde existen entregables en volumen, como por ejemplo la construcción de vivienda vertical. En estos casos, se usa el cronograma de producción y se grafican cantidades contra tiempo programado, para hacer seguimiento a las cantidades ejecutadas.

**2.3.6 Curvas s de flujo de efectivo.** Las curvas S de flujo de efectivo permiten visualizar la situación financiera del proyecto, indicando la necesidad de efectivo y el momento de las obligaciones de pago. Para su elaboración se debe considerar el tiempo de cada elemento de costo.

**2.3.7 Otras curvas s específicas.** Existen otros tipos comunes de curvas S que pueden ser de gran ayuda dependiendo de los datos existentes y la necesidad de información, entre ellas se puede encontrar las curvas S de recursos, de mano de obra, de cantidades instaladas, entre otras.

## 2.4 Análisis de la curva S

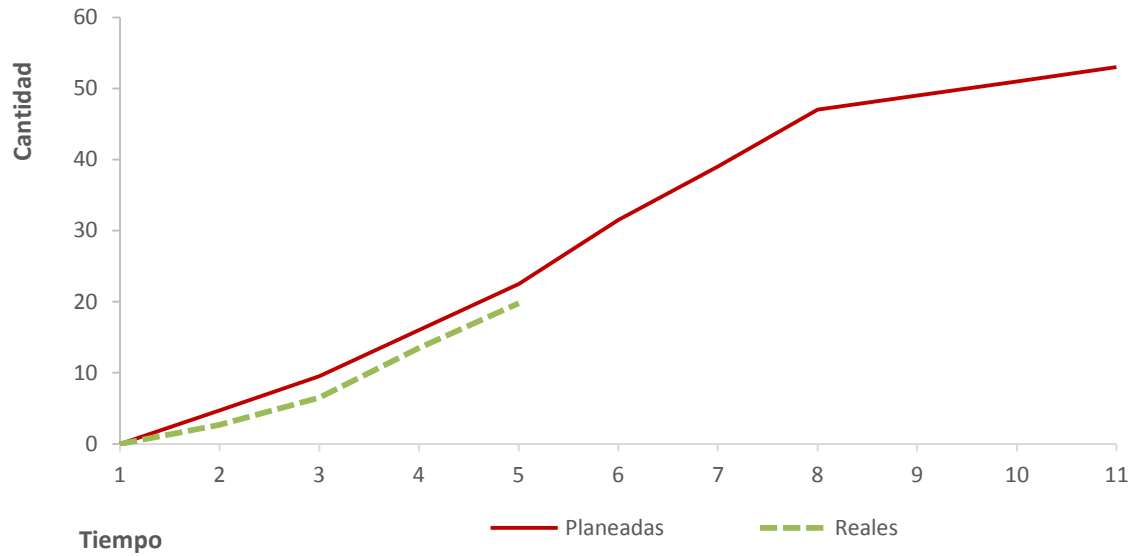
Existen métodos para el análisis de curvas S a partir de datos reales que permiten el monitoreo del proyecto realizando comparaciones del progreso real contra la curva S proyectada y de esta manera verificar que su comportamiento se encuentre dentro de los límites de costo y tiempo.

A continuación, se presenta una descripción de los métodos empleados y su implementación, que dependerá de la complejidad y requisitos del proyecto.

**2.4.1 Aplicación de datos reales.** Corresponde al método más común y fácil de usar, que permite visualizar el estado del proyecto de una manera ágil y sencilla.

En este método se comparan los datos reales contra los datos planeados y si los datos reales se encuentran por encima del valor planificado indica que el proyecto se encuentra adelantado.

Si por el contrario, los datos reales se encuentran por debajo de los planificados, el proyecto se encuentra en estado de atraso lo que quiere decir que cualquier cantidad real solo se alcanzará más tarde de lo que estaba previsto, tal como se visualiza en la siguiente figura.



*Figura 2.* Análisis de datos reales contra planeados.

**2.4.2 Análisis de valor ganado.** El valor ganado es un método basado en la comparación de cantidades de trabajo planeado contra el trabajo terminado para verificar que el costo, cronograma y trabajo completado se estén ejecutando de acuerdo a lo planeado.

Con la aplicación de datos reales y ganados se logra interpretar el estado de un proyecto y la proyección del mismo. A continuación, se presenta un ejemplo de la interpretación de resultados por medio de este análisis.

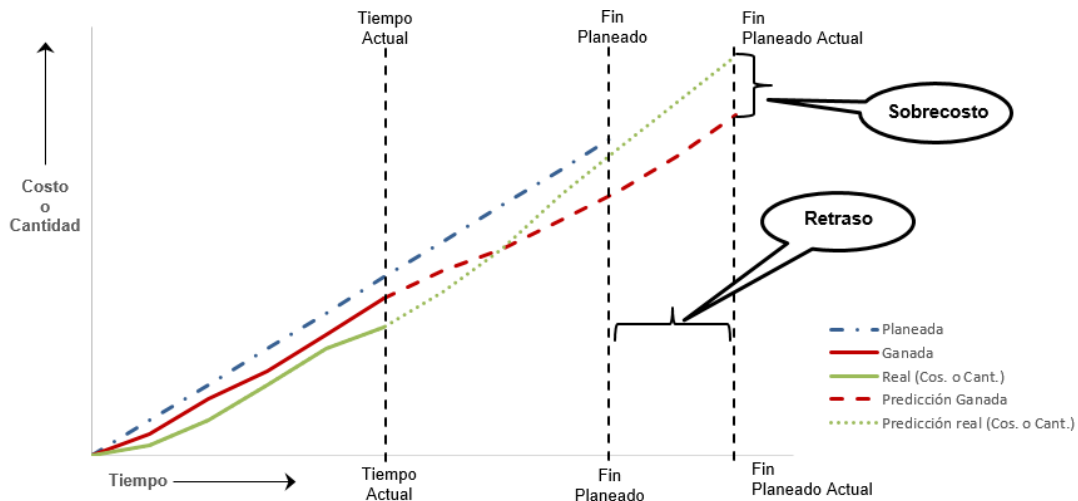


Figura 3. Análisis del valor ganado.

De la figura 3 se deduce que el proyecto finalizará en una fecha posterior a la inicialmente planificada y tendrá sobrecostos o cantidades excesivas a la terminación del proyecto. Por lo tanto, los interesados deben tomar acciones que permitan mejorar el curso del proyecto y lograr que se complete en la fecha de terminación planeada y en el costo presupuestado.

El análisis de Valor Ganado se encuentra enmarcado en la utilización de métricas que permiten el seguimiento y control del proyecto, las cuales se definen a continuación:

- Costo Presupuestado del Trabajo Programado (**CPTP** -Budgeted Cost of Work Scheduled **BCWS**) / Valor Planificado (VP –Planned Value **PV**):

Corresponde a la sumatoria todos los presupuestos para el trabajo programado a ser ejecutado dentro de un período de tiempo determinado.

- Costo Presupuestado del Trabajo Realizado (**CPTR** -Budgeted Cost of Work Performed **BCWP**) / Valor Ganado (VG –Earned Value **EV**):

Corresponde al valor del trabajo ejecutado expresado en términos del presupuesto asignado a ese trabajo.

- Costo Real del Trabajo Realizado (**CRTR** - Actual Cost of Work Performed **ACWP**) / Costo Real (CR –Actual Cost **AC**):

Corresponden a los costos realmente incurridos para llevar a cabo el trabajo.

- Presupuesto a la Terminación del Proyecto (**PTP** -Budget at Completion **BAC**):

Es el presupuesto total autorizado para llevar a cabo el alcance del proyecto.

