



UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA

La Universidad Católica de Loja

ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL

“Evaluación de la confiabilidad en la planificación en proyectos de construcción”

Proyecto de fin de carrera previo a la obtención del título de Ingeniero Civil

AUTOR:

Riofrío Salinas Luis Darío

DIRECTOR:

Palacios Riofrío Jorge Luis

**LOJA - ECUADOR
2012**

Loja, Febrero del 2012

Ing.

Jorge Luis Palacios Riofrío.

DIRECTOR DE TESIS

CERTIFICA:

Que luego de haber dirigido y asesorado el trabajo de investigación: **“EVALUACIÓN DE CONFIABILIDAD EN LA PLANIFICACIÓN EN LA CONSTRUCCIÓN DE PROYECTOS DE VIVIENDA EN LA CIUDAD DE LOJA”** elaborado por el Sr. Luis Darío Riofrío Salinas, previa la obtención del título de Ingeniero Civil, apruebo su estructura y contenido, certifico su autenticidad y autorizo su presentación.

.....

Ing. Jorge Luis Palacios Riofrío.

DIRECTOR DE TESIS

CESIÓN DE DERECHOS

Yo, Luis Darío Riofrío Salinas, declaro conocer y aceptar la disposición del Art. 67 del estatuto orgánico de la Universidad Técnica Particular que en su parte pertinente textualmente dice: “Forman parte del patrimonio de la Universidad la propiedad intelectual de investigación, trabajo científicos o técnicos y tesis de grado que se realicen a través o con el apoyo financiero, académico o institucional (operativo) de la Universidad”

.....

Luis Darío Riofrío Salinas

AUTORÍA:

El presente trabajo investigativo, en su estructura teórica, metodológica, resultados, análisis de resultados, conclusiones y recomendaciones vertidas son de exclusividad y responsabilidad del autor, las citas, transcripciones y referencias han sido debidamente determinadas y anunciadas.

.....
Luis Darío Riofrío Salinas

AUTOR

AGRADECIMIENTO:

Quiero expresar mi más sincero agradecimiento a mis padres por su permanente apoyo y comprensión, a mis profesores por sus sabias enseñanzas difundidas en el transcurso de mi vida universitaria; a mis compañeros de mi querida escuela de Ingeniería Civil y, a todos quienes permitieron y colaboraron para la realización de esta tesis, particularmente a el Ing. Jorge Luis Palacios Riofrío, director de la misma, puesto que sin su colaboración y guía no habría sido posible la realización de este trabajo.

.....
Luis Darío Riofrío Salinas

AUTOR

DEDICATORIA

En estos momentos donde mi corazón rebosa de alegría quiero dedicar este trabajo a mi amado Dios por la vida que me ha regalado por ser mi luz y mi guía.

A mis amados padres por su permanente e incalculable apoyo que me brindaron a cada instante, alentándome a culminar este trabajo, gracias a ustedes por ser mi inspiración

A mí adorada hermana por ser mi ejemplo y la amiga de siempre.

A mis amigas y amigos que desinteresadamente me han llenado de fuerzas para seguir adelante y a mi querida comunidad Rosarista en donde encontré mi segundo hogar.

A todos mis seres queridos GRACIAS.

Luis Darío Riofrío Salinas

ÍNDICE

Certificación	I
Cesión de derechos	II
Autoría	III
Agradecimiento	IV
Dedicatoria.....	V
Resumen.....	1
1. Introducción.	2
1.1 Objetivos.	3
1.2 Problemática.....	3
1.3 Justificación del proyecto.	5
1.4 Metodología de la Investigación.....	6
2. Productividad.....	8
2.1 Medición de la productividad.	8
2.2 Competitividad.....	9
2.3 Productividad en la construcción.....	10
2.4 El trabajo	12
2.5 Factores q afectan la productividad.	13
2.6 Mejoramiento de la productividad.	14
3. Planificación	17
3.1 ¿Qué es la planificación?.....	17
3.2 Niveles de Planificación	18
3.3 Características de la planificación en la construcción	21
3.4 Modelo tradicional de Planificación.....	22
3.5 Evaluación de la Planificación.....	24
3.5.1 Naturaleza de la evaluación.....	25
3.5.2 Requisitos que debe cumplir una buena evaluación de proyectos.....	25
3.6 Last Planner System	26
3.6.1 Lean Construction.....	28
3.6.2 Descripción del Sistema	31
3.6.3 Plan maestro	32
3.6.4 Inventario de trabajos ejecutables (ITE)	32

3.6.5 Planificación Intermedia.....	33
3.6.6 Planificación Semanal.....	34
3.6.7 Análisis de Restricciones.....	34
3.6.8 Revisión de Restricciones	35
3.6.9 Preparación de Restricciones.....	35
3.6.10 Reunion de Planificación semanal.....	36
3.7 Confiabilidad en la Planificación	37
3.7.1 Porcentaje de Asignaciones Completadas.....	40
3.7.2 Indice de Cumplimiento de Actividades.	41
4. Metodología del trabajo de campo	43
4.1 Elaboración del trabajo semanal	44
4.2 Visitas al proyecto.....	44
4.3 Indicadores a medir	45
5. Casos de Estudio	49
5.1. Caso 1.....	51
5.2.Caso 2	52
5.3. Caso 3.....	54
5.4. Caso 4.....	55
6. Análisis de Resultados	58
6.1 Análisis General de los proyectos.....	59
6.2 Análisis del proyecto 1	62
6.3 Análisis del proyecto 2	75
6.4 Análisis del proyecto 3	84
6.5 Análisis del proyecto 4	96
7. Conclusiones y Recomendaciones	106
7.1 Conclusiones	106
7.2 Recomendaciones	107
8. Bibliografía.....	109

Resumen.

El objetivo de este investigación es mostrar los resultados del estudio realizado en cuatro proyectos de construcción de viviendas en las ciudades de Loja y Catamayo, los que permitió conocer el nivel de confiabilidad de la planificación, las actividades que presentan mayor incertidumbre al ser ejecutadas y finalmente los resultados de aplicar acciones para aumentar los niveles de confiabilidad.

Los resultados obtenidos muestran que el aplicar métodos de planificación confiables aumenta significativamente los niveles de cumplimiento. Aplicar los criterios de la metodología "Last Planner" o último planificador en los proyectos, sirvió como una herramienta eficaz, al tratar de obtener niveles de eficiencia elevados permitiendo llevar un mejor control y ejecución de las actividades en obra.

1. Introducción.

El proceso de globalización de la economía hace que la competencia entre países y entre empresas sea en la actualidad más intensa. Consumidores más educados, más exigentes y con más opciones para satisfacer sus necesidades contribuyen a la presión que reciben las empresas por parte de los mercados para mejorar su competitividad. Por ello, es necesario que las empresas, incluyendo la industria de la construcción, inviertan tiempo y capital en el mejoramiento de la calidad de sus productos y sus directivos logren el mejoramiento de la calidad total en todos los niveles de su empresa.

La construcción ha experimentado un crecimiento en los últimos años, siendo un gran aporte para el producto interno bruto (PIB) del país, representando un 9.35% del total del PIB (Jiménez W). Es indudable que el sector de la construcción es un componente significativo en la economía de un país, a pesar de su importancia los problemas que se observan son muy conocidos: baja productividad, pobre calidad, incumplimiento de plazos y presupuestos entre otros.

En nuestro país las metodologías de construcción lastimosamente siguen siendo las mismas a las utilizadas años atrás. En la actualidad donde la industria de la construcción exige resultados eficientes en menores tiempos, se requiere de estrategias que regulen la gestión de proyectos y agilicen el cumplimiento de lo planificado.

En cualquier sector de la industria (petrolera, azucarera, etc.) siempre se ha presentado la necesidad de mejorar de forma continua sus procesos, el sector de la construcción no es la excepción. En los últimos años se ha incursionado en la implementación y adaptación de filosofías de otras industrias para el mejoramiento de la productividad.

Algunas estrategias se han desarrollado justamente con este fin; como la filosofía Lean Construction, cuyos fundamentos se basan en la filosofía Lean Production, creada por la multinacional Toyota, a fin de reducir las pérdidas y contrastarlas con las formas de producción en masa. De esta idea se crea Lean Construcción, como estrategia que busca la optimización de recursos (usar menos recursos sin perjudicar al proyecto), agilización de los plazos constructivos y la reducción de costos.

Una metodología que se desprende de la filosofía Lean Construction, es Last Planner, en su filosofía explica que el planificar adecuadamente se convierte en uno de los más efectivos métodos para incrementar la productividad, mejorándola mediante la eliminación de esperas y coordinando la interdependencia de las múltiples actividades por realizar.

La implementación de nuevas estrategias para el área de la gestión generará herramientas muy útiles para el sistema de planificación y control de proyectos, mejorando la confiabilidad y reduciendo la incertidumbre en la planificación.

1.1 Objetivos.

Objetivo General.

- Determinar el nivel de cumplimiento de la planificación en proyectos de construcción.

Objetivos Específicos.

- Reconocer las actividades que presentan mayor incertidumbre al momento de ejecución de una obra.
- Identificar las restricciones presentes en proyectos de construcción en las etapas de planificación y ejecución.
- Implementar acciones sobre el proceso de planificación para mejorar la productividad y efectividad en los proyectos de construcción.
- Evaluar el impacto de las acciones implementadas en la planificación en los proyectos de construcción.

1.2 Problemática.

En los proyectos de construcción, la planificación cumple un papel fundamental para el desarrollo de un proyecto. Por investigaciones realizadas en Chile y Colombia (Díaz 2007, Botero y Álvarez 2005), se ha comprobado que con disminuir la incertidumbre en la planificación se crea un aumento muy considerable en productividad y la calidad de las obras.

En Loja al igual que en el resto del país, el diseño y la construcción de un proyecto se realizan en dos etapas bien diferenciadas y muy poco coordinadas entre sí, esto

debido a: bajos niveles de comunicación entre involucrados, falta de aplicación del concepto de planificación de proyectos, falta de herramientas de coordinación y de visualización de los proyectos y en general a la costumbre muy arraigada de ir solucionando las cosas conforme se vayan presentando (Díaz 2007). Todo esto hace que los costos de construcción de aquello que se concibe en los planos, no sea realizado de forma óptima.

Una planificación general (global) es la utilizada en la mayoría de los proyectos de construcción de nuestra ciudad, despreciando así lo que puede presentarse en el día a día de la ejecución de los proyectos. Se planifica con la idea de terminar en un número de meses o culminar una losa en tantas semanas, ignorando que en el transcurso de la ejecución del proyecto, se pueden presentar atrasos o demoras que perjudiquen el tiempo programado inicial de culminación de las obras, por razones como: condiciones climáticas, mano de obra no calificada, etc. Justamente es en esta instancia, donde se empieza a perder el control del proyecto; claro los encargados de administrar los proyectos no pueden permitirse que el tiempo planificado de finalización de las obras se extienda, para esto, ellos lo compensan intentando recuperar el tiempo perdido, ¿Cómo?, utilizando la respuesta generalizada del común denominador, aumentando el número de trabajadores en las cuadrillas.

Aumentar el personal de trabajo, es la solución de la mayoría de las personas que dirigen los proyectos en la ciudad. Esta reducción contribuye a cumplir de alguna manera con la terminación de la obra en el tiempo que se planificó, pero se deja en segundo plano o se quiere ocultar lo que trae consigo, que es el aumento de costos finales de los proyectos; creando otro problema aún mayor, afectándolos duramente llegando en algunos casos a paralizar los proyectos constructivos por falta de presupuesto.

En algunos casos la dirección de los proyectos se entrega a personas que no cuentan con una preparación técnica o conocimientos básicos en el campo de la construcción, estas personas llevan el control de los proyectos sin establecer una planificación correcta de los mismos, confiando ciegamente en su experiencia. Algo muy común, es que todos los proyectos se los pretende planificar de la misma forma, Ej. Una casa de 2 pisos se construye en 4 meses. De esta manera se realiza el programa de las obras, despreciando la perspectiva de que cada proyecto es diferente.

El desconocimiento de métodos y la falta de interés por parte de los encargados de administrar los proyectos constructivos hacen darle una mínima importancia a la planificación en la construcción. Cuando se lleva un control adecuado de las obras, planificando apropiadamente, se siguen procesos de constante evaluación, análisis y toma de decisiones, permitiendo incrementar la productividad y presentando como resultado métodos de construcciones más confiables.

Es muy común observar que en la construcción no se cumplen principios básicos como son: finalizar la misma dentro del tiempo contractual, minimizar los costos de producción y hacerlo con calidad. Sin embargo, si las personas involucradas en los proyectos tuvieran herramientas que ayuden a una planificación eficaz se lograrían los objetivos básicos mencionados, se evitarían costos por multas contractuales por no terminar en el tiempo pactado, mala reputación por trabajos de pobre calidad y pérdida de clientes.

1.3 Justificación del proyecto.

Este trabajo investigativo parte de la necesidad de conocer el estado en cuanto a la planificación de proyectos de construcción. Conocer los métodos que se utilizan para planificar y evaluarlos para de esta manera verificar hasta qué punto son confiables en cuanto al cumplimiento. Con la información obtenida proponer acciones correctivas si los casos de estudio lo ameritan, y verificar si son recibidos de buena manera por los partícipes de las obras y estimar el impacto que pueden llegar a ejercer sobre proyectos de construcción

Algo común de observar en proyectos de construcción es el incumplimiento de plazos previamente establecidos, que dicho de otra manera se llama falta de cumplimiento en lo planificado (Díaz 2007). Este problema de plazos se ha convertido en un dolor de cabeza para las empresas constructoras, por lo cual se han creado metodologías que buscan solucionar de alguna manera este problema.

La propuesta es analizar los proyectos con una visión correctiva (analizar errores y proponer soluciones) y de evaluación constante en los proyectos que conlleve a dar soluciones oportunas y de resultados a corto plazo. Por esta razón la implementación de un buen sistema de planificación mejora en gran manera el inconveniente nombrado anteriormente (Botero y Álvarez 2005). El objetivo de planificar en cualquier área es alcanzar las metas trazadas, pues indica el camino que se debe seguir para obtener los resultados esperados, sin embargo muchas veces se le resta la debida

importancia por diversos motivos como: desconocimiento, falta de métodos apropiados que faciliten el proceso e incluso se planifica pero de manera empírica (Adanaque I 2008).

La principal motivación de ésta investigación plantea posibles mejoras con el fin de tener una herramienta poderosa y adaptada a la realidad de la construcción en nuestra ciudad. Comprobando que el planificar adecuadamente ayudará a obtener resultados más favorables, disminuyendo la incertidumbre, cumpliendo plazos previamente establecidos y reduciendo costos de obra. Crear una cultura, donde la evaluación constante sea la premisa, realizando mediciones: de cumplimiento, rendimientos, restricciones, variabilidad, etc, que fomente mayor competitividad y apunte a obtener excelentes resultados.

1.4 Metodología de la investigación.

El presente trabajo investigativo tiene como objetivo determinar el nivel de cumplimiento de la planificación en proyectos de construcción, esperando poder participar de cerca en cada uno de ellos de manera que permita conocer los niveles de cumplimiento en cuanto a la planificación. Se escogió 4 proyectos tomando en cuenta que con este número se podría contar con una muestra significativa de la información requerida, así también permitiéndonos poder realizar un seguimiento adecuado a cada uno de ellos. Si fuera el caso de un número mayor de proyectos no se habría podido avanzar a cumplir las metas por falta de tiempo que se le debía designarles a los mismos.

Los proyectos de construcción escogidos Serian aquellos en que todas las semanas de evaluación permitan observar la ejecución de bastantes actividades.

Una vez escogidos los proyectos de construcción donde se realizará la evaluación, es importante plantear el tiempo en que cada uno será evaluado. En esta investigación se considera un tiempo de 12 semanas separado en dos etapas, la primera de 8 semanas evaluó la planificación con que se ejecuta cada proyecto, lo que permitió conocer los niveles reales de confiabilidad. En la segunda etapa de cuatro semanas de duración, donde con la información previa de la primera etapa se intervino directamente en la planificación implementando acciones correctivas sobre los procesos de planificación en los cuatro proyectos.

Se tomaron en cuenta algunos de los principios de la metodología Last Planner considerando que permiten que la evaluación realizada sea más productiva, porque se ha comprobado en investigaciones anteriores (Díaz 2007, Botero y Álvarez 2005) cómo mejora el cumplimiento de la planificación donde se ha implementado.

Para registrar la información en cada proyecto y conocer los porcentajes de cumplimiento que se obtuvieron, se utilizaron dos indicadores P.A.C "Porcentaje de asignaciones completadas" e I.C.A "Índice de cumplimiento de actividades", los que permitieron conocer en qué porcentaje las actividades planificadas se cumplieron (Ejemplo: medición de metros cuadrados de mampostería en una semana).

La información recolectada se pasó por un análisis estadístico que permitió conocer los resultados semanales de: Actividades que fueron cumplidas, actividades que no fueron cumplidas y las razones por las cuales esas actividades no pudieron ser ejecutadas en su totalidad.

Finalmente se presentaron los resultados obtenidos durante toda la investigación y se proponen algunas recomendaciones sobre esta investigación y para investigaciones similares.

2. Productividad.

La productividad es conocida como la cantidad en la producción de un bien o servicio por insumo utilizado por unidad de tiempo. Es decir, la relación entre la producción obtenida y los recursos utilizados para obtenerla, durante un tiempo determinado (Sánchez 2004). En realidad la productividad puede ser definida como un indicador de eficiencia que relaciona la cantidad de producto utilizado con la cantidad de producción obtenida (Botero y Álvarez 2004).

La productividad está intrínsecamente relacionada con la mejora de la calidad, perfeccionando los estándares de las empresas, disminuyendo las fallas en la producción. Si se mejoran los estándares, se genera un ahorro de recursos “gastados innecesariamente”, la productividad por añadidura será óptima.

Cuando una empresa mejora su productividad, automáticamente eleva su calidad estructural: con posibilidad de aumentar salarios, mayor rentabilidad del capital, incentivo para inversionistas, búsqueda de nuevos mercados y lo más importante, generación de empleo (Serpell 2002). Es lógico que con una mayor producción utilizando los mismos recursos se genere una mayor utilidad para la empresa.

A raíz del beneficio que trae el ser productivo, las empresas buscan la mejor combinación de sus recursos para lograr igual o más cantidad de productos o servicios en el menor tiempo posible (Serpell 2002).

2.1. Medición de la productividad.

Botero L y Álvarez (2004), definen a la eficacia como la obtención de los resultados deseados; y la eficiencia como la obtención de los resultados deseados con el mínimo de insumos, se podría redefinir la productividad como la relación entre la eficacia/eficiencia (Botero L y Álvarez, 2004).

$$\text{PRODUCTIVIDAD} = \frac{\text{Salidas}}{\text{Entradas}} = \frac{\text{Productos Servicios}}{\text{Recursos Utilizados}}$$

Los productos representan los resultados esperados. Los insumos son los recursos que se emplean para obtener esos resultados. Los productos y los insumos deben ser cuantificados para obtener relaciones de productividad; no se considera en ellas el aspecto cualitativo de la producción (un producto debería ser bien hecho la primera

vez y responder a las necesidades de los clientes). Todo costo adicional (reinicios, refabricación, reparación después de la venta, trabajos rehechos etc.), debería ser incluido en la medida de la productividad (Botero y Álvarez 2004).

2.2 Competitividad.

Competitividad es la “capacidad de una organización de mantener sistemáticamente ventajas comparativas que le permitan alcanzar, sostener y mejorar una determinada posición en el entorno socioeconómico” (Lefcovich M, 2006). El concepto de competitividad hace pensar en la idea de "excelencia", o sea, con características de eficiencia y eficacia.

La ventaja comparativa de una empresa estaría en disponer de su habilidad, recursos, conocimientos, atributos, etc., los mismos de los que carecen sus competidores o que estos tienen en menor medida que hace posible la obtención de rendimientos superiores a los de aquellos.

Una empresa, cualquiera que sea la actividad que realiza, si desea mantener un nivel adecuado de competitividad a largo plazo, debe utilizar procedimientos de análisis y decisiones formales, encuadrados en el marco del proceso de planificación estratégica. La función de dicho proceso es sistematizar y coordinar todos los esfuerzos de las unidades que integran la organización encaminados a maximizar la eficiencia global (Sáez D. 2000)

Para entender mejor dicha eficiencia, se consideran los siguientes niveles de competitividad (Botero L y Álvarez M, 2004):

- a) **La competitividad interna** se refiere a la capacidad de la organización y de su continuo esfuerzo de superación para lograr el máximo rendimiento de los recursos disponibles como personal, capital, materiales, ideas, y los procesos de transformación.
- b) **La competitividad externa** está orientada a la elaboración de los logros de la organización en el contexto del mercado, o al sector al que pertenece. Como el sistema de referencia o modelo es ajeno a la empresa, ésta debe considerar variables exógenas, como el grado de innovación, el dinamismo de la industria, la estabilidad económica, para estimar su competitividad a largo plazo. Una vez que la empresa ha alcanzado un nivel de competitividad externa, deberá disponerse a mantener su competitividad futura, basado en

generar nuevas ideas y productos y de buscar nuevas oportunidades de mercado.

2.3 Productividad en la construcción.

La productividad ha sido objeto de estudio en todo tipo de industrias y empresas, especialmente en la actualidad donde la competencia obliga a que los niveles de la productividad sean cada vez más altos, sin embargo, en la construcción en Loja son pocos los estudios de productividad que se realizan, como por ejemplo: implementar acciones sobre la planificación, mediciones de rendimientos, etc. Esto porque las personas encargadas de dirigir los proyectos de construcción desconocen metodologías para efectuarlos y además piensan que es ilógico incurrir en gastos de este tipo de estudios.

La productividad es la relación entre lo producido y lo gastado en ello. Se puede expresar como (Serpell A. 2002):

$$\text{PRODUCTIVIDAD} = \frac{\text{Cantidad producida}}{\text{Cantidad gastada}}$$

Cuando se habla de la organización en términos de productividad en la construcción se refiere a todo el personal que forma el equipo, desde el gerente o administrador de una obra hasta el trabajador que realiza las tareas más simples en el terreno.

La responsabilidad de lograr una organización productiva recae en el administrador del proyecto, quien debe proveer los recursos y capacidades necesarias para ejecutar las obras, la dirección, planificación y control de estos recursos y de todo el proceso, las decisiones respecto a la metodología, secuencia y otros aspectos relevantes, un ambiente de trabajo adecuado y la información para que los grupos de trabajo puedan desempeñarse productivamente (Serpell 2002). Estos a su vez deben contar con una adecuada dirección y con el personal apropiado para cumplir con sus tareas, deben ser bien conformados y balanceados sobre la base de las capacidades requeridas y contar con los recursos necesarios entre otras cosas.

Finalmente, los trabajadores se desempeñaran más o menos productivamente, si cuentan con la capacitación necesaria, si están debidamente motivados y si no están restringidos por factores externos en la ejecución de sus tareas.

La productividad en la construcción está relacionada a un proceso de transformación en donde se ingresan recursos o productos (Materiales, mano de obra, maquinaria) llamados entradas para obtener el producto final o trabajo realizado eficientemente (Servicio cumplido) llamado salidas, como se observa en la figura 2.1.

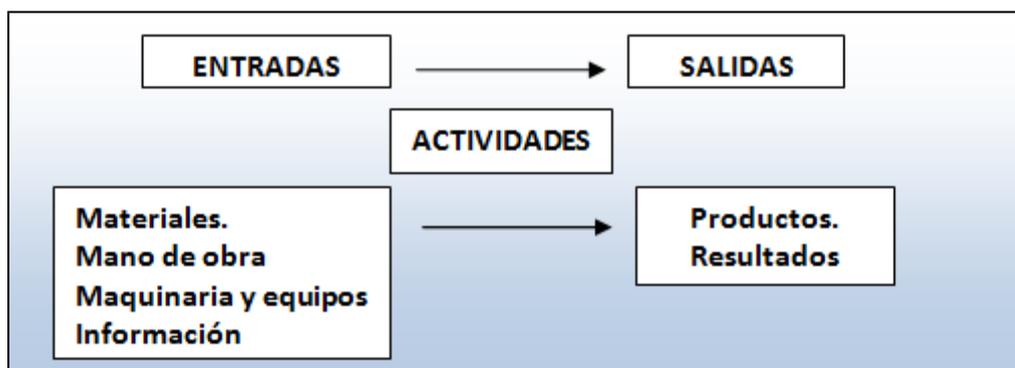


Figura 2.1: Proceso de transformación

(Serpell 2002)

Al considerar que existen diferentes recursos en los procesos constructivos será también importante considerar los diferentes tipos de productividad, que según Serpell (2002) son los siguientes:

Productividad de los materiales.- Su importancia en la construcción se debe a los costos que significan en relación al costo de las obra, por lo que deben ser utilizados de buena manera, evitando excesivas pérdidas de recursos y maximizando su utilización.

Productividad de la mano de obra.- Es el factor crítico, ya que es el recurso que generalmente fija el ritmo en la construcción y del cual depende, en gran medida, la productividad de los otros recursos. Por su relevancia es importante que estén presentes tres factores básicos para que esta sea productiva. Si cualquiera de estos tres elementos están ausentes o es deficiente, la productividad de la mano de obra es afectada, los elementos son:

- El obrero debe “DESEAR” hacer un buen trabajo, lo que está relacionado con la motivación y satisfacción en el trabajo.
- El obrero debe “SABER” hacer un buen trabajo, lo que tiene relación con la capacitación y entrenamiento del mismo.

- El obrero debe “PODER” realizar un buen trabajo, lo que implica una administración eficiente y efectiva.

Productividad de la maquinaria.- Este factor es importante por el alto costo de los equipos, por lo tanto, es muy relevante evitar las pérdidas en la utilización.

Es importante entonces, comprender que la productividad es un problema extremadamente complejo, debido a la gran cantidad y a las características de los elementos que tienen relación con ella.