- Estimación para Completar el Proyecto (**ECP** -Estimate to Completion **ETC**):

Es el costo restante esperado, necesario para completar una actividad, un grupo de actividades o el proyecto.

$$\mathbf{ETC} = \frac{\mathbf{BAC} - \mathbf{EV}}{\mathbf{CPI}}$$

- Estimación a la Terminación del Proyecto (**ETP** -Estimate at Completion **EAC**):

Es el nuevo costo total estimado para completar el trabajo planificado a ser ejecutado.

$$\mathbf{EAC} = \mathbf{AC} + \mathbf{ETC}$$

- Desviación del cronograma (DT -Schedule Variance **SV**):

Es la diferencia de tiempo entre el cronograma planeado y el cronograma ganado, expresada como una desviación de tiempo (días, semanas, meses, años). La DC/SV indica cuánto se adelanta o retrasa el cronograma del proyecto en comparación con el planeado (Línea base). Generalmente, un valor positivo indica que el proyecto esta adelantado y un valor negativo indican que el proyecto se encuentra en atraso. Si SV es igual a cero el proyecto está a tiempo.

$$\mathbf{SV} = \mathbf{EV} - \mathbf{PV}$$

- Desviación del costo (DC -Cost Variance **CV**):

Corresponde a la diferencia entre el VG/EV y el CR/AC, generalmente un valor positivo indica que el proyecto está costando menos de lo presupuestado, un valor negativo indica que el proyecto tiene sobre costos y si CV es igual a cero el costo del proyecto es igual al preseupuestado.

$$CV = EV - AC$$

- Desviación a la terminación del proyecto (DTP -Variance at Completion **VAC**):

Corresponde a la diferencia entre el PTP/BAC y el ETP/EAC. Un valor positivo indica una posición favorable y un valor negativo indica una posición desfavorable.

$$VAC = BAC - EAC$$

El CPTP/BCWS (VP/PV), el CPTR/BCWP (VG/EV) y el CRTR/ACWP (CR/AC) se presentan gráficamente en una curva S para identificar las variaciones y presentar el estado de un proyecto (ver Figura 4).

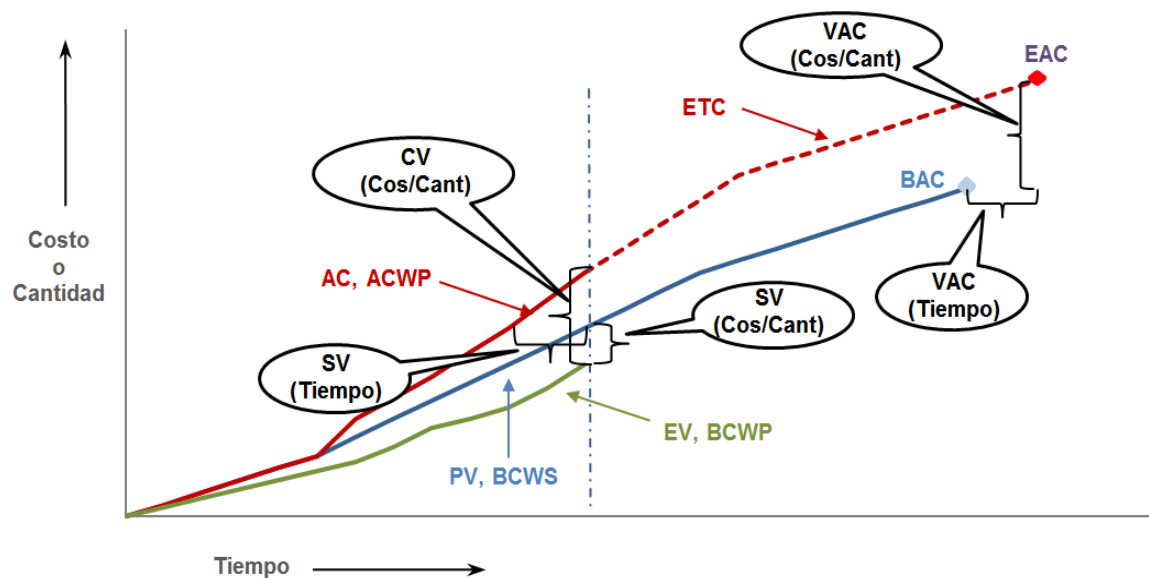


Figura 4. Análisis del valor ganado – Métricas

### **Índices de desempeño (KPIs)**

- Índice de Rendimiento de Programación (Schedule Performance Index - **SPI**): Este índice es comúnmente utilizado como cifra para supervisar la forma en que un proyecto avanza en el cumplimiento del cronograma. Un valor por encima de uno indica que el proyecto se encuentra

adelantado respecto al cronograma, un valor por debajo de uno indica que el proyecto está atrasado y un valor igual a uno indica que el proyecto está a tiempo.

$$\text{SPI (IRC)} = \text{EV} / \text{PV}$$

- Índice de Rendimiento de costos (Cost Performance Index - **CPI**): Este índice mide la eficacia financiera de un proyecto al dividir el costo presupuestado del trabajo realizado por el costo real del trabajo realizado. Un valor por encima de uno indica que el proyecto se encuentra por debajo del presupuesto, un valor menor que uno indica que el proyecto tiene sobrecostos y un valor igual a uno indica que el proyecto está dentro del presupuesto.

$$\text{CPI (IRC)} = \text{EV} / \text{AC}$$

- Índice Costo-Programación (Cost – Schedule Index – **CSI**): Este índice evalúa el comportamiento del proyecto tanto en cronograma como en costos. Entre más se aleje el CSI de uno, menor es la posibilidad que el proyecto se recupere.

$$\text{CSI (ICP)} = \text{CPI} * \text{SPI}$$

- Índice de Rendimiento de Costos a la Conclusión (To –Complete Performance Index – **TCPI**): Este índice permite determinar la eficiencia que debe alcanzar a partir de la fecha de estado para alcanzar el Presupuesto a la Terminación del Proyecto (PTP -Budget at Completion **BAC**) alcanzado inicialmente.

$$\text{TCPI} = (\text{BAC} - \text{EV}) / (\text{BAC} - \text{AC})$$

**2.4.3 Análisis de cronograma ganado.** Este método hace referencia al valor ganado convertido en tiempo a lo largo de la curva de línea base proyectada. Con este cálculo se deducen las fechas de progreso que comparadas con las fechas de estado revelan el atraso del proyecto expresado en variación de tiempo (días, semanas, meses, años).

El método de cronograma ganado supera las prestaciones de los métodos para calcular la duración del proyecto basado en métricas originales del valor ganado. Este método surge para superar los inconvenientes o falencias que pueden presentarse en la lectura de los indicadores de rendimiento de la programación del valor ganado (SV y SPI) por lo tanto, basa su estimación en la determinación del posible avance del proyecto, al cual correspondería el progreso actual si el proyecto se ejecuta según lo previsto.