2.4 El trabajo.

Es la expresión o demostración final de todas las personas que intervienen en un proyecto de construcción. Sus elementos básicos son los siguientes (Serpell 2002):

1. Personal: Aporta habilidades o capacidades, demanda satisfacción de deseos y necesidades.
2. Materiales necesarios para la ubicación del trabajo.
3. Ubicación: Acceso de trabajo, entorno de la obra.
4. Herramientas y equipos requeridos.
5. Información: Técnica y de gestión.

Una tarea o actividad se compone de (Botero y Álvarez, 2003):

Trabajo productivo.- Se define como el tiempo empleado por los trabajadores en la producción de alguna unidad de construcción, y que aporta directamente a la producción. Ejemplos de trabajo productivo son colocación de hormigón, ubicación de acero de refuerzo, colocación de mampostería, revestido de paredes, etc.

Trabajo contributivo.- Se define como el tiempo que emplea el trabajador realizando labores de apoyo necesarias para que se ejecuten las actividades productivas, como limpieza de escombros, encofrados, mediciones previas y de inspección, transporte de materiales, etc.

Trabajo no contributivo.- Se define como cualquier otra actividad realizada por los obreros y que no se clasifican en las anteriores categorías, por lo tanto se consideran pérdidas. Algunos ejemplos son: caminar con las manos vacías, esperar que otro obrero termine su trabajo, fumar, etc.

La figura 2.2 indica la composición normal de trabajo. La productividad de trabajo, se define en relación al contenido de trabajo productivo.

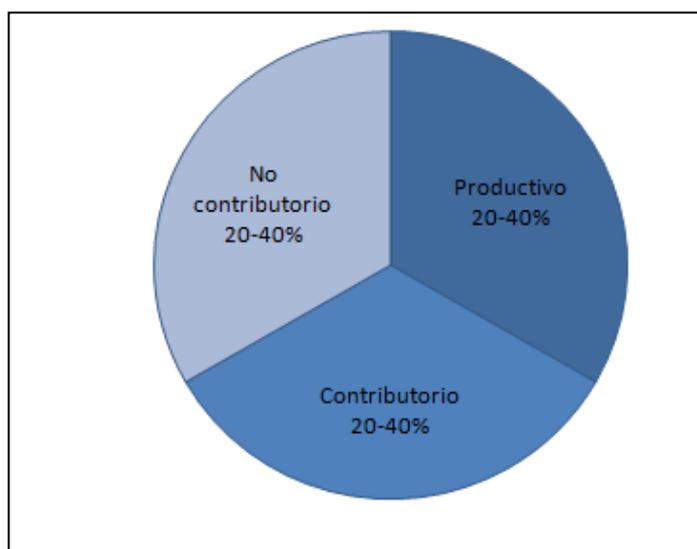


Figura 2.2: Composición Normal del Trabajo.
(Serpell 2002)

2.5 Factores que afectan a la Productividad.

Existen gran cantidad de factores que afectan de diferentes formas la productividad en los proyectos de construcción. El profesional encargado de la dirección de la obra, debe conocer cuáles de ellos son positivos y cuales negativos, para actuar sobre los últimos y disminuir o eliminar su efecto.

A continuación se indican algunos factores con incidencias negativas sobre la productividad en proyectos de construcción (Botero L y Álvarez M 2004):

- Errores en los diseños y falta de especificaciones.
- Modificaciones a los diseños durante la ejecución del proyecto.
- Falta de supervisión de los trabajadores.
- Agrupación de trabajadores en espacios muy reducidos (sobrepoblación en el trabajo).
- Alta rotación de trabajadores.
- Pobres condiciones de seguridad que generan altas tasas de accidentes.
- Composición inadecuada de las cuadrillas de trabajo.

2.6 Mejoramiento de la productividad.

En general la productividad global se puede aumentar mejorando el rendimiento de los trabajadores mediante la formación o su mejor organización, pero también mejorando la tecnología. Siempre el aumento de la productividad de uno de los factores conllevará el aumento de la productividad global una empresa.

Teniendo en cuenta los factores que inciden negativamente en la productividad, el administrador de la obra debe adoptar acciones correctivas que conduzcan a la solución de los problemas identificados. En la figura 2.3 se muestra el ciclo de mejoramiento continuo de la productividad.



Figura 2.3: Ciclo de Mejoramiento de la Productividad.

(Serpell 2002)

El ciclo de mejoramiento propuesto en la figura 2.3. Exige que se realicen algunas acciones a fin de incrementar la productividad en los mismos, estas acciones que deben realizarse constantemente durante todo el tiempo de ejecución, las acciones son (Serpell 2002):

Mediciones de productividad.- Es la primera etapa crítica dentro del proceso de la productividad. Esta debe ser realizada mediante la toma de datos (Mediciones de rendimientos), durante todo el proceso de las obras. Posteriormente la información obtenida debe ser procesada y realizarse un análisis estadístico.

Evaluación de la productividad.- Las mediciones realizadas en la etapa anterior ayudan para evaluar la productividad. Información importante para diagnosticar la situación en que se encuentra el proyecto, permitiendo elaborar de esta forma un plan estratégico de mejoramiento si el caso lo amerita. La actividad de evaluación es una

comparación de los logros obtenidos tanto frente a los niveles planeados, como así también frente a los valores registrados en el pasado por las empresas competidoras.

Implementación de planes de mejoramiento.- Una vez realizadas las etapas anteriores, es importante plantear estrategias y acciones de mejora basadas en un seguimiento permanente, realizando una retroalimentación constante de la información, conociendo a tiempo el estado de los proyecto, diagnosticando y realizando las mejoras a tiempo.

El sistema implementado para la medición de la productividad tiene los siguientes objetivos (Serpell A. 2002):

- Evaluar de manera objetiva el desempeño del proyecto.
- Referenciar el ciclo del proyecto para próximas etapas de construcción.
- Realizar análisis de tendencias, proyectando resultados para futuras obras y terminación de la obra.
- Determinación por qué una obra o actividad es más productiva que otras similares.
- Realizar pronósticos de costo, plazo, etc.

La clave para poner en práctica el ciclo de mejoramiento continuo de la productividad radica en actuar y medir de manera simultánea el impacto de los cambios realizados sobre todos y cada uno de los componentes que participan en el proceso productivo.

Una de las actividades básicas para el mejoramiento es la medición de la productividad. Una manera sencilla que se puede utilizar para medir la productividad en obras de construcción se muestra en la figura 2.4. Este esquema puede ser aplicado a nivel general, es decir para cuantificar la productividad global, o puede utilizarse para la medición de algunas actividades importantes o un conjunto de ellas.

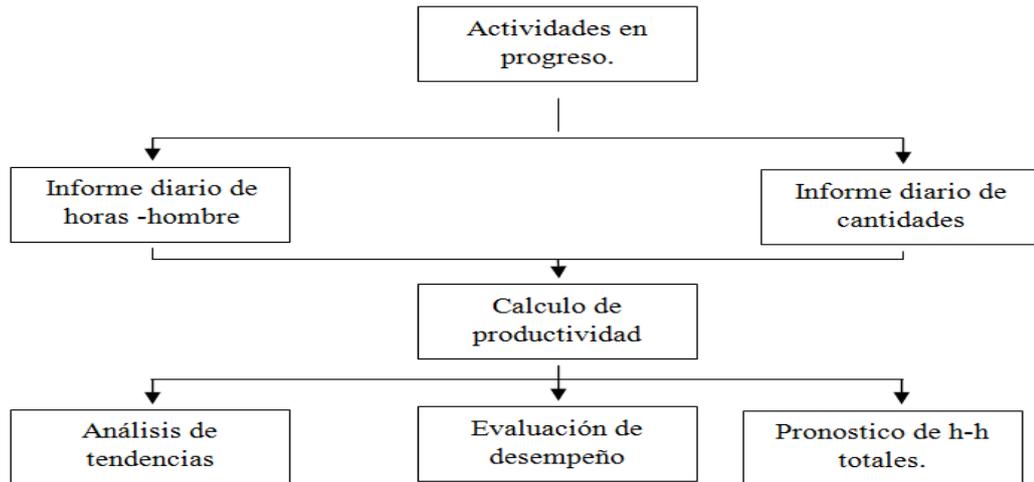


Figura 2.4: Esquema para la medición de la productividad en obras de construcción.

(Serpell 2002)

3. Planificación.

El propósito principal de planificar en un proyecto, es lograr el cumplimiento de un objetivo con la mínima interferencia producida por eventos que puedan retrasar o detener su culminación. La planificación debe servir como base de referencia para el seguimiento y el control de los mismos (Fuster 2004). Esta nos permite una utilización eficiente de los recursos y fortalece la posición del administrador de la obra, debido a que puede minimizar las influencias negativas y transferir responsabilidades directas a otros.

La planificación y control de un proyecto constructivo es el proceso de definir, coordinar y determinar el orden en que deben realizarse las actividades con el fin de lograr la más eficiente y económica utilización de los equipos, elementos y recursos de que se dispone (Díaz 2007). Por lo tanto se debe establecer un sistema para medir el avance que se está realizando y pueda ser compararlo con el proceso que se había programado o planeado; que además, permita controlar lo empleado en mano de obra, equipos y materiales con relación al programa.

El programa debidamente controlado permitirá (Campero 2008):

1. Conocer qué actividad no se está desarrollando de acuerdo al programa.
2. Poder tomar una decisión en el momento adecuado.
3. Mostrar un orden y disciplina de trabajo.
4. Proporcionar un medio de comunicación tanto vertical como horizontal.

3.1 ¿Qué es la planificación?

Hay varias definiciones de lo que es planificación; pero que en su globalidad apuntan a lo mismo. Por ejemplo, la planificación consiste en determinar lo que se debe hacer, que acciones debe tomarse, quien es el responsable de esas acciones y por qué (Serpell y Alarcón 2003). Según esta definición se puede observar que la planificación abarca muchos aspectos y sería bueno desglosarlos para establecer de mejor manera los objetivos y las partes de la planificación.

La planificación representa la mejor receta para cumplir los plazos de entrega, ajustarse al presupuesto y no encontrarse con sorpresas desagradables a mitad de la obra. Los beneficios se reflejan en múltiples experiencias exitosas en proyectos distantes de centros urbanos, de difícil acceso y de gran envergadura.

Cuando se habla de planificación se refiere a la “actividad mental creativa de trabajar sobre qué se debe hacer, como, en qué lugar, por quien y con qué” (Machado 2003). Es importante conocer su definición, por lo que en ocasiones existe confusión entre la planificación y las técnicas de planificación. Las técnicas de planificación son herramientas de las que hace uso el planificador, las cuales ayudan a analizar el plan, organizar la información e influyen directamente en los resultados. La importancia de distinguir entre planificación y técnicas de planificación, radica, en que el planificador no puede realizar ningún plan sin la utilización de los dos elementos. Estos dos elementos planificación y técnicas de planificación al unirse dan como resultado un plan de trabajo, el cual se expresa como diagramas y reportes, los que entregan las bases para comunicar lo que se ha planeado.

Según “Planificación de Obras” del profesor Gregorio Azócar (1996), la planificación “es un instrumento que tiene como objeto permitir tomar decisiones racionales y oportunas en base a hechos y posibles repercusiones que las decisiones tomadas puedan acarrear”

3.2 Niveles de Planificación.

Existen diferentes niveles para abordar la planificación en un proyecto, los cuales permiten definir el curso de acción a seguir, que será tomado como base durante la ejecución del mismo. La planificación se divide en 3 niveles que son (Anguiano E 2006)

- Planificación estratégica o de largo plazo.
- Planificación táctica o de mediano plazo.
- Planificación operacional o de corto plazo.



Figura 3.1: Niveles de Planificación.

(Serpell, 2002)

Planificación estratégica o a largo plazo.

Es la planificación general, que permite la buena administración de un proceso. Considera aspectos globales del proyecto y del enfoque que se va a realizar. Se utiliza una división gruesa de las actividades del proyecto con énfasis en los objetivos generales del proyecto y la forma general de lograrlos (Amarocho H. 2009). La planificación estratégica da claridad sobre lo que se quiere lograr y cómo se lo va a conseguir. Debe ser entendida como un proceso participativo, que no va a resolver todas las incertidumbres, pero que permitirá trazar una línea de propósitos para actuar en consecuencia.

El proceso de planificación estratégica no es algo que pueda pasar según vaya surgiendo en una reunión de planificación casual o durante una reunión del personal. Requiere una planificación cuidadosa para establecerla de modo que el proceso sea riguroso y exhaustivo. Cuando se desarrolla o revisa un plan estratégico, se establecen los parámetros para el trabajo de la organización, normalmente para dos o tres años o más. Así, tiene sentido invertir algo de tiempo y energía para el proceso de planificación estratégica.

Planificación táctica o de mediano plazo.

La planificación a mediano plazo consiste en formular planes a plazos que pongan de relieve las diversas partes de la organización. Se preocupa de un nivel más detallado del proyecto y su definición. Corresponde generalmente a la planificación de las actividades de trabajo específicas requeridas para llevar a cabo el proyecto (Roncal, 2007). Con este sistema de planificación se trata de lograr los objetivos planteados en la planificación a largo plazo. Por lo tanto, es recomendable que se realice la actualización de datos por lo menos cada mes.

La planificación táctica o de mediano plazo corresponde a la planeación de actividades de trabajo específicas requeridas para llevar a cabo un proyecto. Se entiende por táctica a un esquema específico de empleo de recursos dentro de una estructura general. Por lo tanto, la planificación táctica está constituida por el conjunto de acciones específicamente desarrolladas por los mandos intermedios en el corto y mediano plazo.

Planificación operacional o de corto plazo.

Se realiza para un tiempo comprendido entre una y dos semanas. Se encarga del detalle de cómo ejecutar las tareas necesarias para materializar las actividades definidas en los niveles anteriores (Roncal, J. 2007).

El objetivo de planificar detalladamente es lograr que para cada operación se use la secuencia y el método más económico posible, de acuerdo con la planificación general del proyecto. Esto significa pensar en los detalles de una tarea, planificarla y coordinarla antes de ejecutarla, anticipando interferencias, falta de recursos, etc.

La planificación a corto plazo además permite manejar y controlar problemas que a largo plazo afectarán a la construcción como; evaluación del tiempo o plazos, falta de información, variaciones técnicas, errores de trabajo, faltas de pago, faltas laborales, daño de la maquinaria, deficiencia de materiales y pobre coordinación.

La planificación de corto plazo es un sistema cuyo objetivo central es lograr una alta productividad y eficiencia en la ejecución del trabajo, a través de los siguientes objetivos operacionales (Serpell, 2002).

- Planificar la productividad para un horizonte de corto plazo, que normalmente abarca un periodo que varía entre 5 y 15 días.
- Asignar los recursos necesarios para materializar la producción deseada para el periodo.
- Fijar metas reales de producción, que aseguren el cumplimiento de los plazos.
- Evaluar y controlar el cumplimiento de las metas, comparando lo realizado con lo planificado.
- Detectar problemas que provoquen variaciones en la producción.
- Tomar acciones correctivas frente a variaciones observadas, en forma rápida y eficaz.
- Delegar autoridad necesaria a los niveles de supervisión de primera línea, dejando claramente establecida la responsabilidad asociada.
- Mejorar el control sobre la ejecución global y particular de las actividades.

- Mejorar la comunicación y retroalimentación de la ejecución del proyecto.
- Registrar la incidencia de las acciones del mandante en los resultados del contratista.
- Generar antecedentes para reclamaciones justas.

3.3 Características de la planificación en la construcción.

Cualquiera que sea el tipo de planificación, ésta recaerá sobre los recursos. Los recursos pueden considerarse como renovables cuando son limitados en cantidad pero que se pueden reutilizar en otros periodos como por ejemplo la mano de obra y equipos. En cambio los recursos no renovables o de carácter limitado, no pueden ser reutilizados en periodos posteriores como por ejemplo los materiales. De este modo, se identifican cuatro tipos elementales de recursos (Cruz V. y Rosa P. 2007), que son:

Materiales.- Considerando que las construcciones están físicamente bien definidas, las necesidades de materiales no cambian en función de alteraciones de plazos o de reprogramaciones de los períodos de actividades. Los recursos no son variables en función del tiempo de ejecución, poseyendo cantidades y costos directos de aplicación fija y definida. La fluctuación de esos recursos ocurre debido a problemas de desperdicios o ausencia de calidad en los procesos en que están comprometidos, como por ejemplo, la adquisición, el transporte, la preparación y la aplicación.

Humanos.- Son los componentes más complejos de cualquier actividad. Su gestión tiene como objetivo dimensionar las necesidades profesionales para la perfecta ejecución de la obra, reduciendo sobrecargas de trabajo y distribuyendo, lo más uniformemente posible, los perfiles de búsqueda de trabajo. Es esencial que durante la planificación se contemplen las siguientes características.

1. *Densidad de trabajadores* - No es aconsejable grandes concentraciones de profesionales en períodos aislados.
2. La rotación de los recursos humanos interfiere en la calidad, en la productividad y en la capacidad de realización y de formación, elevando los costos.
3. *Repetición.-* El agrupamiento de funciones similares y la repetición de actividades (no puramente mecánicas) aumenta la calidad y la productividad.

Equipamientos y herramientas.- Su necesidad es definida por el tipo de trabajo a ser realizado, por la tecnología disponible y necesaria, por el volumen de trabajo, por el plazo contractual y por las condiciones físicas sitio de trabajo. Sus costos son variables en función del tiempo, siendo que en su distribución deben considerarse los recursos monetarios y su durabilidad.

Instalaciones.- En general son los sitios donde se realizan las actividades (de apoyo, preparación, verificación o adquisición). El costo de las instalaciones no varía apenas con el tipo de actividad mas también cambia en función del tiempo.

3.4 Modelo tradicional de planificación.

La forma de planificación tradicional hace pensar que en los proyectos todo ocurre bien, hasta que alguien falla, produciendo una reacción de errores en cadena que se traducen en pérdidas de recursos y tiempo. Luego, a raíz de todo esto, más y más presión es puesta sobre cada elemento (persona) en cadena, con el fin de que se produzca con mayor velocidad, lo cual usualmente empeora las cosas. Si el enfoque de planificación tradicional funciona correctamente, lo que debe realizarse en el proyecto (actividades que se planifican realizar), debe corresponder con lo finalmente se realiza (actividades culminadas con éxito), lo cual lamentablemente en la actualidad es difícil de corregir por la incertidumbre que existe en todo proceso constructivo (Ballard y Howell 1994).

En los últimos años se han realizado estudios sobre la planificación, como por ejemplo los realizados por el Centro de Excelencia en Gestión de Producción de la Pontificia Universidad Católica de Chile, estudios que revelan las principales características que presentan los modelos tradicionales de construcción entre ellas tenemos (Díaz 2007):

- El desarrollo de los proyectos de construcción se realiza en condiciones de incertidumbre altas, por el hecho que el desarrollo de planificación se realiza en base a la experiencia de los contratistas, administradores o directores de los proyectos.
- El manejo de la información que día a día se obtiene de los proyectos se realiza de forma verbal, lo que puede crear olvido de información importante referente al proyecto que se transmite. Así también este aspecto comprende ciclos de corto plazo olvidando los de largo plazo.

- Los procesos de control actuales se centran en las actividades, obviando las unidades productivas. En el caso de la construcción, son los obreros (cuadrillas) los que realizan las actividades planificadas y controlan el ritmo de la producción del mismo. Por lo tanto, si no se mide y controla el desempeño de ellos será muy complicado tomar acciones correctivas a tiempo.
- La planificación se concibe a largo plazo (planificación global), plan que contiene el tiempo total de duración del proyecto. Este tipo de planificación hace que lo planificado fracase. La construcción está sujeta a factores externos (contratistas, clima, etc.) como internos (trabajos mal hechos, mala lectura de planos, etc.) que hacen que la planificación a largo plazo se convierta en información poco confiable y que al final inevitablemente haya que reprogramar las actividades.
- No se toma en cuenta la incertidumbre, inherente de los procesos productivos en los proyectos de construcción; esto se observa en planes de largo plazo muy detallados que llevan a realizar constantes cambios y actualizaciones no contempladas en los planes iniciales.

“Un proyecto de construcción es como un gran hogar que hay que organizar y es muy difícil hacerlo sin un adecuado método de planificación” (Díaz 2007). Este aspecto está fallando en la construcción y si a esto se suma la alta presión de trabajo, obtenemos profesionales trabajando en función de lo inmediato.

En la actualidad la falta de interés que existe por dar capacitación a los trabajadores es un problema que influye directamente a la planificación. Esto causa que las actividades sean realizadas de mala forma, y que deban ser ejecutadas nuevamente (Puede ser por mala interpretación de los planos o por falta de conocimiento de cómo realizar la actividad). Esto conlleva a tener: atrasos en lo planificado, elevación de costos en el proyecto, provocando atrasos en las actividades planificadas posteriormente. Capacitar a los trabajadores ayudará a superar esta causa común de no cumplimiento de las actividades planificadas y que se presenta a diario en la construcción, evitando rehacer los trabajos y fomentando una mejora en la calidad de la ejecución de la obra.

Otro aspecto importante para añadir es que las personas encargadas de manejar los proyectos son reacias a considerar la actualización de sus conocimientos, es muy difícil que un profesional con muchos años de experiencia en la construcción cambie su forma de trabajar y administrar sus proyectos, esto limita a que también mejore

sistemas y métodos de planificación, contribuyendo a que se sigan observando los mismos problemas de siempre en las obras (incumplimiento en terminar las obras, aumento de costos). Ellos consideran que con su experiencia ya basta y sobra mostrando poco interés en agregar nuevas técnicas de planificación (Díaz 2007).

3.5 Evaluación de la planificación.

Es importante tener claro que por medio de la evaluación continua se podrá saber cómo va funcionando un proyecto. Si la evaluación se realiza periódicamente, podrá dar a conocer los problemas a tiempo y las posibilidades para remediarlos serán mayores. Por otra parte, también permitirá que se pueda cambiar el curso del proyecto, modificar el horario o programación, preparar los materiales necesarios, o resolver las disputas entre el personal.

En primer lugar debemos distinguir 2 tipos de evaluación (Alarcón y Cruz 1997):

- 1. De procesos:** También llamada de seguimiento, es una evaluación que se hace durante el transcurso o desarrollo del proyecto, su propósito es detectar problemas no detectados originalmente, emergentes u otros que inciden en el cumplimiento de las actividades, influyen en el logro de objetivos y orientan respecto de realizar cambios si ello fuera necesario. Además, entrega información para la evaluación final.
- 2. De resultados:** Evaluación final, es aquella que se realiza una vez finalizado el proyecto, determina el o los resultados de las actividades desarrolladas en función de los objetivos propuestos originalmente. Debe otorgar criterios para definir respecto de la conveniencia o no de su continuidad, identificando los cambios necesarios de realizar.

Para el caso de una evaluación de procesos se referirá de resultados intermedios o parciales, y en la evaluación final, de resultados finales también llamados "impacto del proyecto". El concepto de "impacto" se refiere a modificaciones sustantivas, estables y permanentes que se logran con la ejecución del proyecto, respecto del o los problemas.

La evaluación tanto de procesos como de resultados puede ser de orden cualitativo o cuantitativo, lo que dependerá de la naturaleza de aquello que se evalúa.

3.5.1 Naturaleza de la evaluación.

Al inicio de cualquier proyecto de construcción se programan cuestiones como el tiempo de ejecución, el número de trabajadores que pueden ser utilizados, las actividades que deben ser realizadas, los equipos a utilizarse, los tiempos de ejecución, etc. Pero como conocer si lo que se ha planificado está siendo cumplido realmente. De aquí la importancia de evaluar los proyecto de construcción. La evaluación debe realizarse de forma constante y permanente en plazos cortos, que permita conocer hasta qué punto es confiable lo que en inicio se planificó.

Al evaluar un proyecto de construcción se deben tener claro algunos aspectos como son (Cohen E y Martínez R, 2007)

Lo que se quiere medir.- analizar la información qué se considere importante para mejorar la producción en las obras (medición de cumplimiento de actividades, rendimiento de equipos).

Con qué se va a medir.- Es importante saber que instrumento o formato servirá para utilizarlo en las mediciones (obtención de información), como pueden ser encuestas o entrevistas.

Cómo se va a medir.- se refiere a la metodología a seguir en la evaluación. De la metodología depende el instrumento o formato con que se realizará la evaluación.

El manejar estos tres criterios permitirá obtener resultados muy buenos en la evaluación de los proyectos de construcción, permitiendo obtener información verdaderamente importante y necesaria para mejorar el estado actual de la construcción.

3.5.2 Requisitos que debe cumplir una buena evaluación de proyectos.

Toda evaluación en la construcción, debe cumplir algunos requisitos metodológicos para garantizar que la información que genere puede ser usada en la toma de decisiones, esperando que todo proceso de evaluación sea (Azócar 2006):

- **Objetiva:** Debe medirse y analizarse los hechos definidos tal como se presentan.

- **Imparcial:** La generación de conclusiones del proceso de evaluación debe ser neutral, transparente e imparcial. Quienes realizan la evaluación no deben tener intereses personales o conflictos con la unidad ejecutora del proyecto.
- **Válido:** Debe medirse lo que se ha planificado medir, respetando las definiciones establecidas. En caso el objeto de análisis sea demasiado complejo para una medición objetiva, debe realizarse una aproximación cualitativa inicial.
- **Confiable:** Las mediciones y observaciones deben ser registradas adecuadamente, preferentemente recurriendo a verificaciones *in-situ*.
- **Creíble:** Todas las partes involucradas en el proyecto deben tener confianza en la idoneidad e imparcialidad de los responsables de la evaluación, quienes a su vez deben mantener una política de transparencia y rigor profesional.
- **Oportuno:** Debe realizarse en el momento adecuado, evitando los efectos negativos que produce el paso del tiempo.
- **Útil:** Debe ser útil y elaborarse en un lenguaje conciso y directo, entendible para todos los que accedan a la información elaborada, los resultados de una evaluación no deben dirigirse sólo a quienes tienen altos conocimientos técnicos sino que debe servir para que cualquier involucrado pueda tomar conocimiento de la situación del proyecto.
- **Participativo:** Debe incluirse a todos los involucrados en el proyecto, buscando de reflejar sus experiencias, necesidades, intereses y percepciones.
- **Retroalimentador:** Un proceso de evaluación debe garantizar la distribución de aprendizaje y su asimilación por parte de los involucrados en el proyecto, para fomentar el aprendizaje general.
- **Costo/eficaz:** La evaluación debe establecer una relación positiva entre su costo (económico, de tiempo y recursos) y su contribución en valor agregado para la experiencia de los involucrados en el proyecto.