El análisis de Cronograma Ganado se encuentra enmarcado en la utilización de métricas adicionales a las del Valor Ganado que permiten el seguimiento y control del proyecto, las cuales se definen a continuación:

- Programación Ganada - Earned Schedule **ES(t)**:

Identifica el tiempo (momento) en el cual el valor ganado que se tiene, debería haberse obtenido según la línea base.

$$ES(FE) = n + \frac{EV(FE) - PV(n)}{PV(n+1) - PV(n)}$$

Donde **n** es el periodo para el que:

CPTP(n) <= CPTR (FE)	FE= Fecha de Estado
BCWS (n) <= BCWP (AT)	AT=Actual Time
PV(n) <= EV (AT)	FE=AT

- Desviación del cronograma -Schedule Variance **SV(t)**:

Es la diferencia temporal entre el cronograma ganado y el tiempo actual. Un valor por encima de cero indica que el proyecto se encuentra adelantado en igual magnitud de unidades de tiempo, si el valor es igual a cero indica que se encuentra dentro del cronograma y si es menor a cero indica que el proyecto se encuentra atrasado en igual magnitud de unidades de tiempo.

$$SV(t) = ES(t) - AT$$

- Estimación a la Terminación del Proyecto (**ETP** -Estimate at Completion for Time **EAC<sub>time</sub>**):

Es el tiempo estimado para completar el trabajo planificado a ser ejecutado.

$$\mathbf{EAC_{time} = PD / SPI}$$

PD= Duración planeada

Sin embargo, dadas las falencias que se tienen en la lectura de los indicadores de SPI, el tiempo estimado para completar el trabajo (**EAC<sub>time</sub>**) calculado anteriormente, no resulta confiable. Por lo tanto, si se requiere conocer de manera confiable el tiempo estimado para completar el proyecto, debe ser calculado de la siguiente manera:

- Estimación Independiente a la Terminación del Proyecto (Independent Estimate at Completion - **IEAC(t)**):

Es el tiempo estimado para completar el trabajo planificado a ser ejecutado, calculado de la forma confiable.

$$\mathbf{IEAC(t) = PD / SPI(t)}$$

PD= Duración planeada

- Estimación para Completar el Proyecto - Estimate to Completion **ETC(t)**:

Es el tiempo proyectado necesario para determinar todo el trabajo restante del proyecto.

$$\mathbf{ETC(t) = ED(t) - AT}$$

***Índices de desempeño (KPIs)***

- Índice de Rendimiento de Programación - Schedule Performance Index - **SPI(t)**: Indica la eficacia de un proyecto, es decir el porcentaje (%) al cual se encuentra progresando el proyecto con respecto a lo planificado. Un valor por encima de uno indica que el proyecto se encuentra adelantado, un valor igual a uno indica que el proyecto se encuentra a tiempo y un valor menor a uno indica que el proyecto se encuentra en atraso.

$$\mathbf{SPI(t) = ES(t) / AT}$$

**2.4.4 Análisis de fechas tempranas y tardías.** Este método de análisis indica que mientras los datos reales se encuentren entre los tiempos tempranos y tardíos, y el pronóstico de finalización sea igual o anterior de la fecha final, el proyecto presenta un buen desempeño. Lo anterior, no garantiza el éxito del proyecto, solo es un indicativo de que el trabajo real se encuentra dentro de los límites planificados.

Se debe tener especial precaución en proyectos donde los datos reales tiendan a ajustarse en mayor proporción a las fechas tardías, dado que existe un alto riesgo de retrato del proyecto, especialmente cuando se tienen limitaciones de recursos, lo que podría llevar a no culminar el proyecto en la fecha de finalización prevista.

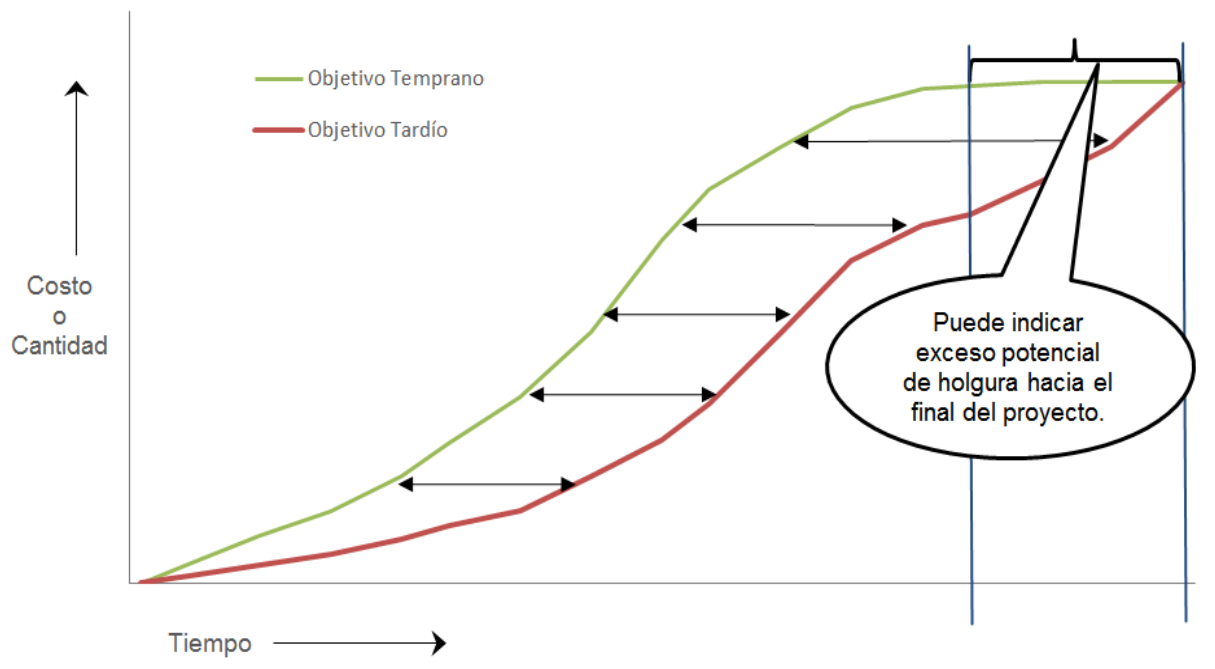


Figura 5. Curvas S de fechas tempranas y tardías

## 2.5 Análisis de curvas s en los procesos del PMI

De acuerdo con su naturaleza y objetivo, el análisis de curvas S es una herramienta que puede ser implementada como parte de los siguientes procesos establecidos en la Guía de los FUNDAMENTOS PARA LA DIRECCIÓN DE PROYECTOS – Guía del PMBOK y su Extensión de Construcción (PMI, 2017):

**2.5.1 Monitorear y controlar el trabajo del proyecto (4.5).** Este proceso consiste en hacer seguimiento y control al avance general del proyecto, en la procura del cumplimiento de los objetivos de desempeño establecidos en el plan para la dirección del proyecto. El mayor provecho de este proceso es permitirles a los interesados conocer el estado actual del proyecto, visualizar el

estado futuro del mismo y tomar acciones frente a los problemas que se puedan presentar, realizando proyecciones de tiempo y costos durante el desarrollo del proyecto.

**2.5.2 Controlar el cronograma (6.6).** Durante este proceso se lleva a cabo el monitoreo y control del estado del proyecto, se realiza la actualización al cronograma y de ser necesario se gestionan los cambios a la línea base del cronograma. La clave de este proceso es lograr que la línea base del cronograma del proyecto se mantenga a lo largo del mismo.

**2.5.3 Controlar los costos (7.4).** Este proceso consiste en hacer seguimiento y control del estado del proyecto a fin de actualizar los costos y de ser necesario gestionar cambios a la línea base costos. La clave de este proceso es lograr que la línea base de costos del proyecto se mantenga a lo largo del mismo.

**2.5.4 Estructuración de los procesos dentro de una organización.** El criterio de estructuración de los procesos indica la manera en que las actividades están distribuidas en la estructura de la organización. De acuerdo con el documento BUSINESS PROCESSES IN ORGANIZATIONAL DIAGNOSIS (Janićijević, 2010), existen tres (3) criterios de estructuración, el primero correspondiente al Principio de Aprovechamiento que consiste en que los procesos están organizados de tal manera que las actividades ocurran en un lugar de la organización, independientemente del proyecto al que corresponda. El segundo correspondiente al Principio de Enfoque donde las actividades son desarrolladas independientemente para cada proyecto. El tercero que corresponde a una combinación de los Principios de Aprovechamiento y

Enfoque, donde las diferentes actividades del proceso pueden estar estructuradas por cualquiera de los principios. (Janićijević, 2010).

### **3. Metodología**

En primer lugar, para mejorar el dominio de la práctica AACE 55R-09 – Análisis de Curvas S, se realizó la traducción técnica del documento para perfeccionar su implantación en el presente estudio. La práctica traducida se presenta como Anexo 1.

Seguidamente, con el propósito de conocer el estado actual de los procesos de seguimiento y control de la organización CONSTRURUEDA S.A.S., se realizó un diagnóstico de los procesos donde es aplicable la práctica No 55R-09 – Análisis de Curvas S.

A partir del diagnóstico se procedió a formular en detalle el plan de acción para el mejoramiento de los procesos, con el fin de implementar las medidas correctivas.

Finalmente, se obtuvieron conclusiones y recomendaciones enfocadas a la organización, que serán aplicables a futuros proyectos.

#### **4. Diagnóstico**

La organización CONSTRURUEDA S.A.S. es una compañía especializada en la ejecución de obras civiles en el sector público, con experiencia en construcción de infraestructura vial, espacio público, obras de saneamiento y otras obras de ingeniería.

Desde el punto de vista de la gestión de proyecto, la organización CONSTRURUEDA S.A.S. está iniciando una transición hacia las buenas prácticas del PMI. Con el fin de conocer el estado actual de los procesos de seguimiento y control dentro de la organización CONSTRURUEDA S.A.S. se hace necesario ejecutar un diagnóstico. Para el presente estudio se usará el modelo de diagnóstico sugerido en el documento BUSINESS PROCESSES IN ORGANIZATIONAL DIAGNOSIS (Janićijević, 2010).

El modelo de diagnóstico requiere la recopilación y análisis de información de la organización, para lo cual se llevaron a cabo entrevistas con el subgerente del área técnica de la organización y se obtuvieron los parámetros requeridos dentro del diagnóstico, que son: identificación y clasificación de los procesos, responsables y participantes, criterios de estructuración, indicadores clave de desempeño, competencia organizacional para el desempeño, contribución para el valor agregado al cliente, defectos y problemas en el funcionamiento, directrices para el mejoramiento y establecimiento de prioridades.

A continuación, se presentan los resultados del diagnóstico a la organización CONSTRURUEDA S.A.S.

#### **4.1 Identificación del proceso**

Consiste en identificar el proceso actual de la empresa dentro del cual se puede enmarcar la actividad de ANÁLISIS DE CURVAS S, la cual es objeto de la práctica AACE 55R-09 a aplicar en la empresa CONSTRURUEDA S.A.S.

De acuerdo con la Guía de los FUNDAMENTOS PARA LA DIRECCIÓN DE PROYECTOS – Guía del PMBOK y su Extensión de Construcción (PMI, 2017), los procesos donde está enmarcada esta actividad son:

- Monitorear y Controlar el Trabajo del Proyecto (4.5)
- Controlar el Cronograma (6.6)
- Controlar los Costos (7.4)

#### **4.2 Clasificación de los procesos**

Los procesos están clasificados de acuerdo con la Guía del PMBOK (PMI, 2017) dentro de la categoría: GRUPO DE PROCESOS DE MONITOREO Y CONTROL.

#### **4.3 Análisis y evaluación de los procesos**

Para la recolección de datos necesarios para el análisis y evaluación de los procesos, se ejecutaron entrevistas con el gerente del área técnica de la organización, con el fin de recopilar los parámetros e información requeridos, los cuales son:

**4.3.1 Responsable y participantes de los procesos.** El responsable de los procesos es el director del proyecto. Los demás participantes son el residente de obra y el contador de la organización.

a) Criterio de estructuración de los procesos. Los procesos están estructurados en una combinación del principio de aprovechamiento y el principio de enfoque. El director del proyecto y residente de obra trabajan exclusivamente para el proyecto (principio de aprovechamiento), mientras que el contador trabaja para la organización, realizando actividades propias de la organización, y en todos los proyectos, realizando las actividades contables en cada uno de estos (principio de enfoque).

**4.3.2 Indicadores clave de desempeño (KPIs).** Actualmente, en la organización no se han establecido indicadores para control y seguimiento durante la ejecución de las obras. El único “indicador” que se considera para la evaluación del desempeño es el Porcentaje de Utilidad antes de Impuestos, proyectado al inicio del proyecto sin realizar una verificación formal al finalizar del proyecto.

**4.3.3 Competencia organizacional para el desempeño del proceso.** En la organización no existen propiamente protocolos estandarizados para los procesos que puedan demostrar la competencia de esta para la ejecución de las actividades, por el contrario, se asocia la competencia para el desempeño de los procesos con la capacidad de los recursos humanos (experiencia, nivel académico, dominio de herramientas de software), y la disponibilidad y calidad de los recursos físicos y de software.

La organización CONSTRUEDA S.A.S. desarrolla proyectos de construcción de obra pública, en los cuales existen requisitos específicos predeterminados para el personal profesional requerido. Sin embargo, generalmente la organización cuenta con el siguiente recurso humano para el desarrollo de los proyectos.

- Director del Proyecto: En los proyectos de obra pública ejecutados por la organización, el perfil del director del proyecto requerido por los entes públicos contempla requisitos que varían de un proyecto a otro. Sin embargo, en general se trata de Ingenieros civiles con experiencia mínima de 10 años a partir de la expedición de la matrícula profesional, con experiencia específica variable (1 a 3 contratos) en obras de alcance y valor similares al proyecto que se va a realizar. En algunos casos inclusive se requieren estudios de posgrado específicos según el tipo de obra a ejecutar. En cuanto al dominio de software, el director del proyecto en todo caso deberá dominar como mínimo Microsoft Office (incluye Microsoft Project). En la mayoría de los casos, el Director del proyecto ha laborado en proyectos anteriores de la organización.

- Residente de Obra: En los proyectos de obra pública ejecutados por la empresa, el perfil del residente de obra requerido por los entes públicos contempla requisitos que varían de un proyecto a otro. Sin embargo, en general se trata de Ingenieros civiles con experiencia mínima de 5 años a partir de la expedición de la matrícula profesional, con experiencia específica variable (1 a 3 contratos) en obras de alcance y valor similares al proyecto que se va a realizar. En algunos casos inclusive se requieren estudios de posgrado específicos según el tipo de obra a ejecutar. En cuanto al dominio de software, el residente de obra en todo caso deberá dominar como mínimo Microsoft Office (incluye Microsoft Project) y software de dibujo (AutoCad).

- Contador de la organización: El contador de la organización tiene experiencia de 18 años desde la expedición de su tarjeta profesional, y ha laborado como contador en la organización

por los últimos 10 años. En cuanto al dominio de software, el Contador de la organización maneja el software del sistema contable usado por la empresa (World Office).

En cuanto a los recursos físicos y de Software, la organización cuenta con lo siguiente:

- Oficina Central
- Campamento con servicios públicos (uno por cada proyecto)
- Equipos de cómputo procesador i3 o superior, Sistema operativo Windows 10 o superior (uno para cada uno de los participantes del proceso)
- Microsoft Office básico + Project (para cada uno de los equipos)
- AutoCad 2016 (para los equipos del Director y Residente)
- World Office Contador (para el equipo del Contador)

**4.3.4 Contribución del proceso para el valor agregado al cliente.** La realización de un adecuado proceso de SEGUIMIENTO Y CONTROL PRESUPUESTAL Y DE CRONOGRAMA, permite conocer la evolución del desempeño mensual del proyecto, permitiendo evidenciar las actividades críticas y tomar las acciones correctivas correspondientes.

Por este motivo, es razonable asegurar que el mejoramiento de estos procesos representa un valor agregado al cliente, debido a la reducción de los riesgos de incumplimiento del cronograma y de los presupuestos establecidos, aumentando la confianza del mismo.

#### **4.3.5 Defectos y problemas en el funcionamiento de los procesos.**

a) **Proceso de Seguimiento y Control Presupuestal.** En su afán de optimizar la selección de los proyectos en los cuales participa, la organización CONSTRURUEDA S.A.S., ha desarrollado y perfeccionado la evaluación presupuestal preliminar de los proyectos, los cuales cuentan con un presupuesto oficial donde se encuentran especificados los precios y cantidades

previstas a ejecutar. Previo al inicio, se analiza cada uno de los precios unitarios oficiales con el fin de establecer el costo real de la ejecución de las actividades previstas en el proyecto y establecer un margen de utilidad incluyendo los costos directos e indirectos.