3.6 Last Planner System.

Planificar adecuadamente se convierte en uno de los más efectivos métodos para incrementar la productividad, lo cual mejora la producción mediante la eliminación de esperas, se realizan las actividades en la secuencia más conveniente y coordina la interdependencia de las múltiples actividades por realizar. Ballard G y Howell G (1994) plantean que una buena planificación ocurre cuando se superan algunos obstáculos presentes en la industria de la construcción, como son los siguientes:

- La planificación no se concibe como un sistema, sino que se basa en las habilidades y el talento del profesional a cargo de la programación.
- El desempeño del sistema de planificación no se mide ni se evalúa.
- Los errores en la planificación no se analizan, ni se identifican las causas de su ocurrencia.

En este nuevo sistema se introduce adicionalmente a la planificación general de la obra (plan maestro), planificaciones intermedias y semanales, realizando un seguimiento de lo planificado a través del indicador P.A.C (Porcentaje de asignaciones completadas).

Se denominan asignaciones, al trabajo definido como posible de realizar una vez analizadas y eliminadas las restricciones (cuellos de botella). El individuo o grupo de trabajo que las plantea recibe el nombre de “último planificador”, de donde el sistema toma su nombre. El último planificador es quien fija las tareas específicas a quienes hacen el trabajo. El último planificador es la persona que directamente vigila el trabajo hecho por las unidades de producción. Es responsable de la capacidad de las unidades de producción, de sus rendimientos y de la calidad de sus proyectos. “El último planificador en la etapa de diseño puede ser el diseñador líder, en la etapa general de construcción puede ser ingeniero del proyecto, en una construcción específica puede ser el capataz a cargo. Pueden ser capataces, jefes de obra, supervisores, jefes de terreno, subcontratistas, jefes de sección, administradores de terreno y muchos otros actores presentes en los proyectos” (Niebel B 2006).

Las asignaciones de trabajos hechas por los últimos planificadores son las que finalmente determinan el desempeño de una cuadrilla o equipo de trabajo. Sin embargo, su impacto no llega solo hasta ahí, sino que se propaga hacia las cuadrillas que efectúan trabajos posteriores o que trabajan en paralelo en estrecha coordinación con el trabajo de su propia cuadrilla.

Cuando una cuadrilla no cumple el trabajo prometido, no solo afecta su propio desempeño sino el de todas las cuadrillas que contaban con ese trabajo completado para poder ejecutar el propio. El SUP (Sistema Último Planificador) provee herramientas y procedimientos para lograr compromisos confiables de planificación y preparar suficiente trabajo para que pueda ser asignado cuando sea necesario, contribuyendo así a lograr un flujo de tareas más confiables entre las cuadrillas.

3.6.1 Lean Construction.

Este modelo organizativo surge en los años 50 del siglo pasado con el nombre de Lean Production, en la empresa automovilística Toyota ante la necesidad de atender mercados más pequeños con una mayor variedad de vehículos, lo que requería una mayor flexibilidad en la producción (Ballard y Howell 2004). Su objetivo principal es desarrollar operaciones con un costo mínimo y cero despilfarros, actuando sobre las causas de variabilidad o pérdidas (esto es, todo aquello que no aumenta el valor tal y como lo percibe el cliente) y sobre las causas de la inflexibilidad (es decir, todo lo que no se adapta a las exigencias del cliente) para conseguir una mejora en calidad, costos, plazos y tiempos).

Los principios básicos del Lean Production son los siguientes (Ballard G y Howell 2004).

1. **Identificar las actividades que no agregan valor.** El reducir o si es posible eliminar las actividades que no agregan valor en una línea de producción es fundamental para poder lograr mejoras en el sistema, ya que con esto se logra establecer un flujo de trabajo continuo y es un gran potencial de desarrollo en la producción.
2. **Incrementar el valor del producto.** No es suficiente eliminar las actividades que no agregan valor si las actividades que agregan valor no lo están haciendo eficientemente. Hay que considerar que una actividad de conversión no necesariamente agrega valor. El concepto de valor se refiere a la satisfacción de los requerimientos del cliente. Entonces, lo que se busca es cumplir perfectamente las expectativas del cliente, para lo cual se deben conocer los aspectos del producto que el cliente valora e incluirlos en el diseño de los productos y servicios.
3. **Reducir la variabilidad.** Desde el punto de vista del cliente, un producto uniforme le brinda mayor satisfacción y desde el punto de vista de la producción, la variabilidad genera mayores actividades que no agregan valor, lo cual genera mayores interrupciones en el flujo de trabajo y, por ende, mayores tiempos de ciclo.
4. **Reducción del tiempo de ciclo.** El tiempo de ciclo es la suma de los tiempos de flujo y conversión que son necesarios para producir un lote de producción. De esto podemos deducir que si reducimos las actividades que no agregan

valor presentes en una línea de producción estaremos directamente reduciendo el tiempo de ciclo de la producción.

5. **Simplificación de procesos.** Podemos entender la simplificación de procesos, como una reducción de los componentes o números de pasos para realizar un producto. Principalmente, simplificar los procesos es mejorar el flujo. Los procesos más simples incurren en menos gastos, son más confiables (menos variables) y poseen menores tiempos de ciclo. Este principio, se relaciona directamente con otro principio que es incrementar la transparencia de los procesos. Procesos más simples son más transparentes, lo cual facilita el control y el mejoramiento.
6. **Introducir el mejoramiento continuo.** La base de este principio, se encuentra en la creación de una metodología de identificación de las causas de no cumplimiento. Para esto, se requiere crear una cultura de mejora continua que permita su implementación, necesitando que el trabajo en equipo y la gestión participativa se constituyan como un requisito esencial para la introducción de mejoras continuas.
7. **Mejorar tanto la conversión como el flujo.** La mejora del flujo implica mayor tiempo; pero menor costo en comparación con la mejora de la conversión, ya que esta última está relacionada con la actualización de tecnologías. Las mejoras de flujo y conversión están íntimamente ligadas, pues flujos bien administrados facilitan la introducción de nuevas tecnologías y viceversa.
8. **Benchmarking.** Esto quiere decir, comparar continuamente los procesos propios con los del líder en el área e incorporar así lo mejor del otro en mi empresa, basándome en los potenciales detectados en la competencia.

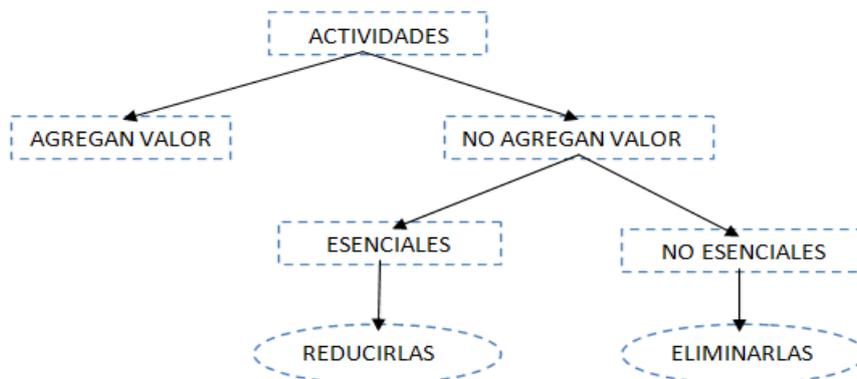


Figura 3.4: Tipos de Actividades

(Díaz, 2007)

En general, las actividades se las puede separar en dos tipos: las que agregan valor al producto y las que no agregan valor al producto (Ver figura 3.4). Ambas consumen recursos, tiempo y espacio; pero difieren en que las que agregan valor al producto convierten material o información hacia lo que es requerido por el cliente y las que no agregan valor no lo hacen. Mediante este modelo se adopta una filosofía de gestión basada en la mejora continua que ofrece la posibilidad de mejorar los resultados y que implica a todos los niveles de la organización. Supone una orientación radical hacia la calidad del servicio y al punto de vista del cliente (Díaz 2007).

Lean construction, considera a la producción ya no sólo como una transformación, sino que, como un flujo de materias primas para la obtención de bienes.

Cada proyecto en la construcción es y se desarrolla en ambientes muy diferentes. La incertidumbre es un factor innato en los proyectos por la complejidad que poseen, factor que indica que planificar las obras de igual forma es un error. La dificultad y variabilidad en lo que puede pasar durante los procesos productivos en la construcción es lo que puede llegar a complicar la aplicación de la filosofía Lean, esto debido a que los resultados que se planifican obtener dependen de muchos factores (clima, contratistas, obreros, equipos, etc.) que si no se controlan a tiempo pueden irse de las manos del administrador del proyecto (Díaz 2007).

Es común observar que la construcción aún se concibe como un trabajo artesanal, donde un grupo de personas se unen a realizar un trabajo. Esto puede ser muy bueno para los fines de la nueva filosofía Lean que privilegian el trabajo en equipo sobre el individual, el problema de esto puede ser que el trabajo que se realiza no es controlado, riguroso y sistemático, y que no pueda considerarse a que brinde resultados exitosos. Por lo tanto, realizar mediciones, evaluarlas e imponer mejoras en el funcionamiento del sistema de planificación es clave para mejorar la confiabilidad del flujo de trabajo y disminuir la incertidumbre (Díaz 2007).

Los principios de Lean fomentan el trabajo en equipo, lo que se debe instruir a los participantes sobre la idea de Lean, convenciéndolos de la importancia de asumir obligaciones de trabajo y sobre todo del cumplimiento de ellas. El personal de trabajo debe conocer para qué está trabajando y en qué consiste el método, pues es imposible que se sientan involucrados y comprometidos en algo que desconocen.

Mediante el enfoque Lean Construction se han desarrollado diversas herramientas tendientes a reducir las pérdidas a través del proceso productivo. Una de estas

herramientas de planificación y control fue diseñada por Ballard y Howell (1994), denominado el último planificador (Last Planner), esta presenta cambios fundamentales en la manera como los proyectos son planificados y controlados. El método incluye la definición de unidades de producción y el control del flujo de actividades, mediante asignaciones de trabajo. Adicionalmente, facilita la obtención del origen de los problemas y la toma oportuna de decisiones relacionada con los ajustes necesarios en las operaciones para tomar acciones a tiempo, lo cual incrementa la productividad.

3.6.2 Descripción del sistema.

El SUP tiene cuatro niveles de planificación donde se va afinando el plan y la incertidumbre se va reduciendo por medio de una consideración cuidadosa de lo que debería hacerse y de lo efectivamente puede realizarse. Planificando de esta manera se mantiene los objetivos siempre presentes para el equipo del proyecto y se hace posible identificar y remover obstáculos para alcanzarlos.

La coordinación óptima se logra a través de un proceso continuo de obtener y cumplir compromisos para que la planificación no sea solo intenciones, sino una labor activa de diseñar la forma en que el trabajo será realizado. El logro de un flujo de trabajo confiable, de una cuadrilla a otra, reduce pérdidas, simplifica la planificación posterior y permite entregar mayor valor a los clientes (Campero y Alarcón 2003).

El trabajo o actividades que son posibles de realizar se denominan asignaciones y, la persona que determina qué asignaciones serán realizadas, cuándo y por quién, se llama último planificador (Díaz 2007). La pregunta que se plantea en esta instancia es, cómo poder conocer qué actividades se pueden incluir en la planificación a corto plazo. El último planificador que es el que realiza el seguimiento permanente de las actividades planificadas debe saber cuáles pueden incluirse en el programa que define lo que debería hacerse, tomando en cuenta que éstas puedan ser realizadas y que se encuentren libres de toda restricción. Siendo ésta la única forma de que las actividades puedan ser ejecutadas, contrastando lo que debe ser hecho con lo que puede ser hecho.

En la figura 3.5 se muestra utilizando la teoría de conjuntos los conceptos presentados anteriormente. Si lo que se hará es un subconjunto de lo que puede ser hecho y así mismo lo que puede ser hecho es subconjunto de lo que debería ser hecho, puede considerarse una alta posibilidad de que las actividades planificadas se realicen.

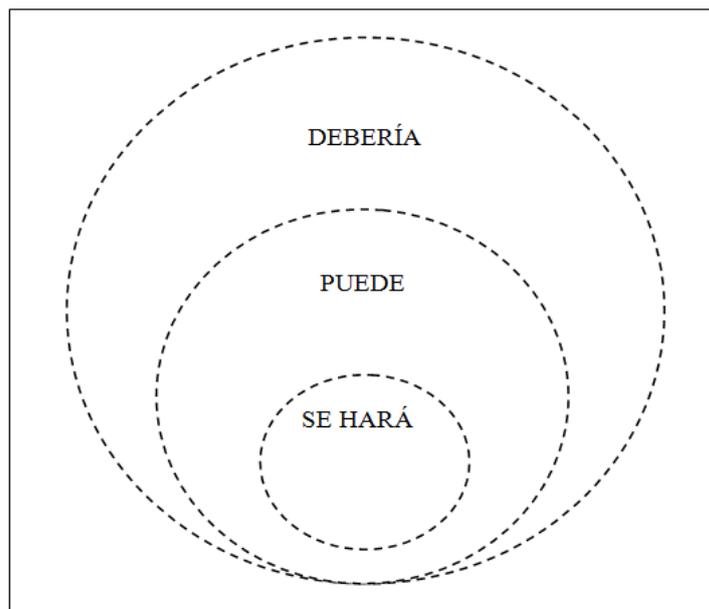


Figura 3.5: Esquema Se Hará V/s. Puede V/s. Debería.
(Díaz 2007)

3.6.3 Plan maestro.

A diferencia de la planificación tradicional donde se acostumbra programar todas las actividades en la Planificación Inicial, el Sistema del Último Planificador recomienda que la misión del Programa maestro sirva sólo para subdividir el trabajo en partes, determinar la secuencia en que serán ejecutadas y generar hitos de control para el proyecto (Campero y Alarcón 2003), esto ya que la confiabilidad que se puede obtener en planificaciones generadas en esta etapa es muy limitada. La confiabilidad del sistema de generar hitos es bastante mayor, ya que sólo compromete aspectos generales del trabajo a ejecutar (Mundaca, 2006). En proyectos largos y complejos el programa maestro también se suele dividir en fases para hacerlo más manejable.

3.6.4 Inventario de trabajos ejecutables (ITE).

Está compuesto de las actividades que tienen una alta probabilidad que puedan ser ejecutadas, es decir de las actividades que han sido liberadas sus restricciones. En esta etapa se pasa de las actividades que se deben hacer, hacia las actividades que pueden hacer.

En el ITE pueden existir no solo actividades planificadas en las semanas futuras sino también de la semana que está en curso y que se consideran actividades que se

debían hacer o que podrían haber sido ejecutadas, pero que no se realizaron y no se consideraron en las asignaciones semanales (Díaz 2003).

Si alguna unidad de producción por alguna razón no completa las asignaciones del plan de trabajo semanal o caso contrario si las completa antes de lo planificado, el ITE debe ser capaz de proveer otras actividades, evitando que las actividades de producción queden ociosas. A la vez se impide que se realicen actividades al azar y que se salgan de la secuencia del trabajo y que en el futuro generen trabajos más costosos o de mayor dificultad (Campero y Alarcón 2003).

3.6.5 Planificación intermedia.

La planificación intermedia toma una parte del plan maestro; abarca intervalos típicos de cinco a seis semanas según las condiciones del proyecto, ya que la incertidumbre de lo que vendrá deja sin sentido un detalle mayor (Cruz V. y Rosa P. 2007). Por ejemplo, si el proyecto se ubica en una zona aislada, en la cual los proveedores tienen un tiempo de respuesta de 5 semanas, el intervalo de planificación intermedia no debe ser menor a 5 semanas. Para una obra normal, el intervalo de tiempo recomendado son de 5 a 6 semanas. Independiente del número de semanas que se consideren en el horizonte de análisis, lo importante es mantener siempre esa cantidad de semanas, es decir, transcurrida una semana debe entrar otra semana al final de nuestra planificación intermedia.

Las actividades de la planificación intermedia representan lo que debería hacerse en las próximas semanas para cumplir con lo declarado en el plan maestro (Cruz V. y Rosa P. 2007). Para cada actividad ingresada a la planificación intermedia el encargado de la planificación en conjunto con los demás asistentes a la reunión de planificación, revisará su factibilidad, es decir; comprobará que se disponga en obra de toda la información, equipos, materiales, actividades previas y mano de obra necesarias para hacerla (Liberación de restricciones). En caso de que alguna actividad tenga restricciones que impidan su ejecución, se designará un responsable de eliminar dicho impedimento.

Posteriormente el encargado de la planificación elaborará un inventario de trabajo ejecutable (ITE) con todas las actividades que no tengan impedimentos para su ejecución (Díaz 2007). Las actividades que entran al ITE son las actividades que tienen todas sus restricciones liberadas, el cual será posteriormente analizado en la reunión de planificación por los involucrados en la producción, para desde allí generar

los compromisos de ejecutar las actividades que desde el ITE pasarán a la planificación semanal.

3.6.6 Planificación semanal.

La planificación semanal es aquella que muestra el mayor nivel de detalle antes de realizar el trabajo (Campero y Alarcón 2003). Es desarrollada por diseñadores, supervisores de terreno, capataces y otras personas que participan directamente del trabajo dependiente entre sí, y que tiene por objeto realizar un control riguroso de las unidades de producción, fomentando una evaluación y aprendizaje continuo.

Esta etapa es en la cual participan los últimos planificadores y se realizan básicamente las siguientes tareas: se registra el Porcentaje de Actividades Completadas (PAC) que es la cantidad de actividades programadas cumplidas dividido por el número total de actividades programadas, se determinan las causas de no cumplimiento y sus efectos y se identifica el trabajo específico que debe realizarse durante la semana estableciendo con cada uno de los participantes compromisos confiables.

La retroalimentación es una parte fundamental en la planificación semanal. En la medida en que se conozcan los motivos por los cuales no se completa la programación de cada semana se podrá mejorar el trabajo en cada proyecto (Díaz 2007)

3.6.7 Análisis de restricciones.

La función principal del análisis de restricciones es analizar por qué una actividad no puede ser ejecutada, es estudiar cuáles son las restricciones que impiden realizar la actividad; lo anterior debe ser complementado con una estrategia que permita liberar a las actividades de sus restricciones para ser ejecutada según lo planificado (Díaz 2007).

Una vez que las asignaciones o tareas sean identificadas, se someterán a un análisis de restricciones. Veremos en la tabla siguiente, una simple construcción de un análisis de restricciones, las que pueden ser de diseño, trabajo previamente ejecutado, espacio, equipos y además una categoría ampliable para otras restricciones. Las cuales podrían incluir permisos, inspecciones, aprobaciones, etc. Las restricciones más comunes en el ámbito de la construcción son las siguientes (Campero y Alarcón 2003):

- **Diseño:** Relacionada con la obtención de planos que se necesitan para ejecutar la tarea.
- **Materiales:** Relacionadas con el tiempo de respuesta que posee el proveedor para entregar los materiales a tiempo.
- **Mano de obra:** Relacionada con la cantidad de recurso humano o cuadrillas necesarias para realizar la tarea.
- **Equipos:** Relacionada con los equipos que son necesarios para ejecutar la tarea.
- **Prerrequisitos:** Relacionada con las actividades que deben cumplirse antes que la tarea se desarrolle y la cancha necesaria para el mismo efecto.

3.6.8 Revisión de restricciones.

El concepto de Revisión es la primera oportunidad que se presenta en el sistema para comenzar a estabilizar el flujo de trabajo, ya que se está tomando conocimiento que existen actividades que, llegado el momento de ejecutarlas, no podrían realizarse por tener restricciones que lo impiden. Consiste en determinar el estado de las tareas en la planificación intermedia en relación a sus restricciones y a la probabilidad de removerlas antes del comienzo programado de la actividad, a partir de lo cual, se puede escoger adelantarlas o retardarlas con respecto a la planificación (Botero L y Álvarez M, 2004).

La revisión se hace primero cuando las actividades son consideradas para entrar a la planificación semanal, basados en los distintos tiempos de respuesta de los proveedores de cada una de las restricciones que son necesarios para visualizar una futura liberación. Esto se repite en cada ciclo de planificación, cuando el planificador actualiza la planificación y se adelanta para la próxima semana.

3.6.9 Preparación de restricciones.

Este término se refiere a tomar las acciones necesarias para remover las restricciones o limitaciones de las actividades, para que así estén dispuestas para comenzar en el momento fijado. El planificador puede remover las restricciones de una tarea para dejarla lista para ser asignada. Esta acción se conoce como "preparación". La preparación es un proceso que tiene 3 pasos (Anguiano 2006):

Confirmar el "tiempo de respuesta": el remover una restricción de una actividad comienza por determinar quién es el último involucrado en liberar la última restricción

faltante de esa actividad y determinar cuál es el tiempo de respuesta más probable para comenzar la siguiente actividad. Sin embargo, eventos imprevistos siempre pueden presentarse, por lo que el contacto con los proveedores es un elemento fundamental en el proceso de preparación. La confirmación de los tiempos de respuesta es parte del proceso de revisión y debe ser repetido durante la actualización semanal del programa de planificación intermedia.

Arrastrar: El segundo paso del proceso de preparación es conocido como arrastre, que significa pedirle al proveedor certeza sobre las necesidades para completar con prontitud la actividad que comienza.

Apresurar: Si el período de respuesta anticipado es demasiado largo, entonces puede ser necesario asignar recursos adicionales para acortarlos.

La idea fundamental es liberar a la tarea de las restricciones que le impiden ser ejecutada. Hecho esto se encuentra en condiciones de crear un listado de tareas ITE que tiene alta probabilidad de ser cumplido.

3.6.10 Reunión de planificación semanal.

Todo el ciclo de la planificación comienza con la creación del programa maestro y la primera planificación intermedia, de ahí en adelante se hace un ciclo semanal cuyo centro es la reunión semanal de planificación. Esta reunión semanal es la instancia más importante del proceso de planificación. La reunión será dirigida por el encargado de la planificación, quien debe prepararla con anticipación de modo que su extensión sea la menor posible. Para esto, elaborará dos informes por cada asistente a la reunión (Díaz 2007):

- La hoja de *Planificación semanal*, refleja las actividades terminadas y no completadas, la semana anterior.
- La hoja de *ITE* (Inventario de trabajos ejecutables), detalla las actividades que deben ejecutarse la semana que se inicia.

Por lo tanto, la reunión debe contemplar en su temario al menos lo siguiente:

- Revisión de la planificación de la semana anterior.
- Revisión de la Planificación Intermedia.
- Nueva Planificación Semanal.

- Envío de información al Departamento de Productividad.

Finalmente, el encargado de la planificación elabora un informe donde se presenta la información siguiente:

- Planificación semanal anterior.
- PAC de la semana anterior y las causas de no cumplimiento.
- ITE de la semana actual.
- Asistencia y evaluación de subcontratos.
- Informe Mensual de Gestión.
- Asistencia del Personal de la Obra

3.7 Confiabilidad en la planificación.

En la actualidad es muy difícil poder observar en los proyectos de construcción que la planificación sea cumplida. Es más, es difícil encontrar que en las obras se realice planificación. El desarrollo de las obras se ejecuta en base a la experiencia de los administradores, solo tomando en cuenta el tiempo global en que la obra debe ser terminada, despreocupando lo que en el día a día puede presentarse (Por ejemplo: falta de materiales, de mala calidad, problemas en permisos, problemas climáticos, falta de cancha etc.), creando así problemas como: incertidumbre, atrasos y elevación de costos.

Planificar confiablemente es poder contar con herramientas que ayuden a que las obras puedan ser construidas sin problemas. Una manera de presentar planificaciones confiables es utilizando algunos de los principios de Last Planner. Principios que han demostrado (Botero y Álvarez 2004), que con planificación y evaluaciones constantes a los proyectos se podrán obtener resultados positivos acortando tiempos, aumentando la productividad y disminuyendo los gastos excesivos.

La utilización de planificaciones semanales es clave para poder llevar un control adecuado del proyecto. Además, a esto sumarle evaluaciones a cada una de las planificaciones, utilizando indicadores como el P.A.C (porcentaje de asignaciones completadas), I.C.A (Índice de cumplimiento de actividades) y análisis de restricciones permitirán, incrementar el porcentaje de confiabilidad en lo planificado.

(Howell G. 2002), indica algunos porcentajes que pueden considerarse al momento de realizarse evaluaciones de cumplimiento de la planificación. Es así que expresa que un buen desempeño de cumplimiento en lo planificado se sitúa por arriba del 80%, un desempeño pobre está por abajo del 60%, y que equipos con experiencia en planificación se sitúan por arriba del 85% denominado excelente desempeño.

¿En que favorece utilizar planificaciones confiables?

Contar con planificaciones confiables en proyectos de construcción permite que el ritmo de producción sea llevado adecuadamente mejorando los resultados en el producto final, evadiendo caer en el problema común de construir en base a la experiencia del administrador o maestros de la obra.

Cuando se planifica periódicamente, es decir, semana a semana las planificaciones deben ser evaluadas al final de la misma, de esta manera se puede conocer el nivel de cumplimiento de las actividades realizadas, las razones del porqué una actividad no se cumplió y analizando esto poder elaborar una nueva planificación en base a las actividades libres de restricciones y que puedan ser ejecutables, así también trabajar sobre las causas de incumplimiento que hayan sido observadas en el proyecto.

Exigencia de planificar confiablemente.

La exigencia es grande, porque invita a todos los que participan de un proyecto (administradores, obreros, etc.) que asuman un compromiso serio en las labores designadas.

El administrador tendrá el compromiso de llevar un control exhaustivo de la obra, registrando la información necesaria y que en el final de la semana será presentada ante todo el equipo de trabajo al igual con la nueva planificación.

En inicio los obreros deben tener claro el objetivo que conlleva planificar confiablemente, para evitar que erróneamente se mal interprete esta metodología de trabajo, ya que pueden sentirse demasiado presionados al verse evaluados constantemente y con esto realizar trabajos malos. El obrero es a quien se designa las actividades a realizarse en la semana de planificación y de su compromiso y responsabilidad depende el porcentaje en que puedan ser cumplidas.

Alcance de planificar confiablemente.

Las expectativas esperadas del planificar confiablemente son muy grandes, en especial en Loja donde la planificación no se concibe sino solo en el pensamiento de los administradores, todo el traspaso de información se lo realiza de forma verbal (Planificaciones, mediciones de rendimiento, cantidades de obra, etc.) y la programación se realiza en base a la experiencia del constructor, programación que no se elabora en algún formato sino, que incluso se lleva solamente en la memoria del administrador.

Las preguntas que los administradores se hacen son ¿Es necesario invertir tiempo y dinero en mejorar la forma de planificación? ¿Ayudará a mejorar en algo a la construcción?

Preguntas que son comunes y normales escuchar, porque el constructor lo que busca es disminuir al máximo los gastos en obra. Utilizar una planificación confiable y de compromisos, si mejora la construcción de un proyecto (Aumento de la productividad, disminuye la incertidumbre) porque ésta regula a todo el proyecto en sí. En la construcción es común observar que los proyectos no se terminaron a tiempo y que el presupuesto programado en la obra se incrementa, causando incluso que la obra no pueda ser terminada. Estas causas que se deben por lo general a una mala organización en el proyecto, donde se observan ritmos de trabajo muy lentos y mala distribución de las actividades de trabajo (existiendo ocio y tiempos muertos), falta de comunicación en pedidos (problemas con proveedores), falta de control del proyecto y de la ejecución de las actividades, son causas que pueden contrarrestarse planificando coherentemente los proyectos y llevando un control en la ejecución de las actividades, siendo la premisa una evaluación constante.

Con planificaciones más confiables se pretende que las obras se organicen mejor, que exista más control de los proyectos, que los participantes de la obra asuman compromisos de cumplimiento de sus asignaciones de trabajo. Todo esto directamente recaerá en obtener obras mejor realizadas, en tiempos más cortos e invirtiendo menos dinero.

Para poder realizar la evaluación es necesario contar con la información para este cometido, por lo tanto es importante previamente realizar mediciones utilizando indicadores de confiabilidad que permitan obtener esta información.

Los indicadores utilizados en esta investigación fueron: el porcentaje de asignaciones completadas (P.A.C), Índice de Cumplimiento de actividades (I.C.A) y también se le sumo el análisis de restricciones o causas de incumplimiento de actividades. Con estos indicadores se busca obtener la información necesaria para poder evaluar la confiabilidad en la planificación existente en la construcción en Loja.

3.7.1 Porcentaje de Asignaciones Completadas.

El indicador PAC se convierte en una forma de medir el desempeño de la planificación y la productividad y se obtiene del número de realizaciones para el numero de asignaciones para una semana dada (Campero y Alarcón 2003).

La medición del porcentaje de actividades completadas (PAC) es un buen indicador de la calidad de asignaciones, la que se define como el trabajo posible por realizar. El PAC es el número de actividades que fueron programadas divididas por el total de actividades programadas en una semana de planificación, todo esto expresado como porcentaje. Una actividad se considera como completada sólo si se ha finalizado. Es decir, si una actividad no se completo en un 100%, la actividad se considera como no realizada. Si la actividad se encuentra realizada completamente se le asigna un 1 y si la actividad no se termina según lo programado se le asigna un 0. Ejemplo de esto se puede ver en la tabla 3.1

TABLA 3.1: Ejemplo de medición del P.A.C

	ACTIVIDADES	CUMPLIMIENTO.
1	Actividad 1	1
2	Actividad 2	1
3	Actividad 3	1
4	Actividad 4	1
5	Actividad 5	1
6	Actividad 6	0
	P.A.C %	83,33

De esta manera el P.A.C evalúa hasta que punto lo que será hecho según el plan de trabajo semanal, con lo que realmente fue hecho. Reflejando así la confiabilidad del sistema de planificación.

Es muy importante que el responsable de una actividad en particular esté plenamente de acuerdo en que lo solicitado es factible y, por lo tanto, puede asumir con seguridad el compromiso de completarla en la semana. La idea de este sistema (planificación

semanal) es que la persona que efectivamente será el responsable de ejecutar el trabajo se comprometa a realizarlo y, si considera que no podrá hacerlo por cualquier motivo, lo diga. El compromiso que él asume cuando afirma que es capaz de realizar una actividad, no es con el fin de reprocharlo en caso que no cumpla la actividad al final de la semana, si no que es con el objetivo de generar un mayor compromiso grupal, ya que él sabrá que sus acciones no sólo le afectan a él, sino a toda la línea de trabajo que viene posterior a él y que requiere como prerrequisito la actividad que él se está comprometiendo a hacer. Si la persona de antemano es consciente que no podrá realizar ese trabajo, deberá decirlo claramente y así no se lo considerará como que puede ser ejecutado, protegiendo así el flujo de trabajo. Con esto se logrará que el compromiso adquirido se vea reflejado en el PAC.

3.7.2 Índice de cumplimiento de actividades.

Conocido también como indicador de confiabilidad por actividad, que corresponde al porcentaje de cumplimiento de la planificación semanal de una actividad en particular y que se calcula de la siguiente manera (Mundaca, 2006)

$$ICA\% = \frac{A.R}{A.P} * 100$$

Donde:

A.R = Avance de la obra real durante una semana

A.P = Avance Planificado para la semana.

Éste indicador deberá entenderse como una relación porcentual entre el número en metros cuadrados o metros cúbicos ejecutados en una semana de acuerdo a la unidad escogida y la planificación planteada para la misma semana (en la misma unidad y período de tiempo). Sus valores fluctuarán entre 0 % y 100 %.

Su utilización a diferencia del PAC es analizar actividades que permitan medir por un tiempo prolongado su desarrollo, estas actividades que presentan un desarrollo constante en los procesos constructivos, como por ejemplo: pegar ladrillo, es una actividad que por lo general dura gran parte del tiempo de ejecución de una obra.

Por lo cual es de vital importancia como primer paso para la utilización del ICA, identificar las actividades con las cuales se va a trabajar en la evaluación (actividades a medir).

Las mediciones se pueden realizar con la utilización de una tabla como la que se muestra a continuación.

Tabla 3.2: Medición semanal del I.C.A

Actividad.	Unidad	PLANIFICADO.		REAL		% I.C.A
		N. personas	Avance	N. personas	Avance	
Colocación de mampostería	m2					
Colocación de Hierro	Kg					
Cortado de Hierro	Kg.					
Colocación de hormigón	m2					
Colocación de encofrado.	m2					
Revestido	m2					
Empastado	m2					

En un proyecto se pueden dar 2 casos (González 2008):

ICA < 100%: el trabajo ejecutado no corresponde al trabajo planificado, es decir es una fracción de éste.

ICA = 100%: el trabajo ejecutado alcanzó las expectativas de la programación cumpliendo a cabalidad su diseño.

Los dos casos representan señales importantes que gracias a su análisis revelan el nivel de la planificación semanal con que se cuenta. Por un lado obtener un ICA menor al 100% conduce al coordinador de actividades a preguntarse cuáles son las causas de no cumplimiento. Por otro el obtener un ICA = 100% no siempre es una buena señal ya que este valor podría estar indicando que los recursos asignados a una actividad están sobredimensionados o las exigencias propuestas están por debajo de las capacidades de la empresa (González ,2008).

4. Metodología del trabajo de campo.

El trabajo de campo comprende las mediciones que se realizaron con la finalidad de obtener la información necesaria para cumplir con los objetivos planteados en esta investigación.

Lo que se verificó como requisito al escoger los proyectos de construcción fue:

- Que el tiempo de ejecución de cada proyecto sea mayor a 12 semanas que era el tiempo que duró el evaluar los proyectos.
- Que sea una construcción que permita observar la ejecución de bastantes actividades, permitiendo que la información recolectada sea mayor.

El número de proyectos que se planteó evaluar fue de 4, básicamente porque es un número con el cual se podía realizar un trabajo eficiente, considerando que en un número mayor de proyectos hubiera sido difícil brindar el tiempo necesario para cada proyecto.

El tiempo de evaluación fue de 12 semanas, en dos etapas: las primeras ocho semanas permitieron conocer el nivel real de confiabilidad en la planificación y las últimas cuatro semanas en las que se intervino sobre la planificación proponiendo cómo mejorarla. Previo a las doce semanas fue importante realizar visitas de observación, con la finalidad de conocer los proyectos y reconocer las actividades que se realizaban para que puedan ser evaluadas. Luego de 3 semanas de visita se realizó la primera reunión con el residente o director de la obra y obreros, para hacer conocer el porqué de las visitas. La comunicación entre investigador y personas involucradas en el proyecto es básica, para que permita obtener la información que se pretende, de no ser así el trabajador sentirá como que la evaluación es una prueba donde está en juego su trabajo, lo que no permitirá sumar en la obtención de información.

Aclaradas las dudas con el equipo de trabajo (directores, obreros e investigador), fue importante ponerse de acuerdo para elaborar una planificación por semana, explicando que la misma permitirá conocer un resultado real del cumplimiento sobre lo que puede ser planificado. El elaborar planificaciones semanalmente no siempre es bien visto, la planificación y evaluación continua no es algo que se pueda observar comúnmente.

Lo que buscó esta investigación es comprobar hasta qué punto la planificación de proyectos de construcción son confiables en cuanto a la planificación, por tanto, es importante contar con alguna herramienta que permita medir porcentualmente estos valores. Los indicadores que fueron utilizadas en los proyectos son: El P.A.C "Porcentaje de asignaciones completadas" y el I.C.A "Índice de cumplimiento de actividades". Además de realizó un análisis de restricciones o causas de incumplimiento de actividades.

4.1 Elaboración del Programa semanal.

La elaboración de un programa de trabajo que sea de fácil manejo e interpretación, y sobre todo que permita evaluar resultados a corto plazo es fundamental en toda obra de construcción, intentando crear de esta forma un sistema de control en la ejecución de actividades, y así poder comprobar el cumplimiento de lo planificado y lo más importante tener la posibilidad de ir corrigiéndolo en el momento.

Algo importante fue ponerse de acuerdo las fechas correspondientes a: visitas al proyecto, elaboración de las planificaciones semanales, evaluación de resultados y planteamiento de mejoras. Con la finalidad de que no existan inconvenientes en contar con la presencia de todos en las reuniones de trabajo.

Al terminar la semana de trabajo se registraban las actividades que fueron terminadas en su totalidad y las que no; para poder elaborar la planificación de la semana posterior.

4.2 Visitas a los proyectos.

Las visitas a los proyectos tuvieron tres finalidades.

1. El seguimiento de actividades. Donde el investigador debe tratar de involucrarse al máximo en la ejecución de los trabajos, y poder así registrar en qué medida las actividades planeadas se cumplieron o no y las restricciones existentes.
2. Tabulación de resultados. En esta parte del trabajo el investigador calcula los porcentajes de cumplimiento reales de cada una de las actividades evaluadas. Elabora una planilla de resultados donde se exponga claramente los resultados de los indicadores y las restricciones que en la semana se presentaron.
3. Presentación de resultados. Un día a la semana se acordará para este fin, junto con los participantes del proyecto se expone el porcentaje de cada

actividad cumplida. El día de presentación de resultados se analiza los siguientes puntos.

- Revisión de la planificación anterior.
- Análisis de P.A.C, I.C.A y restricciones.
- Comentarios acerca de resultados
- Análisis de los prerrequisitos para la semana siguiente.
- Identificación de las tareas liberadas.
- Creación de la nueva planificación.

4.3 Indicadores a Medir.

El manejo de indicadores permitió poder obtener porcentualmente el cumplimiento en las actividades del proyecto. Los indicadores utilizados son los siguientes.

Porcentaje de asignaciones completadas "P.A.C" el P.A.C se evaluó sobre el global de la planificación, es decir, la cantidad de actividades que serán cumplidas del total de actividades que se planificaron en una semana, mostrando en nivel cumplimiento que existió en esa semana.

Tabla 4.1: Formato de medición semanal del P.A.C

		Fecha de Inicio	Fecha Final	
N.- Personas =	15	06-feb-10	13-feb-10	
ACTIVIDADES.				<u>Cumplimiento</u>
1	Armado de columna 13 (2da planta)			1
2	Armado de columna 14 (2da planta)			1
3	Armado de columna 15 (2da planta)			1
4	Armado de columna 10 (2da planta)			1
5	Armado de columna 9 (2da planta)			1
6	Armado de columna 4 (2da planta)			1
29	Fundición de columna 3 (2da planta)			0
30	Fundición de columna 1 (2da planta)			0
SUMA =				6
PAC =				75,0%

La tabla 4.1 indica el formato que fue utilizado en la evaluación del P.A.C.

Índice de Cumplimiento de Actividades "I.C.A". El I.CA apunta a la medición de actividades específicas, este indicador permitió reconocer las actividades que presentaron mayor incertidumbre en los proyectos. Por tanto, es importante tener

identificadas las actividades a medirse, que se escogieron observando que sean actividades que se presenten de forma común y que puedan ser planificadas en todas las semanas que duró la evaluación. Las actividades fueron las siguientes:

- **Colocación de Mampostería (m²).**- Proceso de colocación de ladrillos uno sobre otro, para construir un muro, de forma que queden bien aplomados, nivelados y alineados. La unidad de medida fue en m².
- **Revestido.** – Proceso de revestimiento de paredes, columnas y techos utilizando una mezcla de cemento, arena y agua (mortero). La unidad de medida fue en m².
- **Cortado de Hierro.**- Actividad donde considera el cortado de varillas según las longitudes establecidas previamente para su utilización en columnas, vigas, losas, etc. la unidad de medida fue en Kg.
- **Colocación de hierro.**- Actividad que consiste en la utilización de las varillas cortadas, colocándola según los diseños (Armado de vigas, columnas, etc.) la unidad de medida fue en Kg.
- **Empastado.**- Proceso de recubrimiento de los elementos y partes ya revestidas (Paredes, columnas, techo, etc.) la unidad de medida fue en m².
- **Colocación de Hormigón.**- Proceso de fundición de todos los elementos compuestos de hormigón (Columnas, vigas, pisos, losa). La unidad de medida fue en m³.
- **Colocación de Encofrado.**- Actividad de preparación de los elementos para ser fundidos (Ej.: Losa, columnas, etc.) la unidad de medida fue en m².

La tabla 4.2 indica el formato que fue utilizado para la evaluación del I.C.A. la numeración en las columnas nos indica.

[1] El numero de la actividad.

[2] La actividad medida.

[3] Número de personas que se planifica para que ejecuten esa actividad.

[4] El avance planificado de la actividad en la semana evaluada.

[5] El número de personas que intervinieron en la ejecución de la actividad.

[6] El avance cumplido en la actividad en la semana evaluada.

[7] Índice de cumplimiento de la actividad.

Tabla 4.2: Formato de medición semanal del I.C.A

N.	Actividad	PLANIFICADO		REAL		% ICA
		# Personas	Avance	# Personas	Avance	
[1]	[2]	[3]	[4]	[5]	[6]	[7]
1	Cortado de hierro (Kg)	3	1046	3	973	93%
2	Colocación de hierro. (Kg)	4	993	4	878	88%
3	Colocación de hormigón. (m3)	4	10,7	4	9,2	86%
4	Colocación de encofrado (m2)	2	21	2	19	88%

El cálculo del I.C.A se realizará con la siguiente expresión.

$$ICA\% = \frac{\text{Avance real}}{\text{Avance planificado}} * 100$$

Análisis de restricciones o causas de no cumplimiento. Fue importante además del P.A.C y el I.C.A, poder realizar el análisis. El análisis de restricciones (causas de incumplimiento) es el corazón del proceso de mejoramiento continuo y aprendizaje. Este análisis, sirvió para conocer lo que limitó que las actividades no se hayan culminado según lo planificado y poder realizar correcciones en el acto.

Las restricciones que se analizaran para los casos de estudio fueron las siguientes.

Tabla: Restricciones presentes en proyectos en construcción.

DE ORIGEN INTERNO	DE ORIGEN EXTERNO.
Mala programación.	Falta de permisos
Falta de cancha prerequisites.	Planos defectuosos.
Falta de mano de obra.	Problemas con contratistas.
Falla o falta de equipos.	Problemas con proveedores.
Bajo rendimiento de mano de obra (Ocio).	Condiciones climáticas adversas.
Falta de materiales.	
Mala ejecución del trabajo (Implica rehacer el trabajo).	
Mala interpretación de planos.	

Las restricciones que se adoptaron para el análisis se definieron en conjunto con los administradores de las obras, revisando cuáles eran las que comúnmente se presentaban en los proyectos.

A continuación se explica el criterio con la cual se reconocía la restricción y era registrada.

1. Mala programación.- Se registró cuando las actividades que fueron planificadas en la semana no fueron cumplidas.
2. Falta de cancha (prerrequisitos).- Se registró al momento en que una actividad no pudo realizar por causa de que una anterior planificada no fue terminada.
3. Planos defectuosos.- Planos incompletos, con falta de detalles constructivos y con medidas que no coinciden con la realidad.
4. Falta de mano de obra.- Cuando el equipo de trabajo estaba incompleto y no se cubría a tiempo esos puestos.
5. Problemas con contratistas.- En obra se presenta comúnmente la alternativa de subcontratar la realización de actividades como por ejemplo instalaciones eléctricas, sanitarias. Etc. Cuando fallaban estas personas esta restricción se presentaba.
6. Problemas con proveedores.- Incumplimiento en la entrega de materiales, equipos etc.
7. Falla o falta de equipos.- Cuando se registraba la falla o desperfecto en los equipos y se suspendieron las actividades.
8. Bajo rendimiento de la mano de obra.- Cuando se observó que el rendimiento era muy bajo.
9. Falta de materiales.- Por no realizar los pedidos de materiales a tiempo.
10. Mala ejecución del trabajo (lo que implica rehacer el trabajo).
11. Mala interpretación de planos.- Mala interpretación de los planos por los maestros.
12. Falta de permisos.- permisos municipales, o con construcciones aledañas presentando causa de clausuras en las actividades.
13. Condiciones climáticas adversas.

5. Casos de estudio.

En el presente capítulo se puede conocer información (Descripciones, presupuesto referencial, ubicaciones, etc.) de los casos de estudio donde se realizó la evaluación de la planificación, los proyectos de construcción estudiados cuatro cuya información se describe a continuación:

Tabla 5.1. Información general de los casos de estudio.

	Caso 1	Caso 2
Nombre.	Conjunto Habitacional "Vista Sur"	Construcción de edificación
Contribuyente.	Leonardo Palacios.	Ing. Rodrigo Alejandro
Proyectista.	Arq. Cesar Erazo.	Ing. Carlos Aguilar
Director de Obra.	Arq. Cesar Erazo.	Diomedes Obaco
Cantón.	Loja.	Loja
Parroquia.	San Sebastián.	San Sebastián.
Dirección.	Época "Calle Francia y Hungría"	Sucre y Antonio Eguiguren
Financiamiento.	Propio	Propio
Área del terreno (m²).	1800m ²	260 m ²
Área total de construcción (m²).	1500,84m ²	240 m ² (7 pisos)
Presupuesto Ref.	\$ 225,115	\$ 310,000

	Caso 3	Caso 4
Nombre.	Ampliación bloque Escuela Nuestra señora del Rosario	Construcción de edificación
Contribuyente.	Hnas. Catalinas de Siena	No información.
Proyectista.	Arq. Marco salinas	Ing. Luis Suárez
Director de Obra.	Danny Peña.	Ing. Santiago Loaiza
Cantón.	Catamayo.	Loja
Parroquia.	María Auxiliadora.	San Sebastián.
Dirección.	3 de Noviembre y Bolívar	Avenida Zoilo Rodríguez y Virgilio Abarca
Financiamiento.	Fondos públicos y colaboración del municipio	Propio
Área del terreno (m²).	225	300
Área total de construcción (m²).	225 (4 pisos)	300 (7pisos)
Presupuesto Ref.	\$ 150,000	\$ 380,000

Descripción de los casos de estudio.

5.1 Caso 1.

El proyecto corresponde a la construcción de un conjunto habitacional, conformado de 15 viviendas de 100m² aproximadamente cada una, de 2 plantas con patio en la parte posterior.

El tiempo programado de duración de la obra es de 10 meses, la ejecución de la obra empezó en el mes de septiembre del 2009, pretendiendo terminarla en el mes de julio del 2010

La dirección de la obra se realizó por dos residentes, ninguno técnico ingeniero o arquitecto.

El estado en que se encontraba este proyecto en la primera visita fue en un avance de obra ejecutado de un 10%.

No se utilizaban técnicas o métodos de planificación, la programación y dirección de la obra se daba en base de la experiencia del dueño y el maestro en el cual recaían todas las decisiones tomadas para el proyecto.

El estado en que se encontraba este proyecto en la primera visita fue en un avance de obra ejecutado de un 10%. Las reuniones semanales eran los días lunes a las 9 am, donde asistía el residente y el maestro de la obra. El primer punto de la reunión, era revisar el P.A.C de la semana anterior, luego se analizaban las causas de no cumplimiento de las actividades y posteriormente los resultados del I.C.A, finalmente se analizaba la factibilidad de las actividades para la programación de la semana siguiente. Además de las reuniones de los días lunes, los miércoles y sábados también se realizaban visitas, estas con el fin de poder analizar el avance de cada obra y poder registrar el número y la cantidad de actividades realizadas.

El criterio que se tomó para escoger las actividades a ser evaluadas en este proyecto, se basó en identificar cuáles de las actividades que se venían realizando, serían ejecutadas de forma común en todas las semanas de la evaluación, considerando que durante un tiempo de 12 semanas que se estableció como tiempo de evaluación de las obras, semana a semana se debería obtener información sobre las mismas.

Tomando en cuenta esos criterios las actividades analizadas con el I.C.A fueron las siguientes.

- Colocación de mampostería (m2).
- Revestimiento de paredes (m2).
- Cortado de hierro. (Kg)
- Empastado. (m2)
- Colocación de hormigón. (m3)
- Colocación de encofrado. (m2)

El control y ejecución de las actividades se encontraba en manos del maestro mayor, encargo de tomar las decisiones que se realizaban en la obra. Los residentes que realmente por su trabajo realizado no lo eran solamente intervenían en hacer pedidos, compras, alquileres y subcontrataciones del proyecto, que eran realizados por el maestro de la obra.

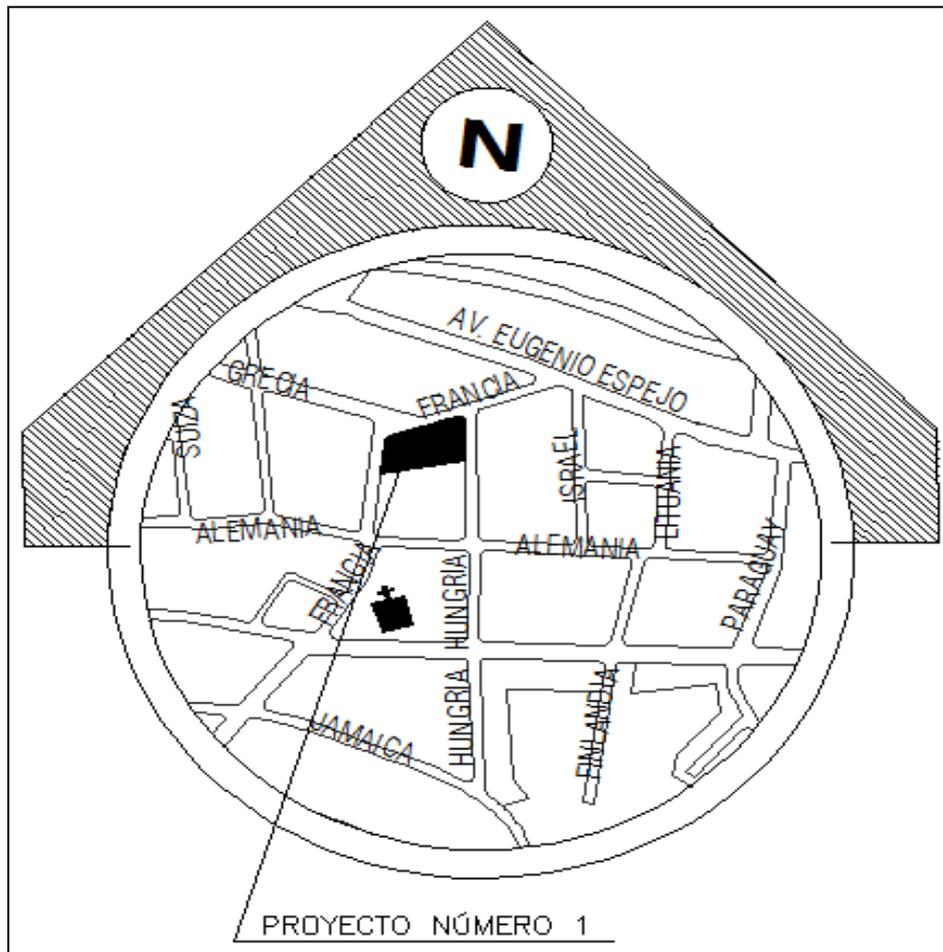


Figura 5.1 Ubicación del proyecto N.1 en la ciudad de Loja.

5.2 Caso 2.

Este proyecto se trata de la construcción de un edificio de 7 pisos, con un tiempo de construcción de 10 meses. El encargado de la construcción tenía a cargo la obra gris del proyecto (cimentación, columnas, vigas, losa y mampostería). El inicio de la obra se dio en el mes de octubre del 2009 y se pretende terminar en el mes de julio del 2010. El estudio en este proyecto empezó en el mes de enero, observando un avance aproximado de un 15% de la obra, construido la cimentación columnas y losas del subsuelo y tres plantas altas.

En el proyecto no se utilizaba ningún método o técnica de planificación. El ingeniero administrador de la obra, estableció como planificación intermedia, terminar una losa por mes.