Si bien estas actividades están protocolizadas por la organización en el proceso de planificación y tienen cierto grado de madurez en cuanto a que se han venido optimizando como procesos propios de la empresa durante los últimos años, no necesariamente se están implementando las buenas prácticas y lineamientos recomendados por PMI y AACE en lo relacionado a la elaboración de la línea base y todos sus componentes (EDT, cronograma y presupuesto). Se deberá tener en cuenta que para obtener resultados precisos y fiables en el seguimiento es indispensable tener procesos de planificación recomendados por las buenas prácticas de la gerencia de proyectos.

Para la fase de ejecución de los proyectos, la organización CONSTRUEDA S.A.S. tiene menor grado de madurez en sus procesos de seguimiento y control presupuestal, evidenciándose las siguientes dificultades:

- El seguimiento de los costos causados no se hace de manera periódica, no se tiene en cuenta la complejidad del proyecto para definir la periodicidad del seguimiento. En la mayoría de los casos, la organización solo realiza chequeo de los costos causados al finalizar el proyecto.
- Si bien los precios unitarios oficiales del proyecto son analizados en la fase de Evaluación Preliminar, donde se establece que son favorables en cuanto a la generación de utilidad; en la fase de seguimiento y control no se tiene en cuenta el impacto en el presupuesto por factores como: cambios del precio del mercado de los materiales, bajo rendimiento de mano de obra u otros sobrecostos por imprevistos.

- Al término del proyecto, no es posible determinar con exactitud la utilidad de los proyectos, debido a que la información contable no es entregada de manera organizada al contador y en algunos casos inclusive se han llegado a extraviar soportes de pagos.

- No hay parámetros específicos (kpis) para medir el desempeño presupuestal de los proyectos, con el fin de verificar su estado actual, evolución y tendencias.

**b) Proceso De Seguimiento Y Control Del Cronograma.** En la fase de evaluación preliminar de los proyectos, la organización CONSTRUEDA S.A.S., realiza un análisis del plazo establecido por el cliente y se ajusta la ejecución del proyecto a ese plazo, verificando que la relación de cantidad y duración de las actividades sea viable en comparación con proyectos anteriores.

En comparación con las actividades que se llevan a cabo para la planificación presupuestal, la planificación del cronograma está mucho menos desarrollada por parte de la organización. La organización no elabora el cronograma empleando herramientas recomendadas por PMI y AACE, no implementa la Estructura de Desglose del Trabajo (EDT) y tampoco utiliza herramientas para la estimación de duraciones de actividades. En su lugar, la organización desarrolla la planificación del cronograma a partir de las actividades establecidas por los clientes que no son paquetes de trabajos sino ítems establecidos contractualmente para pagos. Por lo anterior, es claro que la organización deberá tener en cuenta que para obtener resultados precisos y fiables en el seguimiento del cronograma es indispensable tener procesos de planificación recomendados por las buenas prácticas de la gerencia de proyectos.

Para la fase de ejecución de los proyectos, la organización CONSTRUEDA S.A.S. en el proceso de seguimiento y control del cronograma, evidencia las siguientes dificultades:

- El control del cronograma no se realiza de manera periódica, lo que impide identificar con exactitud si se tiene atraso o adelanto en las actividades, con el fin de tomar acciones para mejorar y/o hacer predicciones sobre las duraciones finales.

- Si bien el cronograma se ha establecido como una secuencia lógica entre sus actividades, priorizando el uso del recurso humano mediante la rotación de mano de obra; en muchos casos se han tenido que incorporar frentes de obra adicionales para lograr el cumplimiento de los plazos, lo que se traduce en un mayor costo para el proyecto.

- La organización no cuenta con un registro histórico de rendimientos de actividades poco comunes en proyectos específicos, por lo tanto, se dificulta la estimación de sus duraciones y el control de su ejecución.

- No se identifican a tiempo inconvenientes o retrasos en actividades críticas que pueden estar en atraso y que podrían ser ejecutadas por recursos que están ejecutando actividades no críticas que se encuentran adelantadas.

- El Ingeniero residente de obra, que es el encargado de la medición del avance del proyecto, tiene diversas labores técnicas y administrativas (informes, comunicados, compras, etc) las cuales pueden interferir con el tiempo requerido para la medición precisa del avance de las actividades. En algunos los casos, se opta por asignar un valor porcentual aproximado, con el fin de cumplir con el plazo de presentación de las actas parciales de obra.

- No hay parámetros específicos (kpis) para medir el desempeño del cronograma de los proyectos, con el fin de verificar su estado actual, evolución y tendencias.

#### **4.3.6 Directrices para el mejoramiento de los procesos.**

- Acogerse al estándar Pmbok y su Extensión de Construcción para los procesos identificados en el diagnóstico.
- Implementación de Practicas recomendadas por la AACE International, como la práctica AACE No. 55R-09: Análisis de Curvas S, en el Marco de Referencia TCM: 10.1 – Evaluación de Desempeño del Proyecto.
- Fortalecimiento del equipo del proyecto, con el fin de mejorar la toma de datos en campo y facilitar el procesamiento de la información contable del proyecto.

#### **4.3.7 Establecimiento de prioridades para el mejoramiento de los procesos.**

1. *Implementación de Practicas recomendadas por la AACE International, como la práctica AACE No. 55R-09: Análisis de Curvas S, en el Marco de Referencia TCM: 10.1 – Evaluación de Desempeño del Proyecto:* Se establece como primera prioridad la dado que corresponde a la directriz que implica menor inversión de recursos para la organización y se puede lograr su materialización con el apoyo de la Universidad Industrial de Santander, mediante el Plan de Implementación que hace parte del presente estudio.

2. *Fortalecimiento del equipo del proyecto, con el fin de mejorar la toma de datos en campo y facilitar el procesamiento de la información contable del proyecto.* Se establece como segunda dado que conlleva cambios en la estructura de la organización, en las políticas, en los recursos requeridos (personal, equipos, sistemas) por lo que requiere de una mayor inversión en costos para la organización que deberá estar autorizada por la Gerencia.

3. *Acogerse al estándar PMBOK y su Extensión de Construcción para los procesos identificados en el diagnóstico:* Se establece la última prioridad debido a que es la que representa la mayor inversión en costos y tiempo y conlleva una transición hacia la implementación de una

metodología propia de la organización basada en el estándar del PMBOK, su Extensión de Construcción y procesos de certificación para los involucrados en la gestión de proyectos ofrecidas por PMI y AACE.

## **5. Plan de implementación de la práctica AACE No. 55R-09 – Análisis de curvas S**

### **5.1 Análisis de criterios para la estructuración del plan de implementación**

A partir de las directrices y su priorización establecidas en el diagnóstico, se procede a formular en detalle el plan de acción para el mejoramiento de los procesos, enfocado específicamente al Plan de Implementación de la Practica AACE No. 55R-09 – Análisis de Curvas S.

El plan de implementación se realiza con los responsables y participantes del proceso, así como con expertos de la unidad organizacional a la cual pertenece el proyecto, en este caso se realiza con el acompañamiento del Subgerente del Área Técnica de la organización CONSTRURUEDA S.A.S. El responsable de la implementación del plan debería ser el mismo responsable del proceso, y adicionalmente se deben establecer responsables para cada una de las actividades.

Cobra especial relevancia en el plan de implementación los parámetros de medición de desempeño (KPIs) que establece la organización a partir del presente plan, así como las actividades requeridas para el seguimiento de los procesos atendiendo los criterios de Quien, Cuando, Como y Donde se ejecutan.

Los cambios requeridos en el proceso pueden requerir adicionalmente modificaciones en la estructura de la organización, en las políticas, en los recursos requeridos (personal, equipos, sistemas), los cuales de acuerdo con la priorización establecida serán tenidos en cuenta como recomendación para futuras intervenciones en la organización.

Es importante aclarar que el enfoque del presente plan está dirigido hacia los procesos de seguimiento y control de la organización, puesto que la Practica AACE No. 55R-09 se desarrolla en el marco conceptual de la Gestión del Costo Total (TCM) para la evaluación del desempeño del proyecto. Sin embargo, se reconoce a través del diagnóstico que se podrán utilizar herramientas complementarias unificadas en los criterios de la AACE y PMI que permitan asegurar la formulación adecuada de la línea base y de esta manera garantizar el éxito en su seguimiento.

El plan corresponde a la implementación de actividades y KPIs para cada proceso de manera independiente, los cuales se describen a continuación;

## **5.2 Plan de trabajo**

Se ha planificado desarrollar una serie de actividades correspondientes a los diferentes análisis de las curvas S disponibles de acuerdo con la Practica AACE No. 55R-09 – Análisis de Curvas S.

Estas actividades se muestran a continuación.

Tabla 1.

*Actividades correspondientes a los diferentes análisis de las curvas S*

<b>Matriz de actividades: análisis de curvas S</b>							
No.	Actividad	Código	Quien ejecuta la actividad		Cuando se ejecuta la actividad	Donde se ejecuta la actividad	Procesos involucrados
			Responsable	Participantes			
1	Análisis de valor ganado en curvas de progreso del proyecto	EV-PSC	Director de obra	Residente de obra, ingeniero auxiliar, contador, auxiliar contable	Mensualmente, con el informe de avance de las obras	Oficina de obra y oficina contable	4.5 monitorear y controlar el trabajo del proyecto 7.4 controlar los costos
2	Análisis de cronograma ganado en curvas de progreso del proyecto	ES-PSC	Director de obra	Residente de obra, ingeniero auxiliar	Mensualmente, con el informe de avance de las obras	Oficina de obra	4.5 monitorear y controlar el trabajo del proyecto 6.6 controlar el cronograma
3	Análisis de aplicación de datos reales en curvas de cantidad para actividades de la ruta crítica	AAD-QSC	Director de obra	Residente de obra, auxiliar de ingeniería	Semanalmente, presentando resultados en el comité de seguimiento semanal	Oficina de obra	6.6 controlar el cronograma
4	Análisis de fechas tempranas y tardías en curvas de progreso del proyecto	ELD-PSC	Director de obra	Residente de obra, ingeniero auxiliar	Mensualmente, con el informe de avance de las obras	Oficina de obra	4.5 monitorear y controlar el trabajo del proyecto
5	Análisis de aplicación de datos reales en curvas de progreso (costo) para actividades con alta inversión previa a su ejecución	AAD-PSC	Director de obra	Residente de obra, ingeniero auxiliar, contador, auxiliar contable	Únicamente para casos específicos requeridos	Oficina de obra y oficina contable	7.4 controlar los costos
6	Análisis de fechas tempranas y tardías en curvas de cantidad para actividades sin experiencia previa	ELD-QSC	Director de obra	Residente de obra, ingeniero auxiliar	Únicamente para casos específicos requeridos	Oficina de obra	4.5 monitorear y controlar el trabajo del proyecto
7	Análisis de aplicación de datos reales en curvas de recursos específicos	AAD-RSC	Director de obra	Residente de obra, ingeniero auxiliar	Únicamente para casos específicos requeridos	Oficina de obra	4.5 monitorear y controlar el trabajo del proyecto

### 5.2.1 Análisis de valor ganado en curvas de progreso del proyecto (EV-PSC).

**Descripción:** Esta actividad debe ser realizada de manera periódica de acuerdo a la complejidad del proyecto. Se deberá establecer una estructura de reporte en dos niveles; el primer nivel, de mayor frecuencia, se ejecutará diariamente o semanalmente (depende de la duración y complejidad del proyecto) para entrega reportes al Gerente del proyecto. El segundo nivel, con menor frecuencia, es propuesto de manera mensual o trimestral (depende de la duración y complejidad del proyecto) para la entrega de reportes de seguimiento al cliente.

El director de obra será el responsable y la actividad deberá ser ejecutada por el residente, contador y grupo auxiliar. Previo al inicio del proyecto se deberá revisar que la curva de línea base no presente pendientes pronunciadas que puedan significar la acumulación de cargas de trabajo y por consiguiente la acumulación de uso de recursos. Esta herramienta de gestión debe ser utilizada para evaluar en términos generales el estado de los costos del proyecto.

Si el análisis del desempeño es favorable se deberá dar continuidad al sistema de trabajo empleado. Por el contrario, si el análisis arroja resultados desfavorables se requerirán análisis más específicos que permitan identificar las posibles causas del bajo desempeño de los indicadores.

### Índices de desempeño.

Tabla 2.

*Índice de Rendimiento de costos CPI.*

CPI	ESTADO	ACCIONES CORRECTIVAS
>1.20	CRÍTICO	Para futuros proyectos se deben revisar los términos de planificación de los costos ya que se evidencia que hubo errores en la elaboración del presupuesto.
1.10<CPI<1.20	ALARMA	Solicitar al área contable un reporte detallado de los costos para verificar que no estén omitiendo facturas.
0.97<CPI<1.10	OPTIMO	
0.93<CPI<0.97	ALARMA	Revisar cotizaciones, cantidades pagadas y uso de los recursos contra lo planificado, con el fin de identificar en donde se ha gastado de más y a partir de esto ajustar el plan de trabajo.

CPI	ESTADO	ACCIONES CORRECTIVAS
		Revisar en conjunto con SPI(t) para identificar una posible correlación entre un mayor gasto y un mayor avance. En caso de identificación de sobrecostos se podrá solicitar el análisis AAD-PSC para las actividades con alta inversión preliminar
<0.93	CRÍTICO	Revisar en conjunto con SPI(t) para identificar una posible correlación entre un mayor gasto y un mayor avance; en caso de existir correlación se deberán disminuir los recursos para nivelar el costo con el avance del cronograma. En caso de que el desempeño del cronograma sea negativo se deberá iniciar una investigación que involucre posibles pérdidas de materiales, bajo rendimiento del personal o un presupuesto mal planeado. Debe ser informada a la gerencia de la organización.

### 5.2.2 Análisis de cronograma ganado en curva s de progreso del proyecto (ES-PSC).

**Descripción:** Esta actividad debe ser realizada de manera periódica de acuerdo a la complejidad del proyecto. Se deberá establecer una estructura de reporte en dos niveles; el primer nivel, de mayor frecuencia, se ejecutará diariamente o semanalmente (depende de la duración y complejidad del proyecto) para entrega reportes al Gerente del proyecto. El segundo nivel, con menor frecuencia, es propuesto de manera mensual o trimestral (depende de la duración y complejidad del proyecto) para la entrega de reportes de seguimiento al cliente.

El director de obra será el responsable y la actividad deberá ser ejecutada por el residente y auxiliar de ingeniería. Previo al inicio del proyecto se deberá revisar que la curva de línea base no presente pendientes pronunciadas que puedan significar la acumulación de cargas de trabajo y por consiguiente la acumulación de uso de recursos. Esta herramienta de gestión debe ser utilizada para evaluar en términos generales el estado del cronograma del proyecto.

Si el análisis del desempeño es favorable se deberá dar continuidad al sistema de trabajo empleado. Por el contrario, si el análisis arroja resultados desfavorables se requerirán análisis más específicos que permitan identificar las posibles causas del bajo desempeño de los indicadores.

## Índices de desempeño

Tabla 3.