En este caso de estudio se pudo observar un mejor control del proyecto, esto favoreció en la obtención de la información, debido a que el director del proyecto realizaba planillado constante de la obra y mediciones de rendimiento. Información muy útil al momento de elaborar las planificaciones.

La elaboración de las planificaciones semanales se realizaba entre el director y maestro de la obra, estableciendo las actividades que se tomarían en cuenta en la semana siguiente para ser evaluadas con el P.A.C.

El criterio que se tomó para escoger las actividades fue el mismo al utilizado en el caso 1.

Tomando en cuenta esos criterios las actividades analizadas con el I.C.A fueron las siguientes.

- Cortado de hierro (Kg).
- Colocación de Hierro (Kg).
- Colocación de hormigón (m3).
- Colocación de encofrado (m2).

Las reuniones semanales se realizaban los días miércoles a las 9 am, en la que participaban el director de la obra y el maestro mayor. El primer punto de la reunión, era revisar el P.A.C de la semana anterior, luego se analizaban las causas de no cumplimiento de las actividades y posteriormente los resultados del I.C.A, finalmente se analizaba la factibilidad de las actividades para la programación de la semana

siguiente. Otros días de visitas eran los viernes y sábados, con el fin de poder analizar el avance de cada obra y poder registrar el número y la cantidad de actividades realizadas.

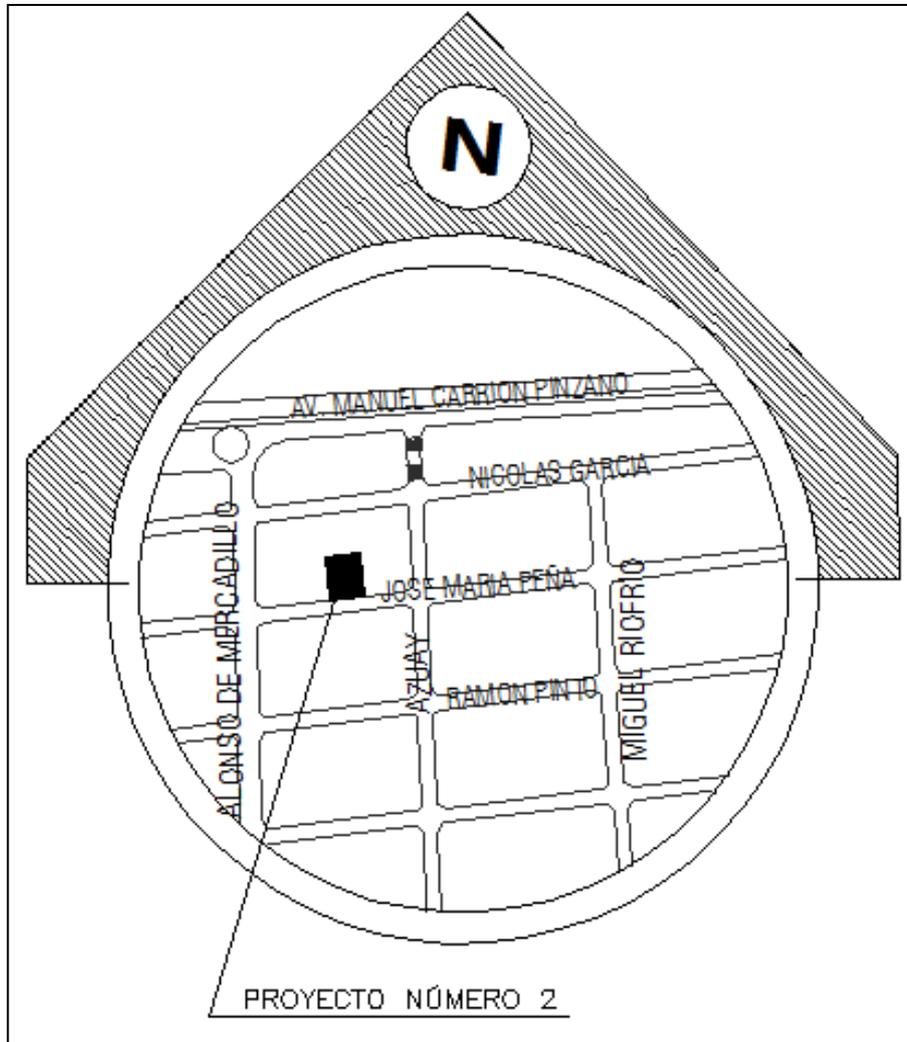


Figura 5.2 Ubicación del proyecto N.2 en la ciudad de Loja.

5.3 Caso 3.

Esta obra corresponde a la construcción de un bloque de cuatro pisos de la escuela "Nuestra señora del rosario", con un tiempo de duración de 7 meses. El inicio de la obra se dio en el mes de octubre del 2009 y como fecha de culminación el mes de mayo del 2010. El avance ejecutado era de un 25% construido hasta el momento de la primera visita, de lo que se encontraba realizado: cimentación, columnas, vigas y losas de planta baja y primera planta alta.

En el proyecto no se utilizaba método o técnica de planificación, la programación se llevaba en base a la experiencia del mismo. El ingeniero administrador de la obra, estableció como planificación general terminar una losa por mes.

La elaboración de las planificaciones semanales se realizaba entre el director y maestro mayor de la obra, concordando las actividades se planificarían en la semana siguiente de evaluación.

El criterio que se tomó para escoger las actividades q serían evaluadas con el I.C.A, se basó el criterio utilizado en los casos anteriores.

Tomando en cuenta esos criterios las actividades analizadas con el I.C.A fueron las siguientes.

- Colocación de Mampostería (m2)
- Revestido de paredes (m2).
- Cortado de hierro (Kg).
- Colocación de Hierro (Kg).
- Colocación de hormigón (m3).
- Colocación de encofrado (m2).

Las reuniones semanales se realizaban los días domingos a las 9 am, en la que participaban: el director de la obra y el maestro mayor. El primer punto de la reunión, era revisar el P.A.C de la semana anterior, luego se analizan las causas de no cumplimiento de las actividades y posteriormente los resultados del I.C.A. finalmente se analizaba la factibilidad de las actividades para la programación de la semana siguiente. Otros días de visitas eran los jueves y viernes, con el fin de poder analizar el avance de cada obra y poder registrar el número y la cantidad de actividades realizadas.

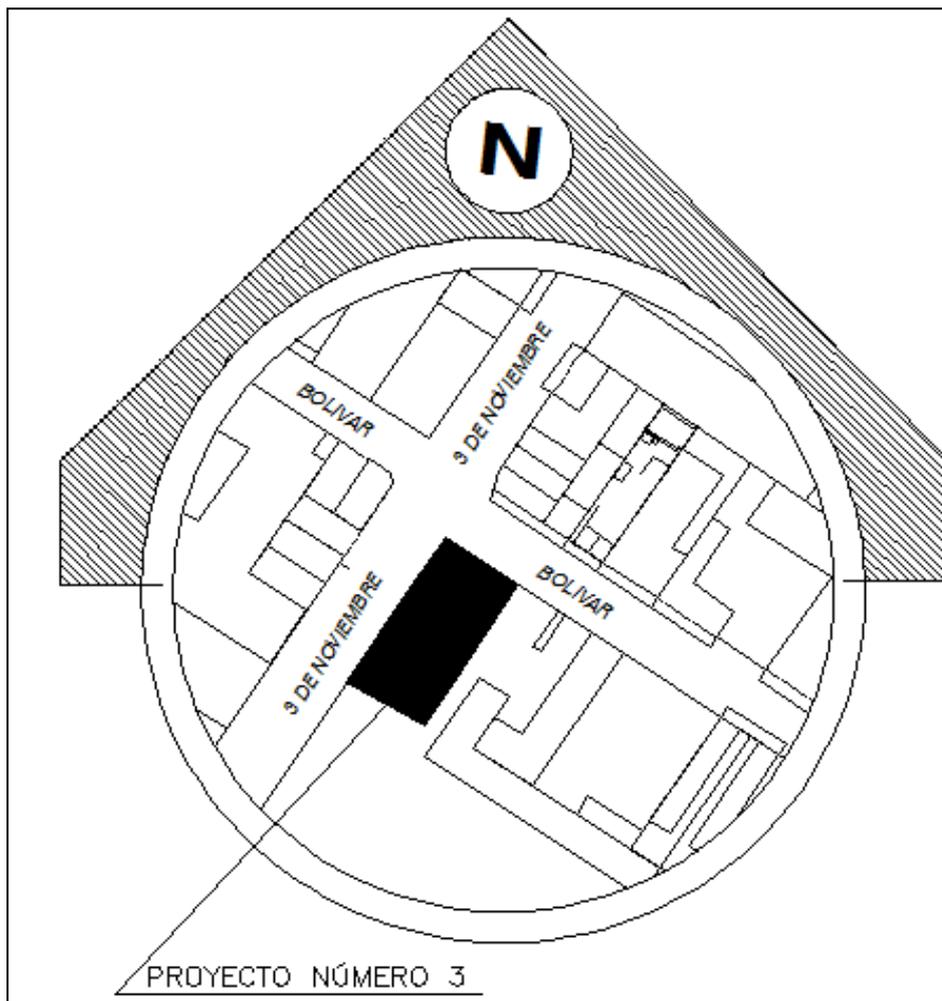


Figura 5.3 Ubicación del Proyecto N.3 en la ciudad de Catamayo.

5.4 Caso 4.

Esta obra contempla la construcción de un edificio de siete pisos, con un tiempo de duración de 11 meses. El inicio de la obra se dió en el mes de noviembre del 2009 y pretendiendo que dure hasta el mes de octubre del 2010. El avance al momento de la primera visita era de un 10% realizado hasta la fecha cimentación, columnas subterráneo planta baja y la mampostería del subterráneo.

En el proyecto no se utilizaba método o técnica de planificación, la programación se llevaba en base a la experiencia del ingeniero encargado de la dirección del proyecto, el cual establecía como planificación terminar una losa cada 3 semanas.

La elaboración de las planificaciones semanales se realizaba entre el director y maestro de la obra, programando las actividades que se realizarían en la semana siguiente y poder obtener los porcentajes de P.A.C e I.C.A semanal.

El criterio que se tomó para escoger las actividades que serían evaluadas con el I.C.A, fue el mismo al utilizado en los casos anteriores.

Tomando en cuenta esos criterios las actividades analizadas con el I.C.A fueron las siguientes.

- Colocación de Mampostería (m2)
- Revestido de paredes (m2).
- Cortado de hierro (Kg).
- Colocación de hormigón (m3).
- Colocación de encofrado (m2).

Las reuniones semanales se realizaban los días martes a las 4 pm, en la que participaban: el director de la obra y el maestro. El primer punto de la reunión, era revisar el P.A.C de la semana anterior, luego se analizan las causas de no cumplimiento de las actividades y posteriormente los resultados del I.C.A. finalmente se analizaba la factibilidad de las actividades para la programación de la semana siguiente. Otros días de visitas eran los jueves y viernes, con el fin de poder analizar el avance de cada obra y poder registrar el número y la cantidad de actividades realizadas.

Ubicación de proyecto.

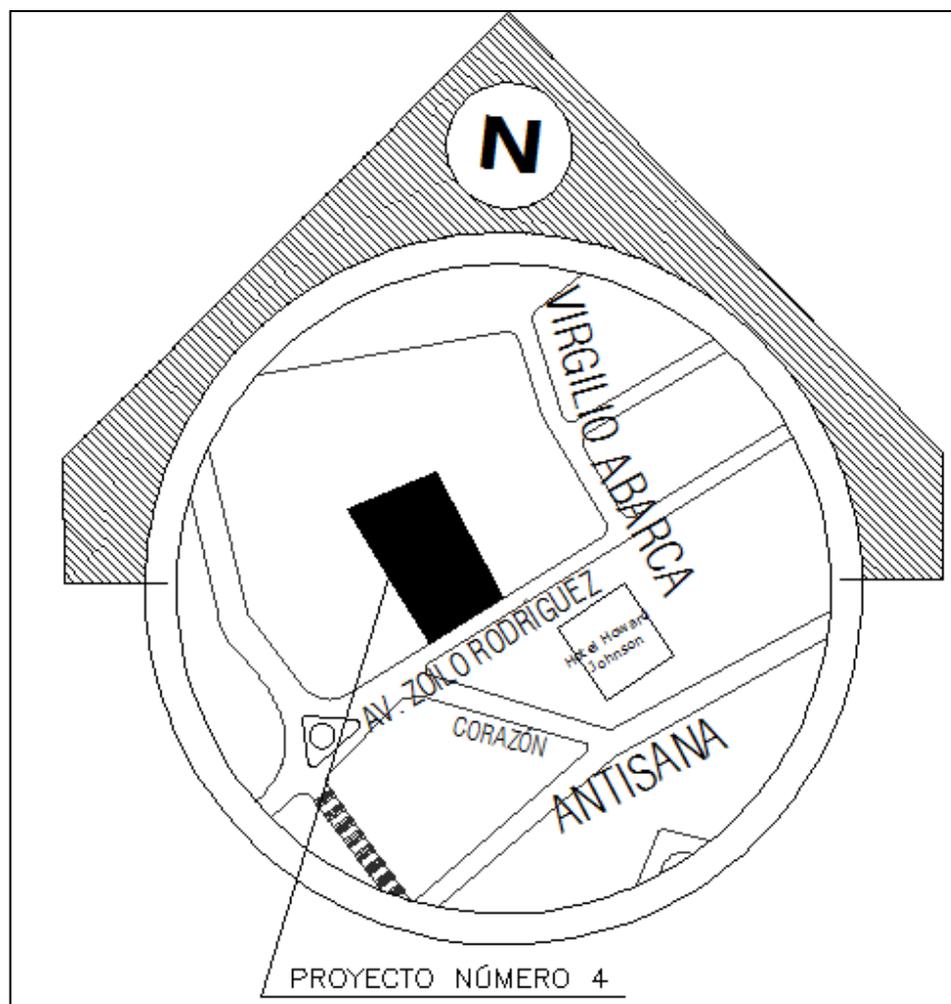


Figura 5.4 Ubicación del Proyecto N.4 en la ciudad de Loja.

6. Análisis de resultados.

El análisis de los resultados obtenidos en la evaluación se presentará en dos partes, en la primera se mostrará un análisis general de los cuatro proyectos y posteriormente se analizará por separado cada proyecto.

6.1 Análisis general de los proyectos.

Los resultados muestran un porcentaje promedio de cumplimiento elevado, debido a que en algunos de los proyectos existía un cumplimiento alto en relación a los otros lo que compensó para obtener un cumplimiento considerado como bueno

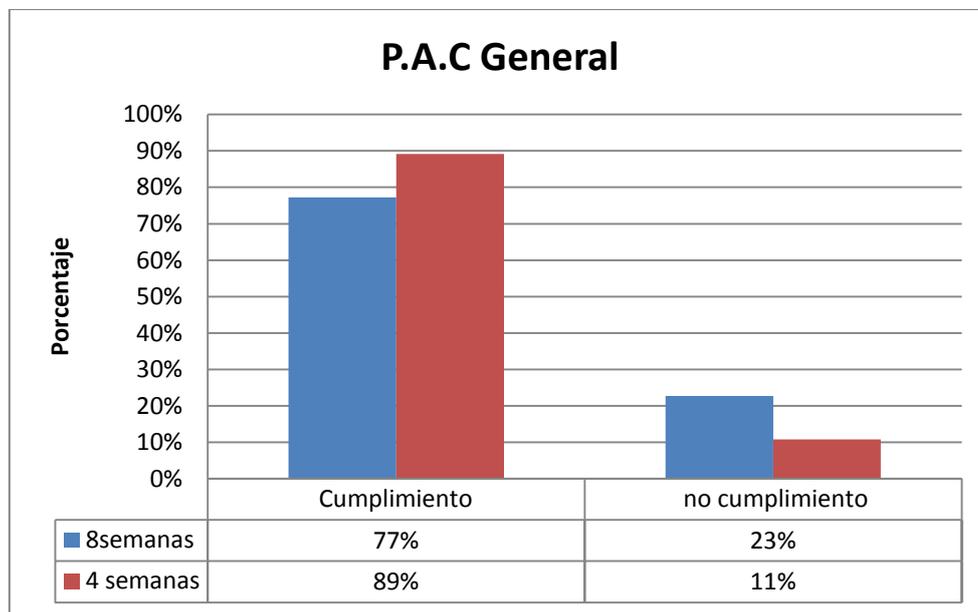


Figura 6.1: P.A.C Promedio semanal.

En la figura 6.1 se muestra el P.A.C promedio general obtenido, que en los 4 proyectos fue de un 77% de cumplimiento y un 23% de no cumplimiento durante las 8 semanas de evaluación, que según Howell (2002), se considera un rango buen cumplimiento.

En las últimas cuatro semanas de evaluación se implementaron acciones correctivas sobre los procesos de planificación, utilizando los principios de Last Planner lo que permitió que el P.A.C promedio obteniendo se incremente en un 89% de cumplimiento y 11 % de no cumplimiento.

El crecimiento del P.A.C en las últimas semanas de aplicación de correcciones, fue de un 12%, valor que en tiempo y costos puede considerarse como muy favorable en cada proyecto.

Tabla 6.1: Restricciones presentes en los proyectos con origen interno.

Restricciones - Causas de No cumplimiento	Origen de Restricciones	Frecuencia	Porcentaje
Mala programación	Interna	27	20%
Condiciones climáticas adversas.	Interna	19	14%
Bajo rendimiento de la mano de obra, Ocio	Externa	16	12%
Falta de cancha (Prerrequisitos).	Externa	12	9%
Falta de materiales.	Interna	10	8%
Mala ejecución del trabajo (lo que implica rehacer el trabajo).	Externa	9	7%
Falta de permisos.	Externa	9	7%
Falta de mano de obra.	Interna	9	7%
Mala interpretación de planos.	Interna	6	5%
Problemas con proveedores.	Interna	6	5%
Falla o falta de equipos.	Interna	4	3%
Problemas con contratistas.	Interna	3	2%
Planos defectuosos.	Externa	2	2%
	TOTAL	132	100%

En la tabla 6.1 se observan los resultados generales en cuanto a las restricciones presentes en los cuatro proyectos de construcción, su origen, su frecuencia y porcentajes en que se presentaron.

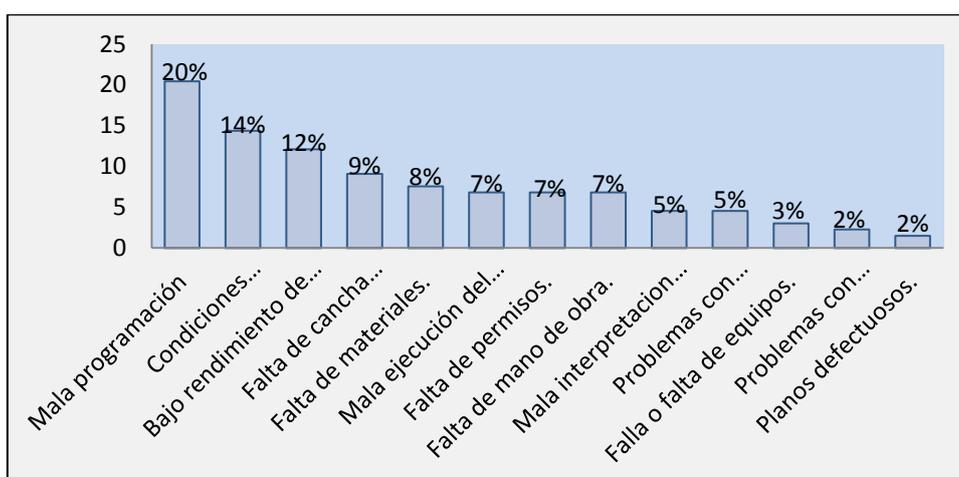


Figura 6.2: Restricciones o causas de no cumplimiento de actividades

Como se observa en la figura 6.2, la mala programación de las actividades que se pretendían ejecutar en las semanas de trabajo fue la causa principal del incumplimiento en los proyectos evaluados obteniendo un 20%.

Cada proyecto era programado en base a la experiencia de cada director, lo que en la mayoría de los casos no permitía planificar en realidad las actividades correctas y no analizando las restricciones que se puedan presentar. Es así, que tener actividades planificadas por si existiera presencia de lluvias no eran consideradas.

En la figura 6.2, se observa que las dos restricciones que presentan menor incertidumbre son: problemas con contratistas y planos defectuosos (restricciones de origen interno) con un 2% respectivamente revelan que las causas de incumplimiento en los proyectos evaluados se debieron en su mayoría a las decisiones erróneas de los encargados de dirigir los proyectos.

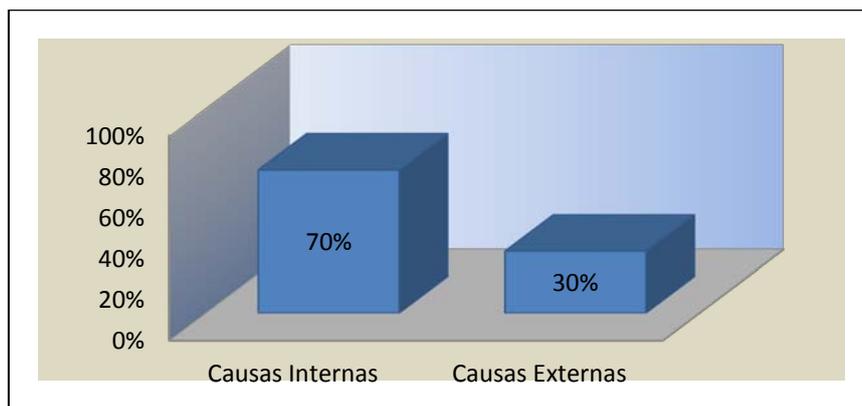


Figura 6.3: Origen de las restricciones.

Del total de causas de incumplimiento un 70% son atribuibles a causas internas y un 30% a causas externas. ¿Qué quiere decir esto? Que un 70% de las actividades no pudieron ejecutarse según lo programado debido a causas manejables por el administrador de la obra (internas). El resto de las actividades no se ejecutaron según lo programado por motivos que no dependían del constructor (externas).

Tabla 6.2: I.C.A promedio obtenido en los proyectos de construcción.

ACTIVIDADES SELECCIONADAS.	8 Semanas	4 Semanas	Crecimiento
Colocación de Mampostería m2	74%	89%	15%
Revestido m2	74%	89%	16%
Cortado de Hierro Kg	88%	93%	5%
Colocación de hierro Kg	89%	93%	4%
Empastado m2	75%	88%	13%
Colocación de Hormigón m3	83%	91%	8%
Colocación de Encofrado m2	83%	90%	8%

La tabla 6.2, indica las actividades que fueron evaluadas con el I.C.A en los cuatro proyectos, además se puede observar los porcentajes de cumplimiento promedio obtenidos durante todo el tiempo de evaluación, así como el crecimiento que presentaron en las últimas 4 semanas de evaluación, que fueron en las que se intervino directamente en los procesos de planificación de cada una de las obras.

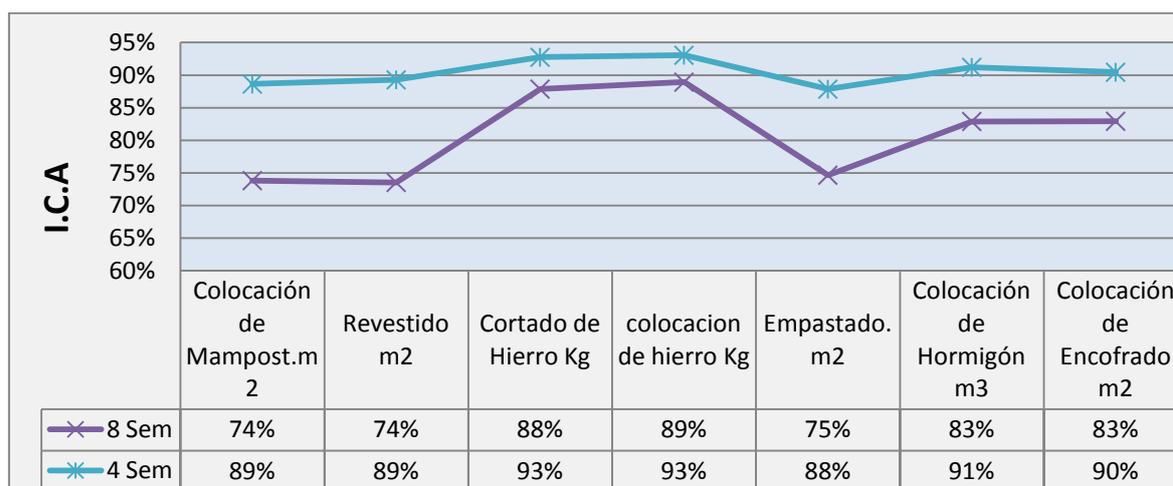


Figura 6.4: Tendencia del I.C.A en 8 y 4 semanas

En la figura 6.4, se observan los porcentajes obtenidos del I.C.A en los 4 proyectos, identificando las actividades que presentan mayor incertidumbre y que fueron las siguientes: Empastado con un 75% y la colocación de mampostería y revestimiento con un 74%, porcentajes considerados como muy bajos de cumplimiento (Howell 2002).

El mayor porcentaje promedio de I.C.A se observó en la colocación y cortado de hierro con un 89% y 88% respectivamente, considerando a estas actividades con baja incertidumbre por sus valores muy buenos de cumplimiento.

El incremento observado del I.C.A en las últimas cuatro semanas fluctuó entre un 8% en el caso de colocación de hormigón y encofrado, y un 16% de revestido de paredes. Los porcentajes promedios en las últimas 4 semanas del I.C.A se presentaron entre el 89% en colocación de mampostería y un 93% en colocación y cortado de hierro. Incremento debido a que en este tiempo ya se crearon planificaciones semanales, utilizando los principios de Last Planner, planificaciones realizadas en reuniones conjuntas con el administrador y el maestro de la obra.

6.2 Análisis Proyecto 1.

Los resultados obtenidos en el proyecto se presentan a continuación mostrando sus resultados en dos etapas. Las primeras 8 semanas donde permiten conocer el estado real con que se concibe la programación en cada proyecto y los niveles de confiabilidad existentes en la planificación. Y posteriormente el análisis a las últimas cuatro semanas, donde se intervino en el proyecto directamente presentando una propuesta de mejoras en base a una planificación confiable, utilizando los principios del último planificador. Logrando principalmente que se cumpla la planificación semanalmente, realizando evaluación constante al proyecto y logrando asumir compromisos con las tareas designadas a los involucrados en las mismas.

Porcentaje de asignaciones completadas P.A.C

Tabla 6.3: PAC en 12 semanas de medición.

Semana	Fecha de inicio	Fecha término	PAC
Semana 1	12-dic-09	19-dic-09	68%
Semana 2	19-dic-09	26-dic-09	64%
Semana 3	26-dic-09	02-ene-10	71%
Semana 4	02-ene-10	09-ene-10	77%
Semana 5	09-ene-10	16-ene-10	77%
Semana 6	16-ene-10	22-ene-10	79%
Semana 7	22-ene-10	29-ene-10	79%
Semana 8	29-ene-10	06-feb-10	80%
% Promedio Cumplido			74%
% Promedio no cumplido			26%
Semana	Fecha de inicio	Fecha término	PAC
Semana 9	06-feb-10	13-feb-10	85%
Semana 10	13-feb-10	19-feb-10	86%
Semana 11	19-feb-10	27-feb-10	88%
Semana 12	27-feb-10	06-mar-10	88%
% Promedio Cumplido			87%
% Promedio no cumplido			13%

En la Tabla 6.3, se muestra las fechas en que el P.A.C fue evaluado y los porcentajes que se obtuvieron en las 12 semanas.

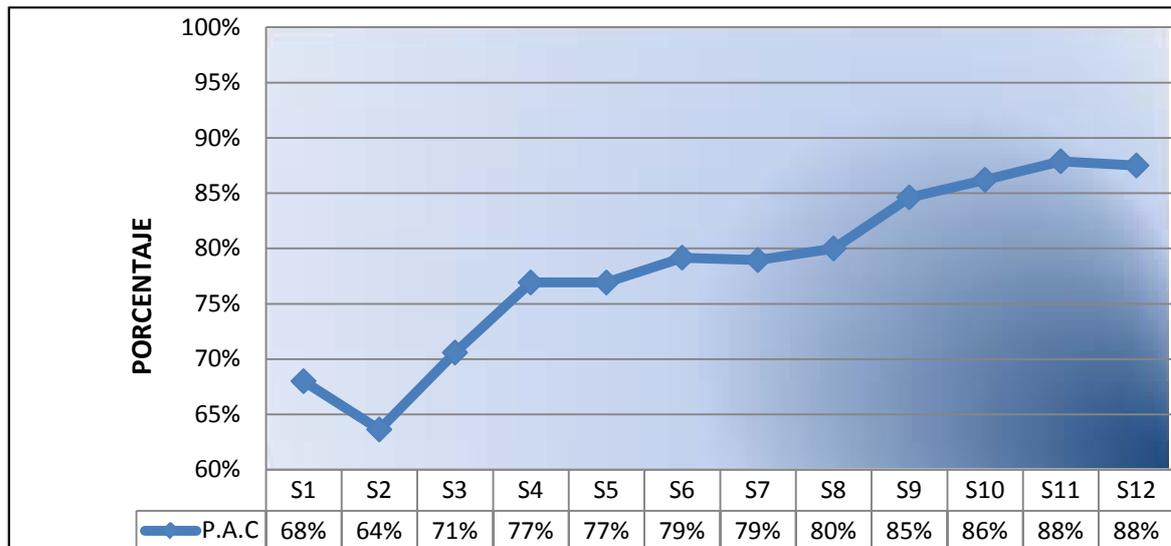


Figura 6.5: Grafico de la tendencia del PAC

La figura 6.5, indica la tendencia que presentó el P.A.C durante la evaluación, existiendo un crecimiento gradual del P.A.C según el paso del tiempo, incrementándose de un 68% obtenido en la primera semana llegando a un 88% en las semana doce. En el diagrama de barras de la figura 6.6 se muestra cómo la semana dos difiere en los porcentajes de crecimiento que obtuvo el P.A.C con un 64% de cumplimiento, debido a problemas con trabajos rehechos y problemas con subcontratistas. El crecimiento del P.A.C en las semanas posteriores, se debió en gran parte al incremento del número de trabajadores en cada cuadrilla realizado por el administrador de la obra, tratando de compensar con esto los atrasos que el proyecto presentaba.

En las últimas 4 semanas como muestra la figuras 6.5 los porcentajes de cumplimiento promediaron entre 85% y el 88%.

La figura 6.6, muestra los porcentaje de cumplimiento y no cumplimiento promedios en la evaluación de la planificación, presentando de un 74% de cumplimiento y un 26% de no cumplimiento. Revelando el nivel de confiabilidad del proyecto, que si lo comparamos con el criterio de Howell (2002) se encuentra por debajo del considerado como bueno que es en un 80%.

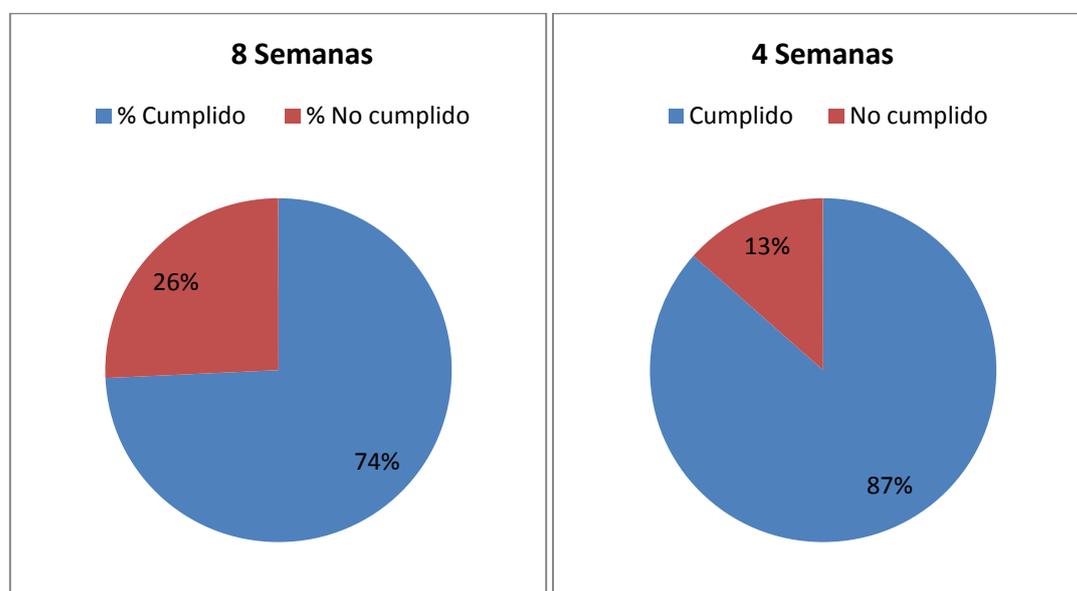


Figura 6.6: Porcentaje Promedio de cumplimiento del P.A.C

En las últimas cuatro semanas de implementación de acciones de mejoramiento, donde se obtiene un P.A.C de un 87% que es considerado como un valor muy bueno

(Howell 2002), y un 13% de no cumplimiento, razón que se debe a las condiciones climáticas adversas.

El P.A.C fue incrementándose con el paso de las semanas, demostrando que el cumplimiento de asignaciones cada vez era mayor.

Análisis de restricciones.

El análisis de restricciones se realizó durante las doce semanas que duró la evaluación.

Tabla 6.4: Restricciones presentes en el proyecto.

Restricciones - Causas de No cumplimiento	Origen de Restricciones	Frecuencia	Porcentaje
Mala programación	Interna	8	18%
Condiciones climáticas adversas.	Externa	7	16%
Falta de materiales.	Interna	4	9%
Bajo rendimiento de la mano de obra, Ocio	Interna	4	9%
Falta de cancha (Prerrequisitos).	Interna	3	7%
Falta de permisos.	Externa	3	7%
Mala ejecución del trabajo (lo que implica rehacer el trabajo).	Interna	3	7%
Mala interpretación de planos.	Interna	3	7%
Falta de mano de obra.	Interna	2	5%
Problemas con contratistas.	Externa	2	5%
Problemas con proveedores.	Externa	2	5%
Falla o falta de equipos.	Interna	2	5%
Planos defectuosos.	Externa	1	2%
	TOTAL	44	100%

La Tabla 6.4, indica los resultados en cuanto a las restricciones que se presentaron en este proyecto, la primera columna muestra las restricciones que serán analizadas, a continuación se puede ver el origen de la restricción, posteriormente la frecuencia que indica el número de semanas en que la restricción se observó y por último el porcentaje que tiene cada restricción.

La figura 6.7 muestra cómo se presentaron las restricciones, la mala programación con un 18%, condiciones climáticas adversas con un 16%, falta de materiales y bajo rendimiento de la mano de obra con 9% son las restricciones que se observaron con mayor frecuencia en este proyecto.

La mala programación y las malas condiciones climáticas fueron las principales causas de que existía incumplimiento en la planificación. No se consideraba en las planificaciones problemas eventuales como presencia de lluvia y que cuando se presentaban existían atrasos y paralización de actividades, creando ocio y obteniendo como resultado porcentajes elevados en esta restricción.

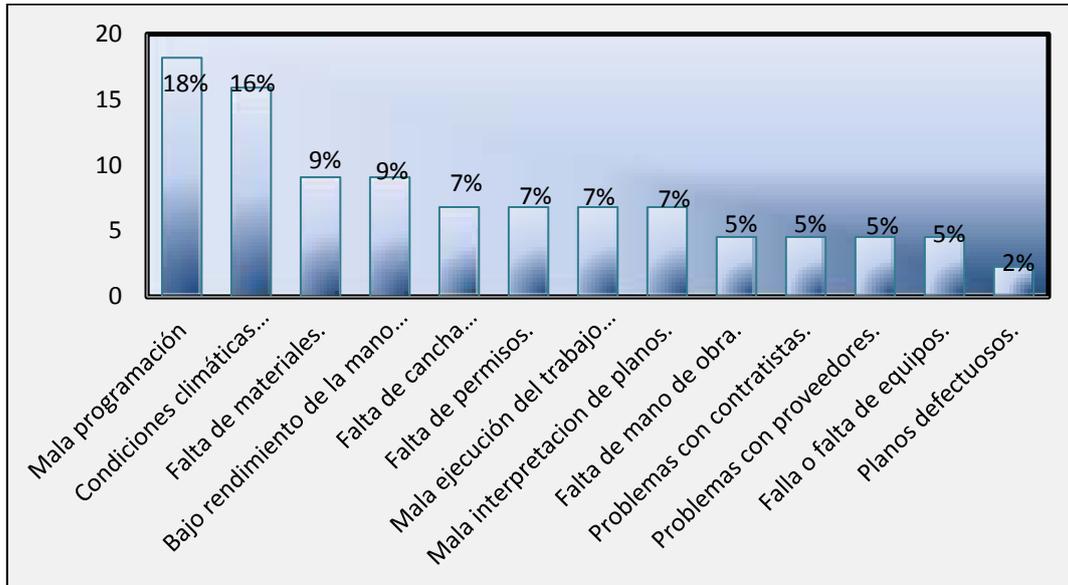


Figura 6.7: Restricciones o causas de no cumplimiento de actividades

Fue interesante conocer el origen de las restricciones porque sirvió de ayuda para reconocer si se debieron a errores internos o externos del proyecto. En este proyecto el origen de las restricciones recayó en mayor porcentaje a causas internas con un 66% y un 34% a razones de carácter externo como podemos observar en la figura 6.8.

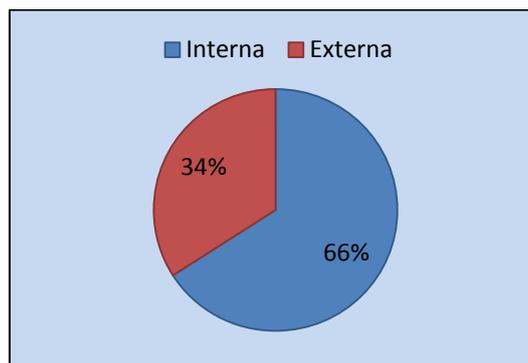


Figura 6.8: Origen de las restricciones.

Índice de cumplimiento de actividades.

La figura 6.9 indica los porcentajes obtenidos con el I.C.A en cuanto al rubro de colocación de mampostería.

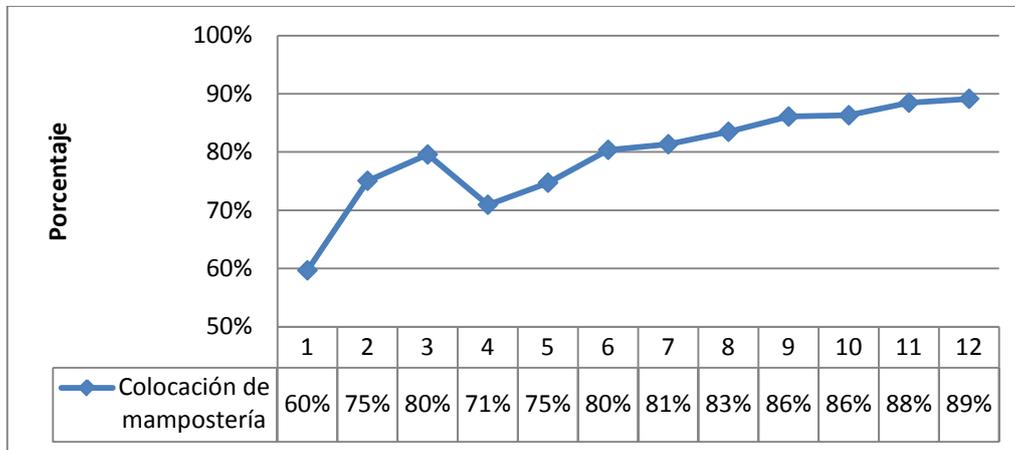


Figura 6.9: I.C.A Colocación de en mampostería.

En la semana 1 se observa el porcentaje más bajo de cumplimiento con un 60%, valor que refleja el nivel de cumplimiento en que se encontraba en inicio el proyecto. Al no contar con un profesional que este a cargo de la obra, los retrasos, la mala interpretación de los planos, eran causas que indujeran a que las actividades no se ejecuten correctamente, incluso en muchos de los casos no quedando otra alternativa que realizarlas nuevamente los trabajos.

El incremento del I.C.A en las últimas 4 semanas, demuestra que la idea de ir cumplimiento metas semanales, fue asimilada de buena manera.

En la semana 4 se observa una variación en la tendencia de crecimiento del I.C.A disminuyéndose de un 80% obtenido en la semana 3 a un 71%, debido a causas de mala ejecución de trabajos con lo que algunas actividades se corrigieron y en otros casos tuvieron que realizarse nuevamente, además, una cuadrilla de trabajo estuvo incompleta.

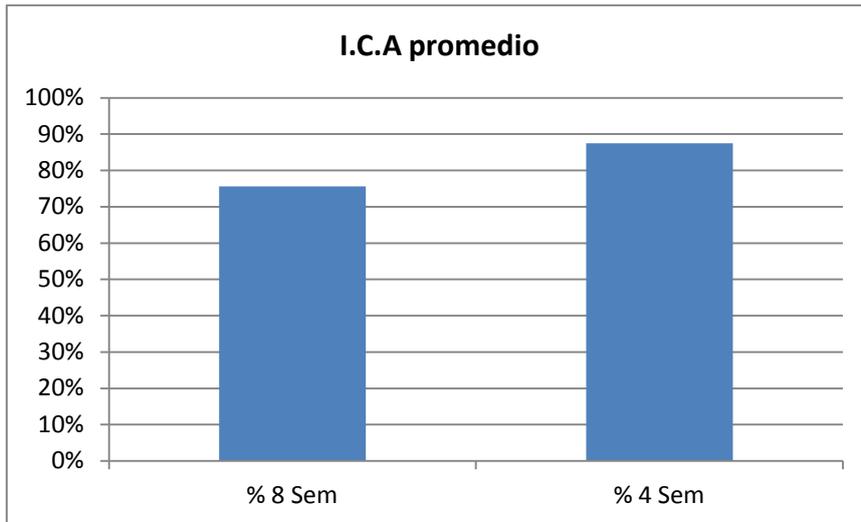


Figura 6.10. Comparación I.C.A en etapas de medición

La figura 6.10, muestra la comparación de los resultados obtenidos en las dos etapas de medición, las primeras 8 semanas indican que el I.C.A en el rubro de colocación de mampostería obtuvo un 76% de cumplimiento. Por el contrario las 4 últimas semanas el I.C.A se incremento en un 12% obteniendo un cumplimiento promedio de un 88%, observando que la tendencia se mantiene en un rango entre el 86% y 89%. Valores considerados como muy buenos (Howell 2002).

La figura 6.11, indica los porcentajes obtenidos con el I.C.A en cuanto a la actividad de revestimiento.

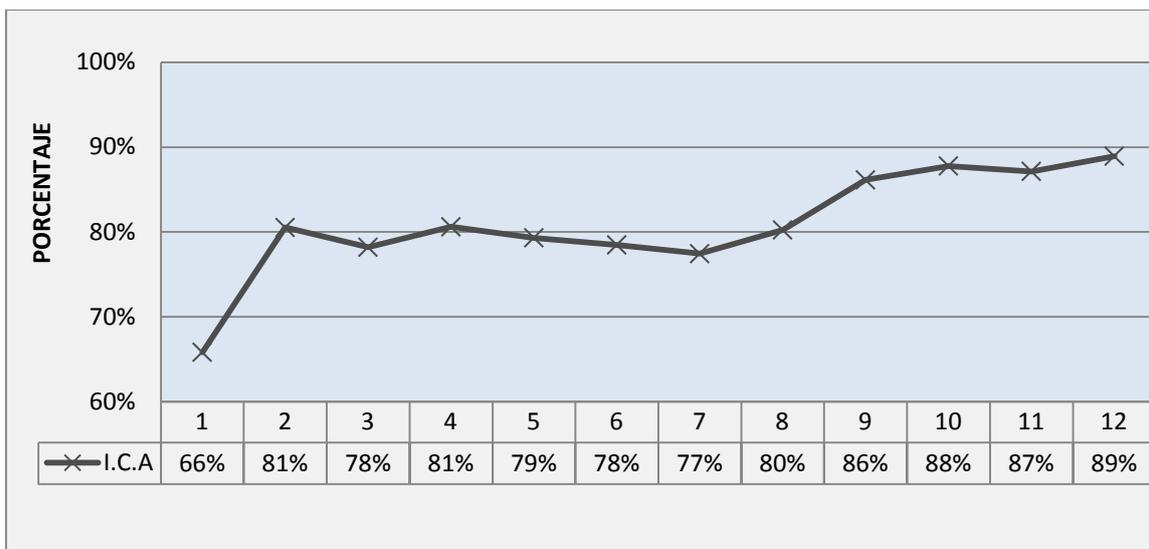


Figura 6.11: I.C.A Revestimiento.

Se observa que en la semana 1 se obtuvo el I.C.A menor con un 60%, y que a medida que transcurrieron las semanas fue incrementándose poco a poco. Incremento que se

debió a que en las semanas posteriores a la primera el equipo de trabajo se incremento.

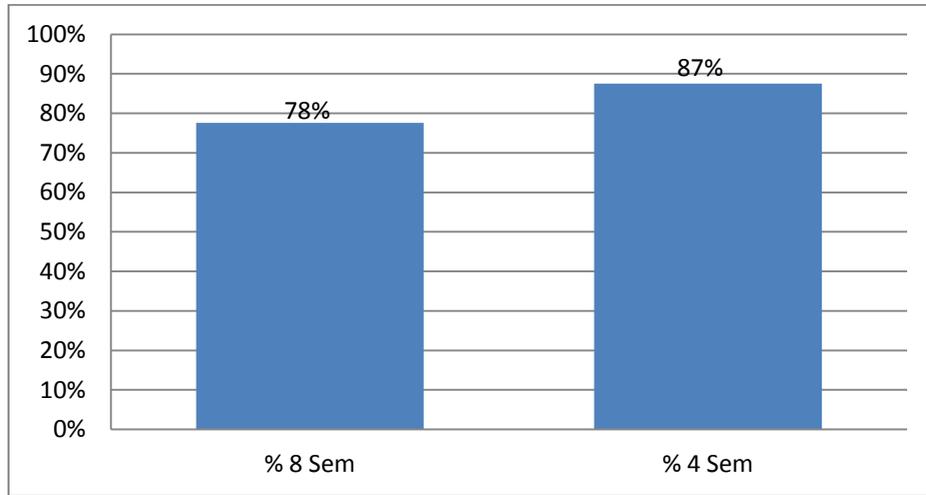


Figura 6.12. Comparación I.C.A en etapas de medición

La figura 6.12, muestra los resultados obtenidos en las 2 etapas de evaluación, la primera correspondiente a 8 semanas se obtuvo un cumplimiento promedio de 70%, en la segunda etapa (4 semanas finales) el I.C.A se incrementa con resultados en un rango entre el 86% y 89%. Obteniendo un porcentaje promedio de cumplimiento de 87%.

La actividad de cortado de hierro es otra de las actividades que se evaluó con el I.C.A en este proyecto, los porcentajes que se obtuvieron se presentan a continuación.

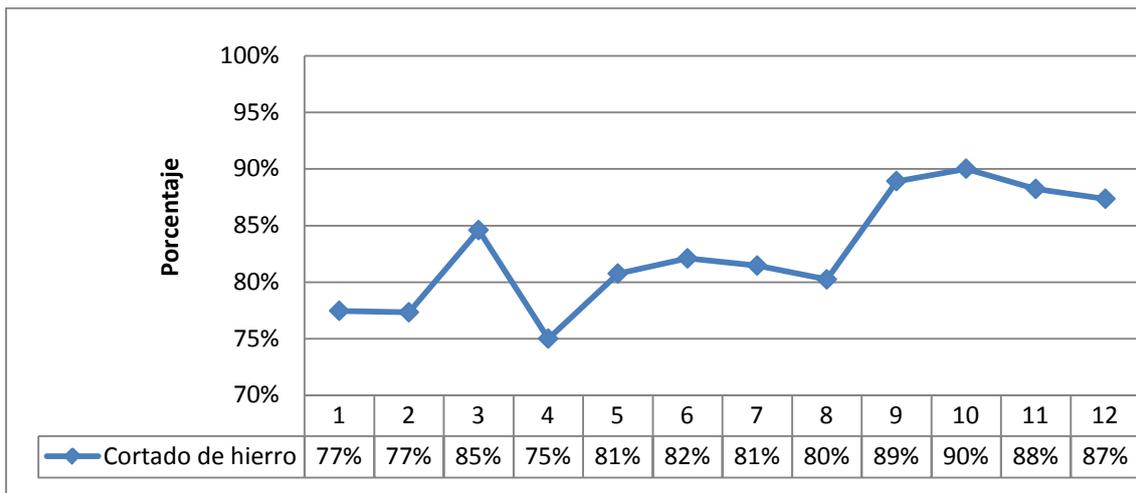


Figura 6.13: I.C.A Cortado de Hierro.

La figura 6.13, en la primera y segunda semana muestra un igual porcentaje de cumplimiento de 77% valor que revela el estado actual de cumplimiento que existía en cuanto a esta actividad. En la semana 4 se presenta el porcentaje de cumplimiento más bajo con un 75%, porcentajes bajos que se adjudican a la falta de compromisos de cumplimiento al ejecutar las actividades designadas por el administrador de la obra y sobretodo puntualizando en la semana 4 donde existieron excesivos atrasos en las actividades (falta de cancha) que no permitieron completar con normalidad la programación planificada.

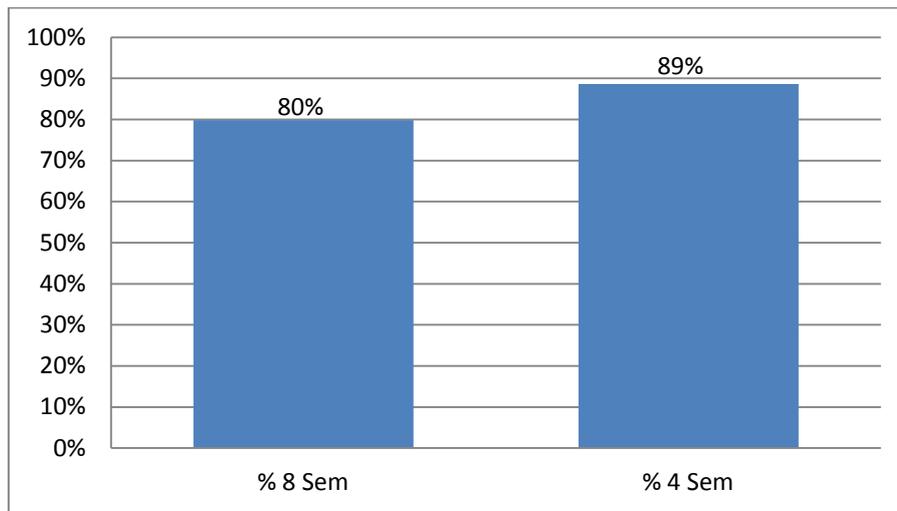


Figura 6.14. Comparación I.C.A en etapas de medición

La figura 6.14, compara los resultados obtenidos en las primeras 8 semanas de evaluación donde el cumplimiento promedio fue de un 80%, y las últimas cuatro finales con un 89%. Los porcentajes promedios de cumplimiento en esta actividad indican que los niveles de cumplimiento son muy elevados y que son considerados como muy buenos por Howell (2002).

La figura 6.15, muestra los porcentajes obtenidos en la evaluación del I.C.A en cuanto a la actividad de empaste.