*Índice de Rendimiento de Programación SPI(t).*

SPI(t)	ESTADO	ACCIONES CORRECTIVAS
>1.20	CRÍTICO	Para futuros proyectos se deben revisar los términos de planificación de los tiempos de trabajo ya que se evidencia que hubo errores en la elaboración del cronograma.
1.10<SPI(t)<1.20	ALARMA	Complementar el análisis con la revisión de la curva AAD-QSC revisando los reportes y avances en cantidades ejecutadas de las actividades de la ruta crítica.
0.97<SPI(t)<1.10	OPTIMO	
0.93<SPI(t)<0.97	ALARMA	Solicitar reportes diarios de actividades en ejecución para identificar mermas en el rendimiento de los recursos. Revisar en conjunto con CPI para identificar una posible correlación entre un menor avance por una menor inversión en recursos. En caso de que se identifique que los recursos son insuficientes se podrá solicitar el análisis AAD-RSC para los recursos críticos. En caso de existir actividades en las cuales no se tenga suficiente experiencia previa se podrá solicitar el análisis ELD-QSC para medición de su desempeño.
<0.93	CRÍTICO	Revisar en conjunto con CPI para identificar una posible correlación entre un menor avance por una menor inversión en recursos; en caso de existir correlación se deberá aumentar la inversión para nivelar el cronograma y los costos. En caso de que adicionalmente existan sobrecostos se deberá iniciar una investigación que involucre posibles pérdidas de materiales, bajo rendimiento del personal o un cronograma mal planeado. Debe ser informada a la gerencia de la organización.

### 5.2.3 Análisis de aplicación de datos reales en curvas de cantidad para actividades de la ruta crítica (AAD-QSC).

**Descripción:** Esta actividad debe ser realizada de manera periódica de acuerdo a la complejidad del proyecto. Se deberá establecer una estructura de reporte en dos niveles; el primer nivel, de mayor frecuencia, se ejecutará diariamente o semanalmente (depende de la duración y complejidad del proyecto) para entrega reportes al Gerente del proyecto. El segundo nivel, con menor frecuencia, es propuesto de manera mensual o trimestral (depende de la duración y complejidad del proyecto) para la entrega de reportes de seguimiento al cliente.

El director de obra será el responsable y la actividad deberá ser ejecutada por el residente y el auxiliar de ingeniería. Esta herramienta de gestión es el complemento principal del análisis

ES-PSC, el cual puede resultar engañoso al mostrar un adecuado desempeño como resultado del énfasis excesivo en la ejecución de las actividades no críticas, en detrimento del progreso de las actividades de la ruta crítica. El análisis AAD-QSC tiene como fin realizar un seguimiento estricto y continuo al avance de las actividades críticas que finalmente son las que determinan el desempeño del cronograma.

### Índices de desempeño

Tabla 4.

*Índice de Rendimiento de Cantidad QPI*

$$QPI = EQ / PQ$$

Donde:

EQ= Cantidad Ganada / Ejecutada

PQ= Cantidad Planeada

QPI	ESTADO	ACCIONES CORRECTIVAS
>1.10	CRÍTICO	Para futuros proyectos se deben revisar los términos de planificación de los tiempos de trabajo ya que se evidencia que hubo errores en los rendimientos planificados de estas actividades.
1.00<QPI<1.10	OPTIMO	
0.95<QPI<1.00	ALARMA	Solicitar reportes diarios de actividades en ejecución para identificar mermas en el rendimiento de los recursos. En caso de que se identifique que los recursos son insuficientes se podrá solicitar el análisis AAD-RSC para actividades críticas.
<0.95	CRÍTICO	Implementar un plan de acción que incluya los recursos necesarios para recuperar el atraso. Se deberá iniciar una investigación para determinar las causas del bajo rendimiento de estas actividades. Debe ser informada a la gerencia de la organización.

#### 5.2.4 Análisis de fechas tempranas y tardías en curvas de progreso del proyecto (ELD-PSC).

**Descripción:** Esta actividad debe ser realizada de manera periódica de acuerdo a la complejidad del proyecto. Se deberá establecer una estructura de reporte en dos niveles; el primer

nivel, de mayor frecuencia, se ejecutará diariamente o semanalmente (depende de la duración y complejidad del proyecto) para entrega reportes al Gerente del proyecto. El segundo nivel, con menor frecuencia, es propuesto de manera mensual o trimestral (depende de la duración y complejidad del proyecto) para la entrega de reportes de seguimiento al cliente.

El director de obra será el responsable y la actividad deberá ser ejecutada por el residente y el auxiliar de ingeniería.

Previo al inicio del proyecto se deberán identificar inconsistencias en la planificación de la holgura acumulada. Dichas inconsistencias se pueden dar porque el proyecto esté muy ajustado (poca holgura) y sea inviable su ejecución de esta manera, o porque presente exceso de holgura que implique potencialmente una gran acumulación de trabajo que sea imposible completar con los recursos disponibles.

En cada uno de los informes mensuales se verificará que el avance del proyecto esté dentro de los márgenes tempranos y tardíos establecidos en el cronograma.

No existe un índice de desempeño relacionado para este análisis ya que corresponde a una revisión gráfica de las curvas.

### **5.2.5 Análisis de aplicación de datos reales en curvas de progreso (COSTO) para actividades con alta inversión previa a su ejecución (AAD-PSC)**

**Descripción:** Esta actividad debe ser realizada por solicitud específica del director del proyecto, a partir del análisis EB-PSC cuando se encuentren situaciones de sobrecostos del proyecto y se requiera clarificar sobre las inversiones anticipadas para ítems de alto valor. El director de obra, será el responsable y la actividad deberá ser ejecutada por el residente, contador y grupo auxiliar.

En esta curva se deben mostrar los montos de inversión en la escala temporal para la actividad específica. Es muy importante identificar las fechas donde se han realizado las inversiones significativas que aún no se registran como valor ganado, por sus amplios plazos de manufactura, transporte y otros trámites que afecten la terminación de la actividad. No existe un índice de desempeño relacionado ya que corresponde a revisión para casos específicos.

### **5.2.6 Análisis de fechas tempranas y tardías en curvas de cantidad para actividades sin experiencia previa (ELD-QSC).**

**Descripción:** Este análisis debe ser realizado por solicitud específica del director del proyecto, para hacer un seguimiento más detallado de las actividades que presentan atraso y en las que la organización no posee experiencia previa. Esto con el fin de monitorear su evolución al implementar acciones correctivas. Adicionalmente, estas curvas servirán como registro para alimentar las bases de datos de la organización que servirán para la planificación de futuros proyectos.

El director de obra será el responsable y la actividad deberá ser ejecutada por el residente y auxiliar de ingeniería. No existe un índice de desempeño relacionado ya que corresponde a revisión para casos específicos.

### **5.2.7 Análisis de aplicación de datos reales en curvas de recursos específicos (AAD-RSC)**

**Descripción:** Este análisis debe ser realizado por solicitud específica del director del proyecto, para hacer seguimiento de los recursos disponibles y los recursos requeridos en la escala temporal, cuando se identifique que existen atrasos por falta de estos recursos.

Igualmente, esta herramienta permite monitorear la disponibilidad de los recursos al implementar planes de acción en los que se aumente la capacidad productiva de la organización.

El director de obra será el responsable y la actividad deberá ser ejecutada por el residente y auxiliar de ingeniería.

No existe un índice de desempeño relacionado ya que corresponde a revisión para casos específicos.

### **5.3 Elaboración de la documentación**

El principal propósito de los formatos elaborados para los análisis de las curvas S es proporcionar una herramienta que permita presentar las gráficas, los indicadores, los responsables, así como describir los antecedentes, análisis y acciones a implementar.

Es importante destacar que no se debe caer en un exceso de análisis que pudiera degenerar la practicidad de esta herramienta. Los modelos de los formatos se presentan en el Anexo 2.

### **5.4 Provisión de los recursos**

Para el desarrollo de la implementación de la Practica AACE No. 55R-09 – Análisis de Curvas S, es necesario contar con los recursos físicos y humanos que permitan la consecución de los objetivos establecidos. Por esto, a partir del diagnóstico realizado se evidencia la necesidad de implementar los siguientes cambios.

**5.4.1 Recursos humanos.** En cuanto a la gestión de los recursos humanos, en primer lugar se deberá implementar la herramienta de Matriz RACI para definir los roles específicos de cada uno de los integrantes del equipo de trabajo y así identificar las posibles sobreasignaciones de tareas que causan inconvenientes en las labores de seguimiento por parte del equipo de trabajo.

Con base en el organigrama descrito en el diagnóstico, y a partir de los defectos identificados se puede inferir la necesidad de reforzar el equipo de trabajo para dar apoyo al residente de obra en la medición del avance de los proyectos y en otras labores administrativas, con el fin de garantizar que se cuente con el tiempo necesario para realizar las mediciones requeridas en la elaboración de las curvas S.

Por otra parte, también se identifica la necesidad de fortalecer el equipo de trabajo con el fin de asegurar el seguimiento contable mediante la organización de los soportes de costos causados y el procesamiento de la información del área de contabilidad para la elaboración de las curvas S. Con esta última medida, se pretende modificar la condición del principio de aprovechamiento hacia el principio de enfoque de los procesos de seguimiento y control en los proyectos.

Con la elaboración de la matriz RACI, y a partir de las consideraciones formuladas anteriormente, se podrá determinar las necesidades de vinculación de personal para cada proyecto dependiendo de su complejidad.

**5.4.2 Competencia y formación.** Como medida futura a implementar para la transición hacia buenas prácticas del PMI, la empresa deberá determinar la competencia del personal y cuando sea aplicable proporcionar formación o tomar acciones para tomar competencia, evaluar la

eficacia de las acciones tomadas y asegurarse de que el personal es consciente de la importancia de todas sus actividades. Por esta razón, se deberá realizar un programa de capacitación enfocado hacia el área de gerencia y dirección de proyectos que permita avanzar hacia la certificación del personal en las áreas disponibles del PMI.

## **6. Conclusiones**

Considerando que el plan de implementación de la Practica AACE No. 55R-09 – Análisis de Curvas S, desarrollado en el presente documento, representa el primer paso de la empresa CONSTRURUEDA S.A.S. hacia la consolidación de procesos de dirección de proyectos eficaces basados en las mejores prácticas, se han desarrollado las siguientes conclusiones:

1. En el diagnóstico realizado a la organización se han identificado los procesos impactados por el presente estudio de acuerdo con la Guía de los FUNDAMENTOS PARA LA DIRECCIÓN DE PROYECTOS – Guía del PMBOK (PMI, 2017), donde se encuentran enmarcadas las actividades relacionadas con el análisis de curvas S, dando especial importancia a las herramientas de gestión recomendadas por el PMI y AACE para el monitoreo del desempeño de los proyectos.

A partir del diagnóstico se evidencia que actualmente no se utilizan herramientas y técnicas recomendadas por PMI y AACE para el adecuado desarrollo de los procesos de seguimiento y control de los proyectos. La falta de periodicidad en el monitoreo del avance y la inexistencia de

índices para mediciones de desempeño (KPIs) son identificadas como las principales falencias de la organización que pueden conducir al incumplimiento de la triple restricción del proyecto.

Así mismo, el diagnóstico permite inferir que los procesos de planificación relacionados a la elaboración de la línea base y todos sus componentes (EDT, cronograma y presupuesto) actualmente no son implementados con las buenas prácticas y lineamientos recomendados por PMI y AACE. En consecuencia y aunque este grupo de procesos no están enmarcados directamente en el concepto de la evaluación del desempeño de los proyectos, seguramente tendrá un impacto negativo en los resultados de los análisis principalmente en los relacionados con valor ganado y cronograma ganado.

Por lo anterior es claro que la organización deberá tener en cuenta que para obtener resultados precisos y fiables en la etapa de monitoreo del desempeño de los proyectos es indispensable tener procesos de planificación recomendados por las buenas prácticas de la gerencia de proyectos.

2. El plan de trabajo para la implementación de la de la Practica AACE No. 55R-09 – Análisis de Curvas S, diseñado en el presente documento, proporciona los criterios para el desarrollo y ejecución de las actividades encaminadas a evaluar y controlar el desempeño del proyecto.

Se ha propuesto la implementación de siete (7) herramientas de análisis cuyas funciones son complementarias entre sí y abarcan el control de las variables de tiempo y costo del proyecto. Usadas de la forma indicada y en los tiempos sugeridos en el plan, estas herramientas permitirán a la gerencia conocer el estado general de los proyectos, medir su desempeño y evaluar casos específicos que afecten los resultados de estas mediciones, llevando lo anterior a la toma de

acciones de manera oportuna que garanticen el éxito de los proyectos y el cumplimiento de los requisitos del cliente.

El plan de trabajo diseñado para la organización CONSTRURUEDA S.A.S., plantea el uso de formatos para cada una de las siete (7) herramientas de análisis propuestas para la implementación. Estos documentos deberán contener la información estrictamente necesaria, de manera práctica y de fácil comprensión para cada uno de los análisis, evitando un exceso de documentación que desvíe la atención sobre los hechos relevantes y afectando la toma de decisiones por parte de la gerencia.

3. Los índices de medición (KPIs) establecidos como parámetros por la organización, son el eje fundamental para la evaluación del desempeño de los proyectos. Estos índices fueron establecidos de la mano de la dirección técnica de la compañía y sus rangos de aceptación o alerta reflejan la tolerancia de la organización en cuanto a atrasos y sobre costos en función de su capacidad de respuesta.

## **7. Recomendaciones**

1. Uno de los cambios fundamentales requeridos por la organización para complementar el impacto del presente plan y asegurar el óptimo resultado de los procesos de seguimiento y control, es el fortalecimiento de los procesos de planificación inherentes a la elaboración de la línea base de los proyectos a través de la implementación de las practicas existentes en esta materia, algunas de las cuales se recomiendan a continuación:

Práctica AACE No. 33R-15 – Desarrollo de la Estructura de Desglose del Trabajo de un Proyecto.

Práctica AACE No. 32R-04 - Determinación de la Duración de las Actividades

Práctica AACE No. 61R-10 – Diseño de Cronograma

Práctica AACE No. 34R-05 – Bases de Estimación de Costos.

Práctica AACE No. 35R-09 – Desarrollo de Planes de Estimación de Costos – Aplicados a la Industria de la Construcción.

2. Se recomienda realizar revisiones periódicas al sistema de implementación con el propósito de apoyar el proceso de mejora continua. Uno de los factores principales a tener en cuenta es el chequeo de los umbrales de los índices de medición (KPIs), que deberán ser ajustados a partir de los resultados obtenidos en los proyectos y de los cambios organizacionales previstos a futuro.

3. Se recomienda asignar los recursos de personal sugeridos en el plan de implementación, con suficiente capacidad de liderazgo para cumplir con las metas y objetivos planteados por la organización.

4. Adicionalmente, con el fin de fortalecer las áreas de gestión en la organización CONSTRURUEDA SA.S., se recomienda realizar un programa de capacitación enfocado hacia la gerencia y dirección de proyectos, que permita avanzar hacia la certificación del personal en las áreas disponibles del PMI.

### Referencias Bibliográficas

AACE. (2019). *AACE Colombia*. Recuperado el 24 de 06 de 2019, de <https://www.aace-colombia.org/aaceinternational>

Janićijević, N. (2010). *BUSINESS PROCESSES IN ORGANIZATIONAL DIAGNOSIS*. Belgrado.

PMI. (2017). *Guia de FUNDAMENTOS PARA LA DIRECCIÓN DE PROYECTOS - Sexta Edición*.