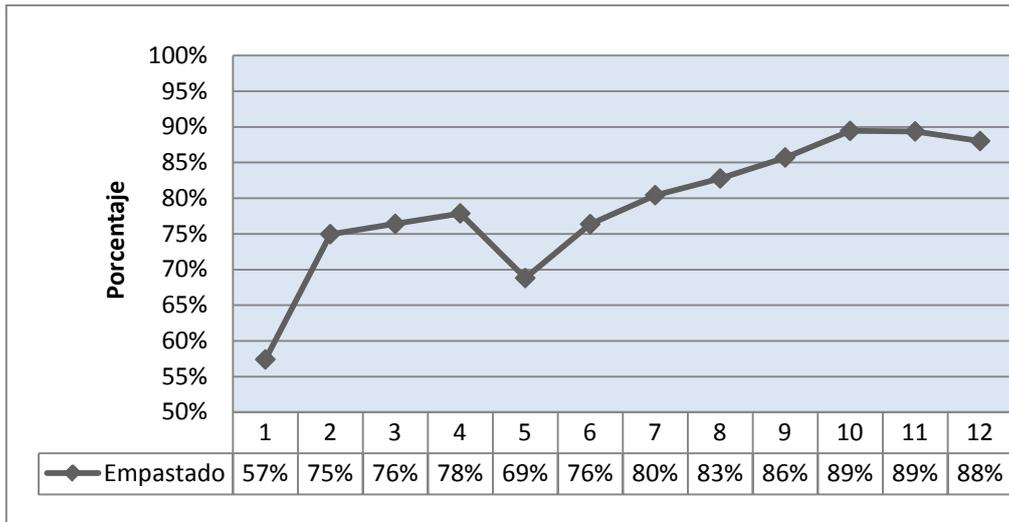


Figura 6.15: I.C.A Empastado.

Con un cumplimiento de un 55% en la semana 1, revela que esta actividad se realizó poco más de la mitad de lo que realmente se planificó, un llamado de atención en ese momento al administrador para tomar en cuenta tal vez la actividad se planificó excesivamente o realmente la asignación no se cumplió por bajo rendimiento de los obreros, pero que en definitiva se considera como un cumplimiento muy malo.

Posteriormente a la semana 1 se observa una tendencia de crecimiento en los porcentajes obtenidos, a excepción de la semana 5 donde se presenta una variación en la tendencia al crecimiento del I.C.A, esto debido no contar con la cancha disponible para realizar la actividad, por demora en la ejecución de las actividades previas.

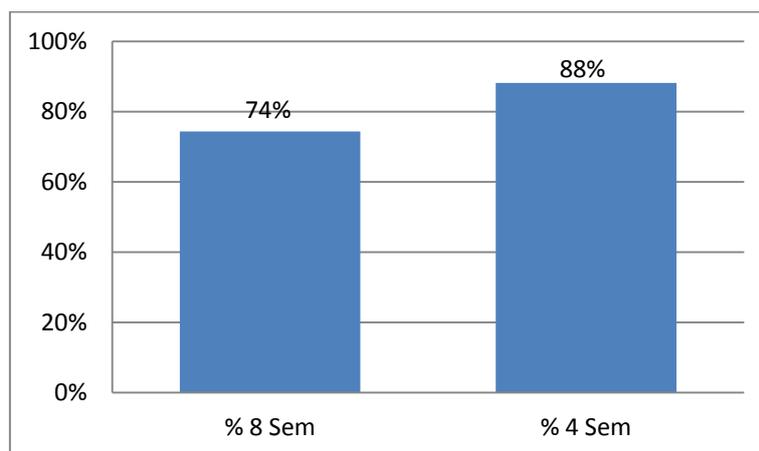


Figura 6.16. Comparación I.C.A en etapas de medición

La figura 6.16, compara los resultados obtenidos con el I.C.A durante toda la evaluación en sus dos etapas, obteniendo un porcentaje de cumplimiento promedio de 74% en las 8 semanas primeras y un 89% en las cuatro últimas. Presentando un incremento de un 14% en el cumplimiento a raíz de la implementación de acciones correctivas.

La figura 6.17, muestra los porcentajes obtenidos con el indicador "I.C.A" con la actividad de colocación de hormigón.

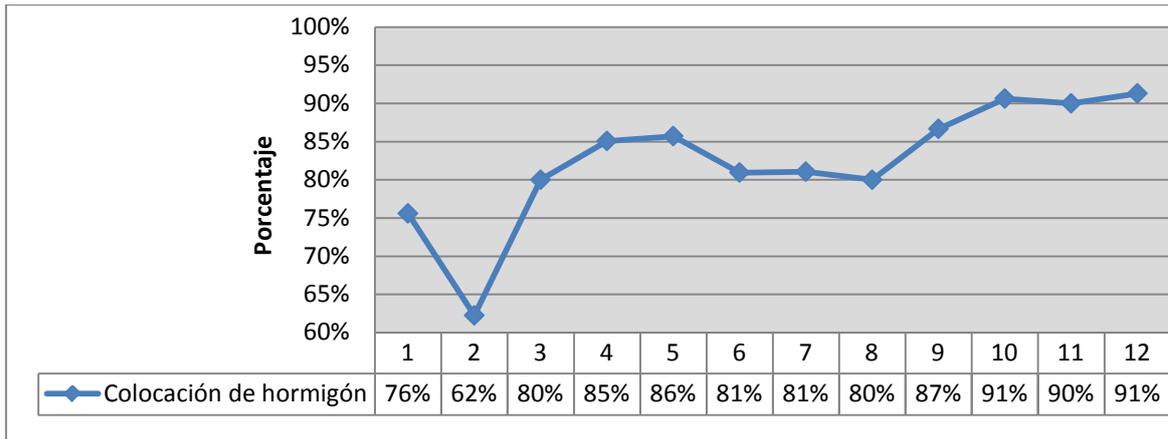


Figura 6.17: I.C.A - Colocación de hormigón.

Como muestra la figura 6.17, en la semana 2 se obtuvo un 62% de cumplimiento valor considerado como muy malo (Howell 2002), esto debido a retrasos en la fundición de una losa y columnas en las viviendas y por falta de materiales y equipo en la obra. En las semanas posteriores se observa un incremento de los porcentajes de cumplimiento, esto se debió a que partir de la semana dos se incrementaba paulatinamente el número de obreros en las cuadrillas, en las semanas 5, 6 y 7 no se incremento el número de trabajadores observando que el I.C.A disminuye de la tendencia al crecimiento y se estabiliza en su porcentaje promedio de 81%.

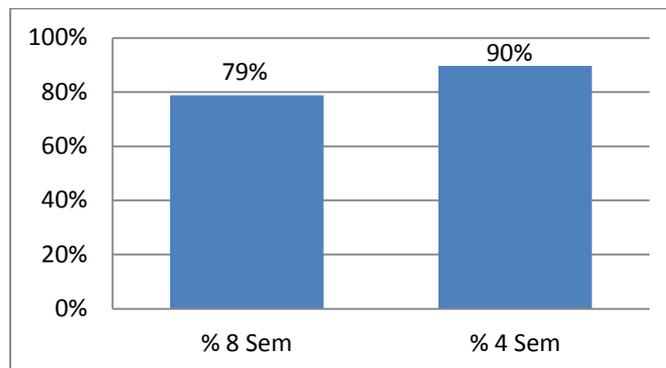


Figura 6.18. Comparación I.C.A en etapas de medición

La figura 6.18, se puede comparar el porcentaje de cumplimiento en las dos etapas de evaluación, las primeras ocho semanas se obtuvo un 79% de cumplimiento y en las últimas cuatro semanas un 90% de cumplimiento, observando un incremento del I.C.A. en un 11%, los valores obtenidos en esta actividad se encuentran en un rango considerados como buenos y muy buenos respectivamente según Howell (2002).

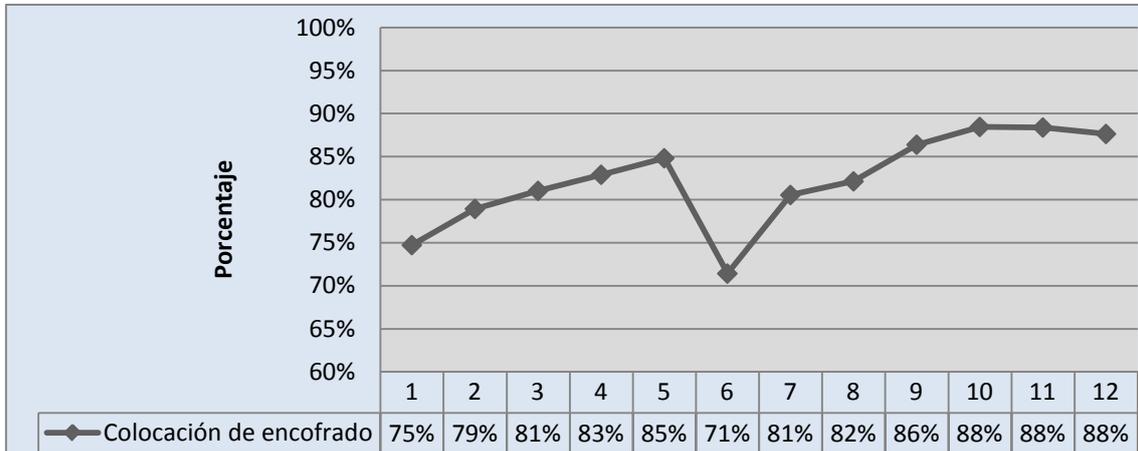


Figura 6.19: I.C.A - Colocación de encofrado.

La figura 6.19, muestra los resultados obtenidos en la actividad de colocación de encofrado.

En la semana 6 se observa un comportamiento diferente en la tendencia de crecimiento, disminuyendo de un 85% a 71% el porcentaje de cumplimiento, la razón se debió a la falta del material para desarrollar la actividad y problemas que se presentaron con proveedores. En las 3 últimas semanas el I.C.A se estabiliza en su tendencia al crecimiento obteniendo un cumplimiento del 88%, que si se compara con el 75% obtenido en la semana 1, se comprueba que existió un incremento de un 15% en el I.C.A.

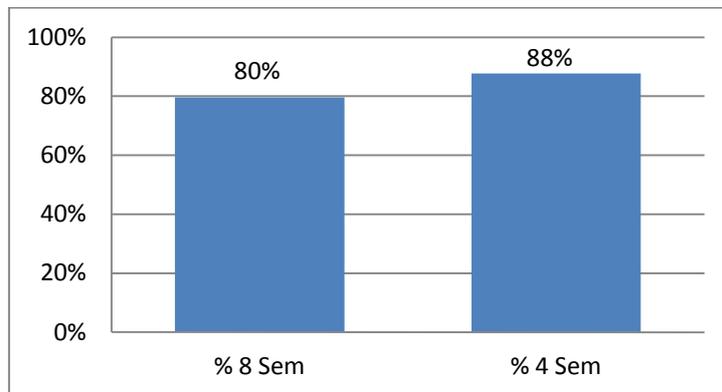


Figura 6.20. Comparación I.C.A en etapas de medición

Al comparar los resultados en las dos etapas de evaluación, se observa que en las 8 primeras semanas se obtuvo un 80% de cumplimiento y en las últimas cuatro un 88%, lo que índice que existió un incremento promedio entre las dos etapas de evaluación del 8% en el cumplimiento.

Resumen de resultados del I.C.A en el proyecto 1.

Al final de la evaluación de este proyecto, los resultados obtenidos se presentan a continuación.

Tabla 6.5: Resumen de resultados de la medición del I.C.A

	8 Semanas	4 semanas	% crecimiento
Colocación de Mampostería m²	76%	88%	12%
Revestimiento m²	78%	87%	10%
Cortado de Hierro Kg	80%	89%	9%
Empastado m²	74%	88%	14%
Colocación de hormigón m³	79%	90%	11%
Colocación de encofrado m²	80%	88%	8%

La tabla 6.5, permite apreciar con claridad los porcentajes de cumplimiento obtenidos en las dos etapas de evaluación de este proyecto y su respectivo incremento.

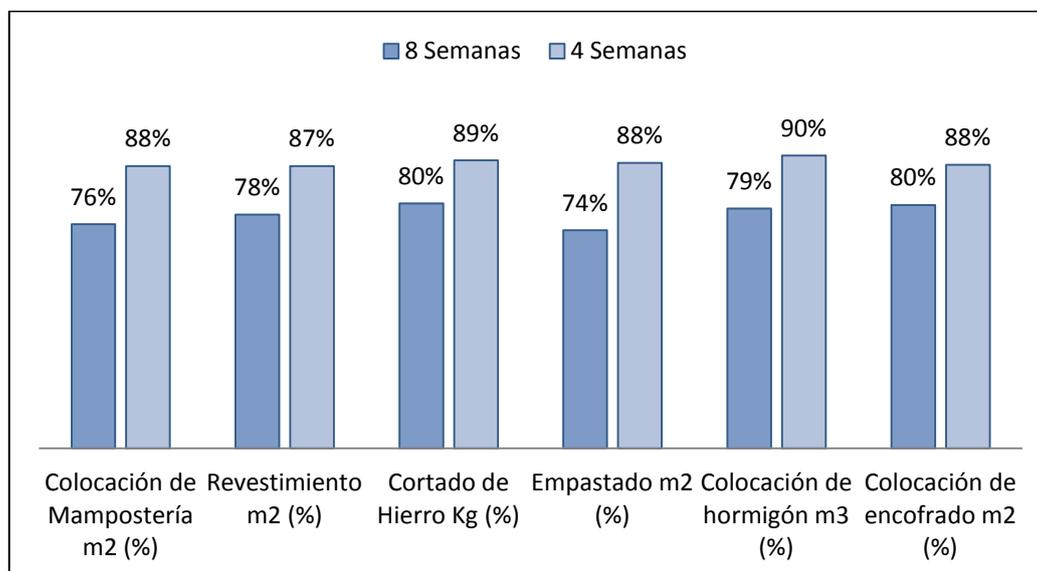


Figura 6.21: I.C.A – diagrama comparativo entre 8 semanas Vs. 4 semanas.

La figura 6.21 permite visualizar el incremento considerable que se obtuvo en la segunda etapa de evaluación, en donde se implementó acciones correctivas sobre la

forma de planificar que hasta ese momento era nula, permitiendo intervenir en la planificación de actividades y evaluando a cada una de ellas, llegando a obtener incrementos en el I.C.A de hasta un 14% en el caso del empastado y un 12% en colocación de mampostería. Así también, es importante recalcar que el 8% fue el incremento menor obtenido del I.C.A y que se presentó en la colocación de encofrado.

6.3 Análisis Proyecto 2.

Este proyecto se encontraba dirigido por un ingeniero civil, que administraba la obra y su presencia era permanente.

Porcentaje de asignaciones completadas P.A.C

Tabla 6.6: PAC de las 12 semanas medido semanalmente

Semana	Fecha de inicio	Fecha término	PAC
Semana 1	02-ene-10	09-ene-10	78%
Semana 2	09-ene-10	16-ene-10	79%
Semana 3	16-ene-10	23-ene-10	88%
Semana 4	23-ene-10	30-ene-10	87%
Semana 5	30-ene-10	06-feb-10	90%
Semana 6	06-feb-10	13-feb-10	83%
Semana 7	13-feb-10	19-feb-10	87%
Semana 8	19-feb-10	27-feb-10	81%
% Promedio Cumplido			84%
% Promedio no cumplido			16%
Semana	Fecha de inicio	Fecha término	PAC
Semana 9	27-feb-10	06-mar-10	92%
Semana 10	06-mar-10	13-mar-10	92%
Semana 11	13-mar-10	20-mar-10	93%
Semana 12	20-mar-10	27-mar-10	93%
% Promedio Cumplido			92%
% Promedio no cumplido			8%

En la tabla 6.6, se observa las fechas de evaluación en las dos etapas y los resultados de los porcentajes de cumplimiento obtenidos.

La figura 6.22, muestra el incremento del P.A.C con el paso de las semanas, la semana 1 permite conocer el estado actual en que se encontraba el proyecto, registrando un 78% de cumplimiento, valor considerado como bueno por Howell (2002), se puede observar también variaciones en la semana 6 y 8 a la tendencia de crecimiento del P.A.C con valores de 83% y 81% respectivamente, en la semana 6 el

administrador del proyecto realizó un viaje y por tanto el desarrollo de las actividades no se efectuaron de forma normal existiendo ocio. En la semana 8 la causa de la disminución fue por demoras por problemas presentados con las construcciones aledañas al proyecto.

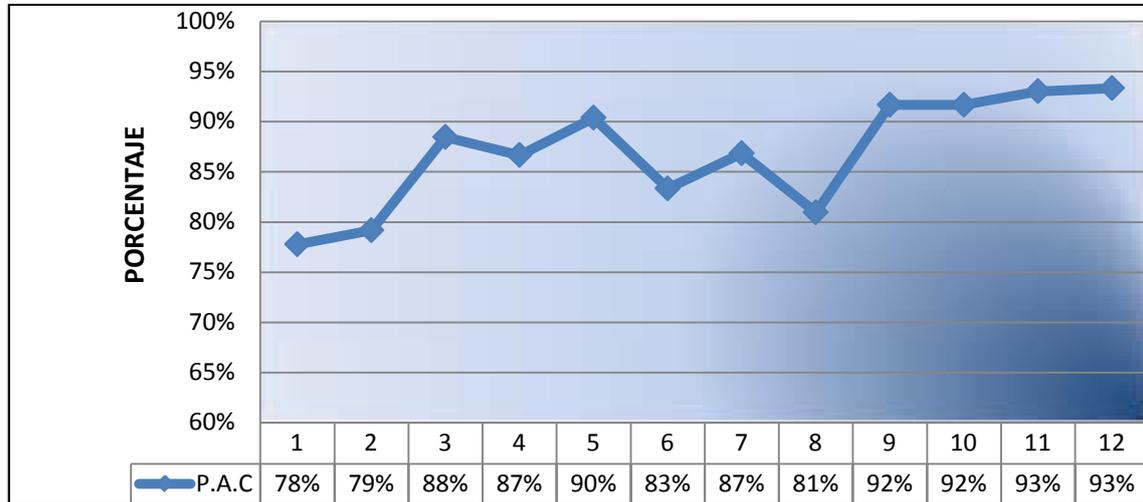


Figura 6.22: Grafico de la tendencia del P.A.C

El porcentaje promedio de cumplimiento en la primera etapa (8 semanas) registra un P.A.C de un 84% y un incumplimiento del 26% (Ver figura 6.23), estos valores revelan el nivel elevado de confiabilidad en la planificación existente en este proyecto, demostrando la capacidad y experiencia de las personas encargadas de dirigir el proyecto.

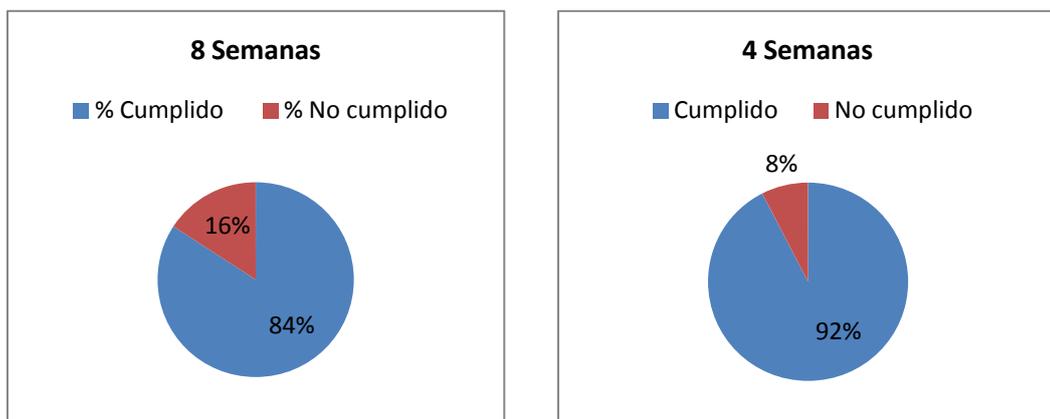


Figura 6.23: Porcentaje Promedio de cumplimiento del P.A.C

En las cuatro últimas semanas de evaluación, se obtuvo un cumplimiento de 92% y un 8% de incumplimiento.

El incremento del P.A.C promedio que se observó fue de un 4%, que no es muy elevado en relación a los incrementos mostrados en los otros proyectos, pero que no deja de ser positivo si se trata de mejorar el cumplimiento de lo planificado.

Análisis de restricciones.

El análisis de restricción se realizó durante todo las doce semanas que duró la evaluación.

Tabla 6.7: Restricciones presentes en el proyecto.

Restricciones - Causas de No cumplimiento	Origen de Restricciones	Frecuencia	Porcentaje
Condiciones climáticas adversas.	Externa	6	24%
Mala programación	Interna	5	20%
Bajo rendimiento de la mano de obra, Ocio	Interna	4	16%
Falta de mano de obra.	Interna	3	12%
Mala ejecución del trabajo (lo que implica rehacer el trabajo).	Interna	3	12%
Falta de cancha (Prerrequisitos).	Interna	2	8%
Falla o falta de equipos.	Interna	1	4%
Falta de permisos.	Externa	1	4%
Planos defectuosos.	Externa	0	0%
Problemas con contratistas.	Externa	0	0%
Problemas con proveedores.	Externa	0	0%
Falta de materiales.	Interna	0	0%
Mala interpretación de planos.	Interna	0	0%
	TOTAL	25	100%

En la tabla 6.7 se puede observar las restricciones que existieron en esta obra, el origen, su frecuencia y porcentaje con que se presentaron. Algo importante que se observa es que la frecuencia con que se presentaron las restricciones es baja en comparación a los demás proyectos, de ahí también que los niveles de confiabilidad son mayores.

Como se muestra en la figura 6.24, las malas condiciones climáticas fue la principal causa de incumplimiento o restricción con un 24% debido a que esta restricción nunca

se tomó en consideración al momento de planificar las actividades. La mala programación con un 20% fue el segundo valor más elevado en las restricciones. Muchas de las restricciones no se presentaron en este proyecto.

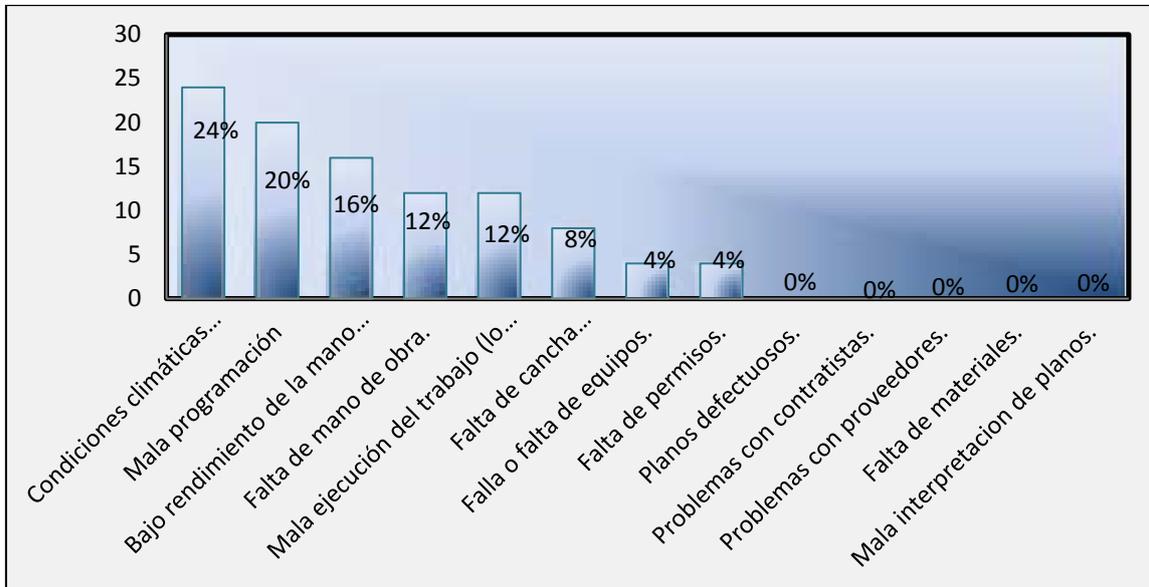


Figura 6.24: Restricciones o causas de no cumplimiento de actividades

La importancia de conocer el origen de una restricción radica en que el administrador del proyecto al haber contado con esta información estuvo consiente a que se debió el origen del incumplimiento de las actividades.

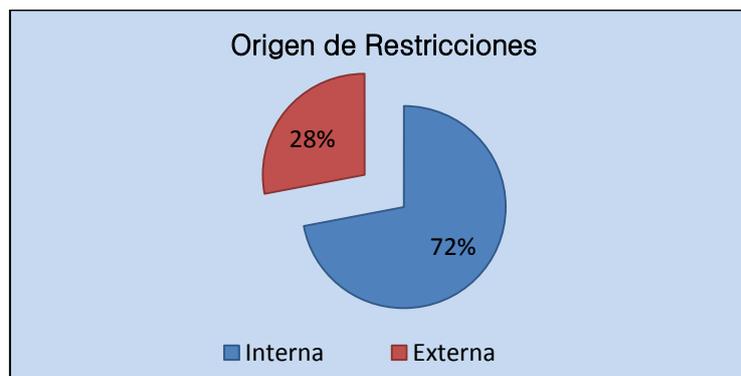


Figura 6.25: Origen de las restricciones.

Como muestra la figura 6.25, el origen de las restricciones en este proyecto se debió en mayor porcentaje a causas internas con un 72 % y un 28% a razones de carácter externo.

Índice de cumplimiento de actividades.

La figura 6.26 nos indica los porcentajes obtenidos con el I.C.A en cuanto a rubro de cortado de hierro.

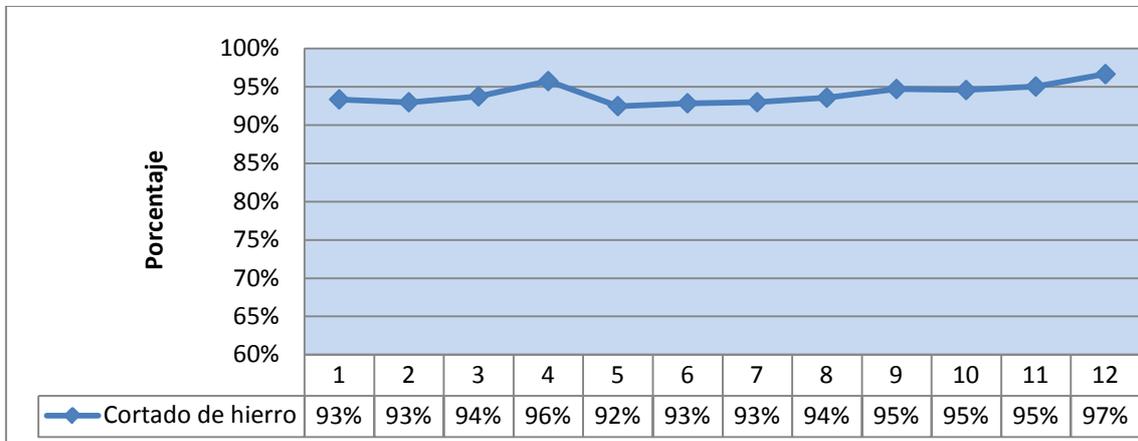


Figura 6.26: I.C.A - Cortado de hierro

Como se muestra en la figura 6.26, los porcentajes obtenidos en el rubro de cortado de hierro se encuentran sobre el 90% de cumplimiento, valores considerados como muy buenos por Howell (2002). Estos porcentajes muestran el bajo nivel de incertidumbre que existió con esta actividad. El porcentaje menor registrado se encuentra en la semana 5 con un 92%.

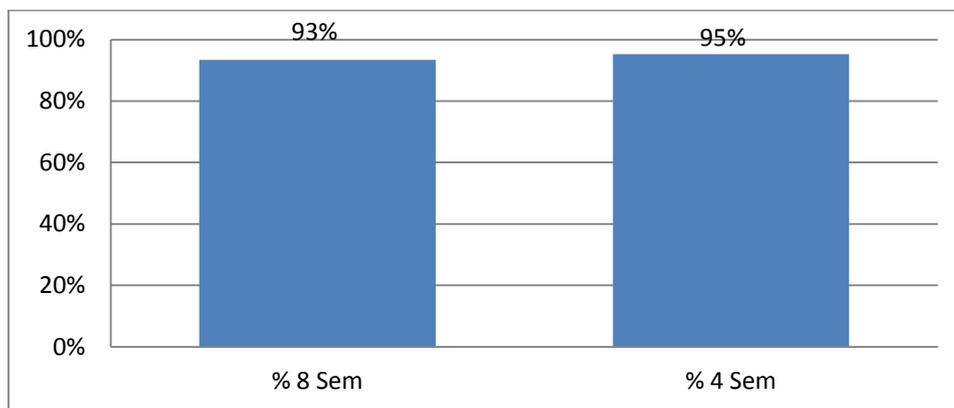


Figura 6.27. Comparación I.C.A en etapas de medición

Al comparar los resultados obtenidos en las dos etapas de evaluación, la figura 6.27 muestra el incremento obtenido en el I.C.A, en las cuatro últimas semanas registrando un 95% de cumplimiento promedio, observando un crecimiento de un 2%.

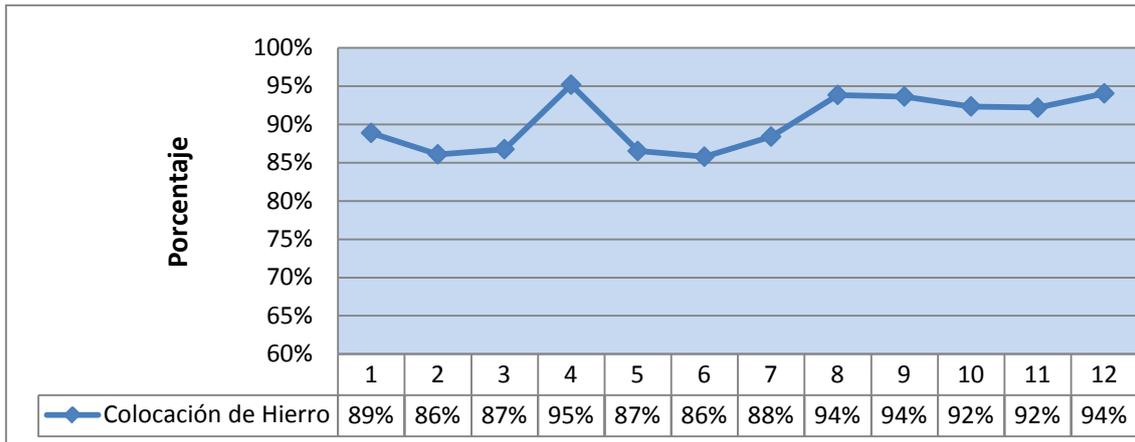


Figura 6.28: I.C.A – Colocación de hierro.

En la figura 6.28, se muestra los resultados del I.C.A obtenidos en la actividad de colocación de hierro. La grafica muestra como los porcentajes de cumplimiento del I.C.A se encuentran sobre el 85%. En la semana 4 se presenta un incremento de un 95%, debido al aumento de trabajadores que existió en esa semana, incremento que hizo el administrador por tratar de culminar la fundición de una losa.

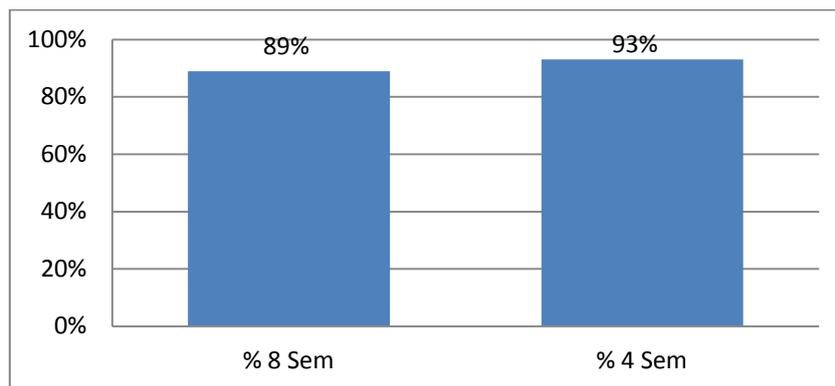


Figura 6.29. Comparación I.C.A en las etapas de evaluación.

El porcentaje promedio de cumplimiento en las primeras 8 semanas como se observa en la figura 6.30, es de 89%, para las últimas 4 semanas el porcentaje se incrementó en un 4%, obteniendo un 93% de cumplimiento (Ver figura 6.29).

La actividad de colocación de hormigón fue otra de las actividades que se evaluó con el I.C.A en este proyecto, los porcentajes obtenidos se observan en la figura 6.30.

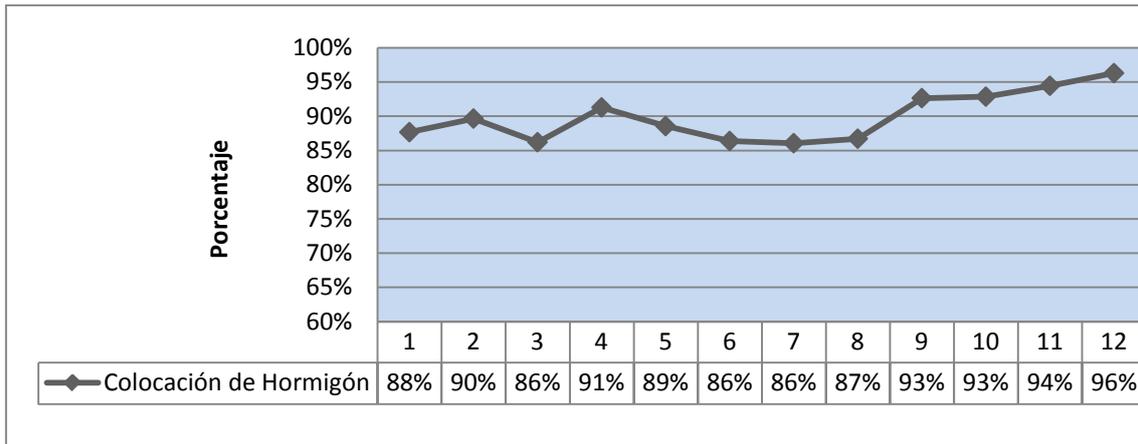


Figura 6.30: I.C.A – Colocación de hormigón.

La gráfica 6.30 muestra que los porcentajes más bajos se encuentran en las semanas 3, 6 y 7 con un 86%, debido a que en estas semanas se presentó un problema con la falta del hormigón, debido a que en el proyecto se adquiría hormigón premezclado el que presentó atrasos en su llegada y en una de las semanas el hormigón faltó.

Los resultados obtenidos del I.C.A en esta actividad son muy elevados, si analizamos la primera semana que es la que muestra el estado real de la planificación en que se encontraba el proyecto registró un 88% de cumplimiento, que si se compara con investigaciones anteriormente realizadas se puede considerar como un rendimiento muy bueno (Howell 2002).

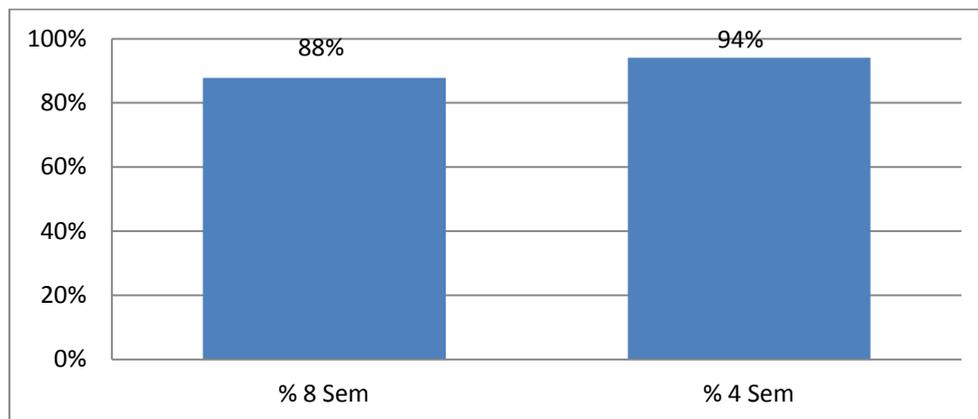


Figura 6.31. Comparación I.C.A en etapas de medición

En la figura 6.31, se puede observar que el porcentaje promedio de cumplimiento del I.C.A en las primeras 8 semanas fue de un 88%, en las últimas cuatro semanas el I.C.A se incrementa en un 6%, obteniendo un 94% de cumplimiento, demostrando que

la colocación de hormigón es una actividad que en este proyecto presentó poca incertidumbre.

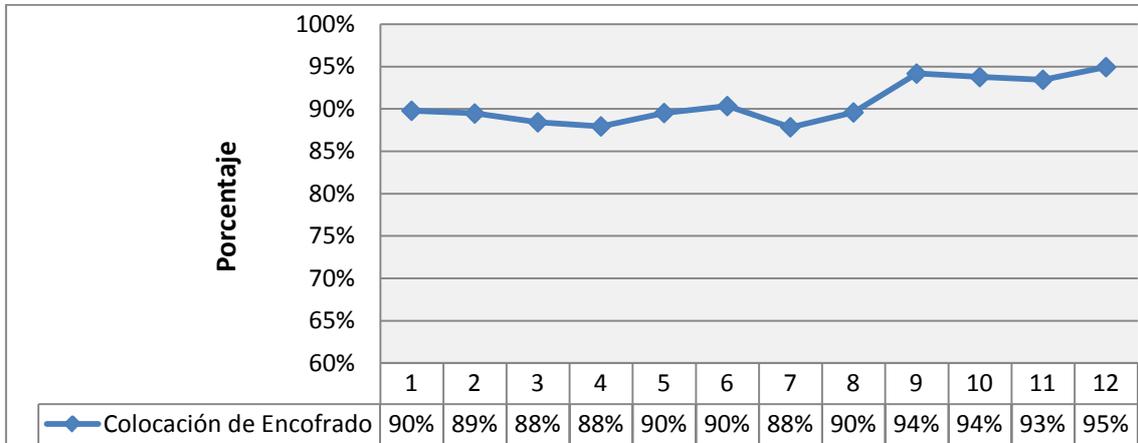


Figura 6.32: I.C.A – Colocación de encofrado.

En la figura 6.32, se observa los resultados obtenidos en la actividad de colocación de encofrado durante las doce semanas de evaluación de esta actividad.

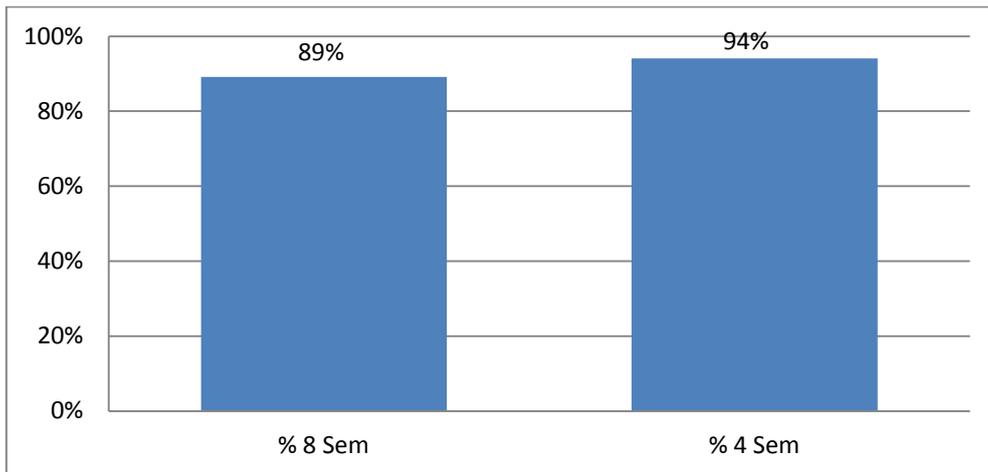


Figura 6.33. Comparación I.C.A en etapas de medición

El porcentaje promedio de cumplimiento en las ocho semanas iniciales fue de un 89%, y en las últimas cuatro semanas de un 94%, observando un incremento de un 5% en relación a las dos etapas de evaluación.

Resumen de resultados del I.C.A en el proyecto 2.

Los resultados obtenidos en las actividades seleccionadas para evaluarlas con el I.C.A y de esta manera poder conocer cuales actividades presentan mayor incertidumbre en este proyecto, se muestran a continuación.

Figura 6.8: Resultados obtenidos en 12 semanas de la evaluación del I.C.A

	8 Semanas	4 semanas	% crecimiento
Cortado de Hierro Kg (%)	93%	95%	2%
Colocación de Hierro Kg (%)	89%	93%	4%
Colocación de Hormigón m3 (%)	88%	94%	6%
Colocación de encofrado m23 (%)	89%	94%	5%

La tabla 6.8 resume los porcentajes obtenidos con el I.C.A en todas las actividades durante las doce semanas de evaluación., como también los incrementos que se obtuvieron en las últimas cuatro semanas.

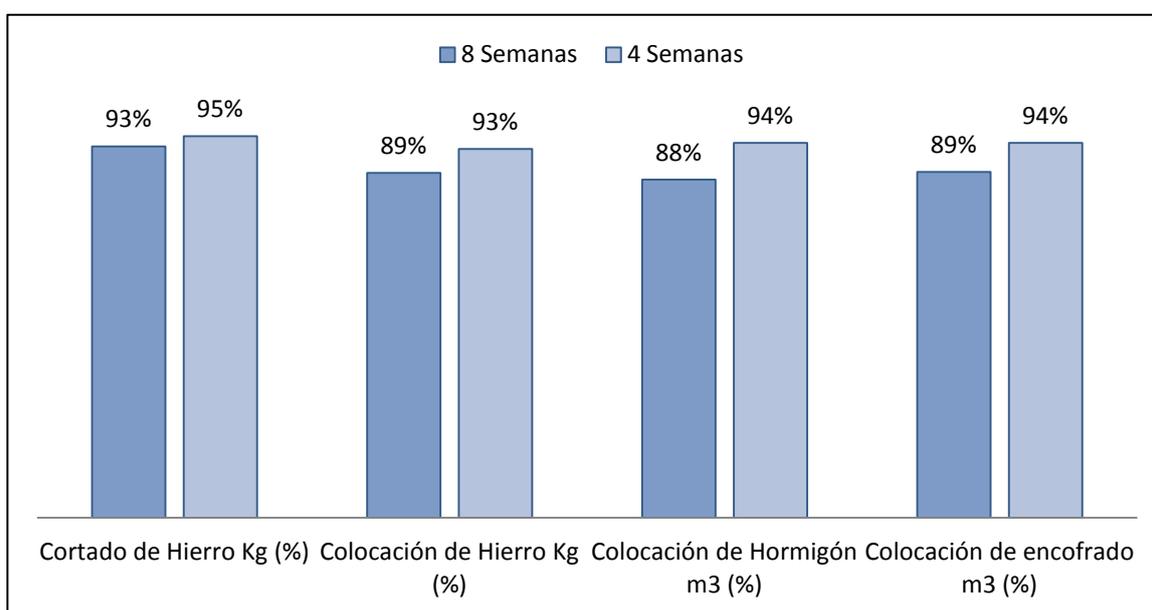


Figura 6.34: I.C.A – diagrama comparativo entre 8 semanas Vs. 4 semanas.

En la figura 6.34 se muestra el crecimiento que se obtuvo en las últimas cuatro semanas, logrando obtener incrementos de hasta un 6% en el caso de la actividad de colocación de hormigón. Todas las actividades registraron valores altos del I.C.A, lo que demuestra que la incertidumbre en este proyecto fue baja permitiendo que las actividades se realicen sin atrasos y a tiempo.

Los resultados revelan el alto nivel de cumplimiento que existió en este proyecto, y por ende una incertidumbre muy baja. Fue importante el poder realizar la evaluación de la planificación en este tipo de proyecto, donde existían personas con experiencia dirigiéndola y llevando un control excelente de la obra, y que si a eso se le suma el contar con un equipo de obreros con experiencia muy comprometidos en la ejecución los trabajos designados, es más probable poder obtener porcentajes de cumplimiento en las actividades planificadas. A pesar de esto, al intervenir en las últimas 4 semanas

de evaluación sobre la planificación se obtuvo un incremento en los porcentajes de cumplimiento, que si se analiza y se compara con los obtenidos en los otros proyectos no son tan elevados pero son muy importantes.

6.4 Análisis Proyecto 3.

En este proyecto la administración fue realizada por el maestro mayor, sobre el cual recaían todas las decisiones tomadas en el proyecto.

La evaluación con ayuda de los indicadores P.A.C e I.C.A se realizaron en dos etapas, la primera con una duración de 8 semanas, permitiendo conocer el estado real del proyecto en cuanto a la planificación, y de la últimas 4 semanas donde se intervino en el proyecto presentando acciones para mejorar la planificación

Porcentaje de asignaciones completadas P.A.C

La tabla 6.9, indica las fechas de evaluación del P.A.C, durante las doce semanas que fue el tiempo de evaluación en cada proyecto.

Tabla 6.9: PAC de las 12 semanas medido Semanalmente

Semana	Fecha de inicio	Fecha término	PAC
Semana 1	12-dic-09	19-dic-09	67%
Semana 2	19-dic-09	26-dic-09	86%
Semana 3	26-dic-09	02-ene-10	74%
Semana 4	02-ene-10	09-ene-10	66%
Semana 5	09-ene-10	16-ene-10	83%
Semana 6	16-ene-10	22-ene-10	76%
Semana 7	22-ene-10	29-ene-10	80%
Semana 8	29-ene-10	06-feb-10	83%
% Promedio Cumplido			77%
% Promedio no cumplido			23%
Semana	Fecha de inicio	Fecha término	PAC
Semana 9	06-feb-10	13-feb-10	86%
Semana 10	13-feb-10	19-feb-10	89%
Semana 11	19-feb-10	27-feb-10	90%
Semana 12	27-feb-10	06-mar-10	88%
% Promedio Cumplido			88%
% Promedio no cumplido			12%

En la figura 6.35, se observa la tendencia que presentó el P.A.C. Las semanas uno y cuatro presentaron los porcentajes más bajos de cumplimiento con un 67% y 66% respectivamente, en estas semanas de rendimientos bajos existió contratiempos con los materiales como también algunos trabajos con mampostería fueron mal realizados por mala interpretación de los planos, trabajos que tuvieron que ser realizados nuevamente, causas que disminuyeron el P.A.C.

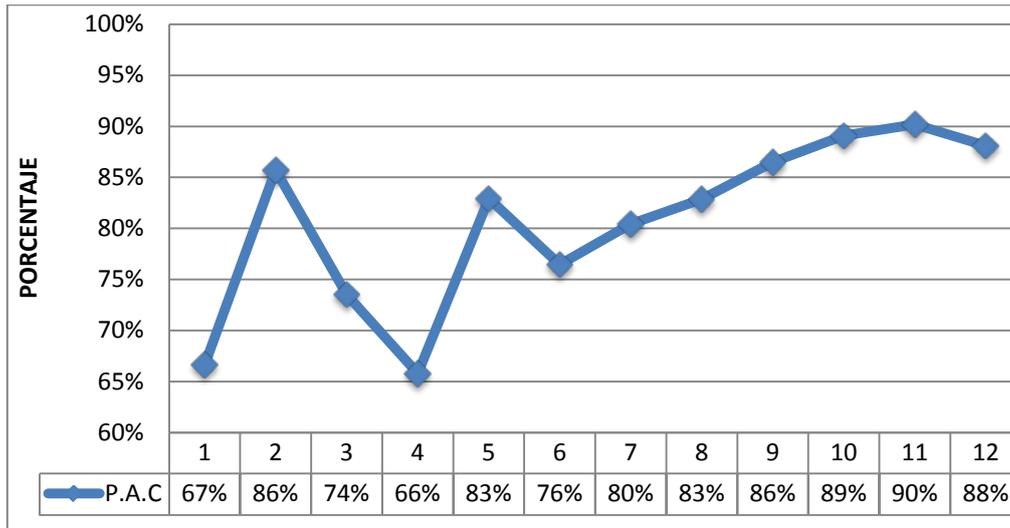


Figura 6.35: Grafico de la tendencia del PAC semanalmente a 12 semanas

En las semanas dos y cinco se obtuvo un aumento en el P.A.C incrementándose a un 86% y 83% respectivamente, incrementos que se adjudicaron al aumento del número de obreros que el director realizó con la finalidad de terminar las actividades. En las semanas posteriores a la seis se observa un progresivo crecimiento del P.A.C incrementándose de un 76 % en la semana 6 a un 90 % en la semana 11 revelando la influencia positiva de la intervención sobre la planificación que se realizó en las últimas semanas.

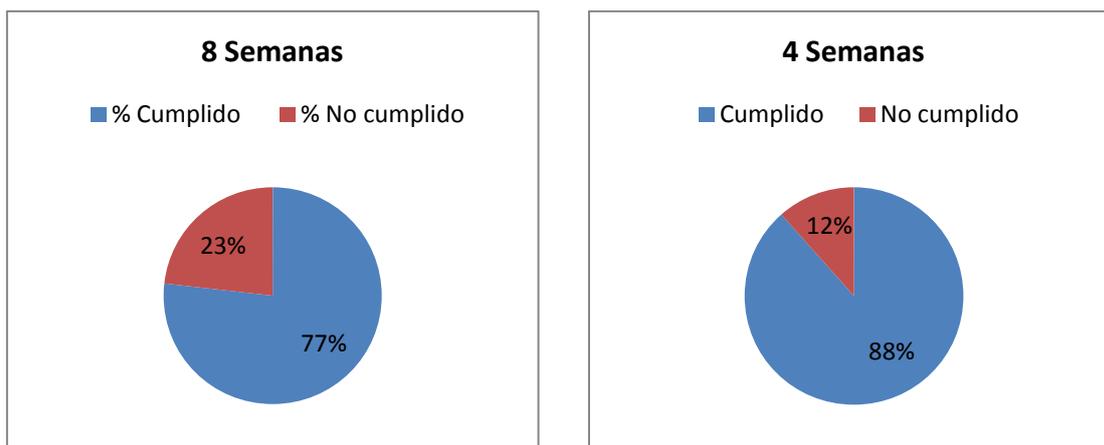


Figura 6.36: Porcentaje de cumplimiento del P.A.C

En las primeras ocho semanas como se puede ver en la figura 6.36, el porcentaje promedio de cumplimiento se encuentra en un 77% y 23% de no cumplimiento. En la segunda etapa (4 semanas) en las que se intervino directamente en la planificación semanal, los porcentajes de cumplimiento se incrementaron en un nivel muy alto obteniendo un 88% de cumplimiento, incrementándose el cumplimiento del P.A.C en un 11%.

Análisis de restricciones.

Las restricciones que se analizaron durante el periodo de evaluación fueron las siguientes.

Tabla 6.10: Restricciones presentes en el proyecto.

Restricciones - Causas de No cumplimiento	Origen de Restricciones	Frecuencia	Porcentaje
Mala programación	Interna	8	21%
Falta de cancha (Prerrequisitos).	Interna	5	13%
Bajo rendimiento de la mano de obra, Ocio	Interna	5	13%
Falta de materiales.	Interna	3	8%
Mala ejecución del trabajo (lo que implica rehacer el trabajo).	Interna	3	8%
Falta de mano de obra.	Interna	8	8%
Mala interpretación de planos.	Interna	3	8%
Falta de permisos.	Externa	8	8%
Condiciones climáticas adversas.	Externa	2	5%
Planos defectuosos.	Externa	1	3%
Problemas con proveedores.	Externa	1	3%
Falla o falta de equipos.	Interna	1	3%
Problemas con contratistas.	Externa	0	0%
	TOTAL	48	100%

En la figura 6.37, se observa como la mala progresión es la restricción que más se presento con un porcentaje del 21% es la restricción que más se presentó en este proyecto. Se puede también comprobar como la falta de cancha 13% muestra un porcentaje muy alto, demostrando ser otra de las restricciones comunes en el proyecto, esto debido a que actividades no se planificaron correctamente, no pudiendo culminarlas con éxito y no permitiendo poder realizar las actividades que se planificaron a continuación.

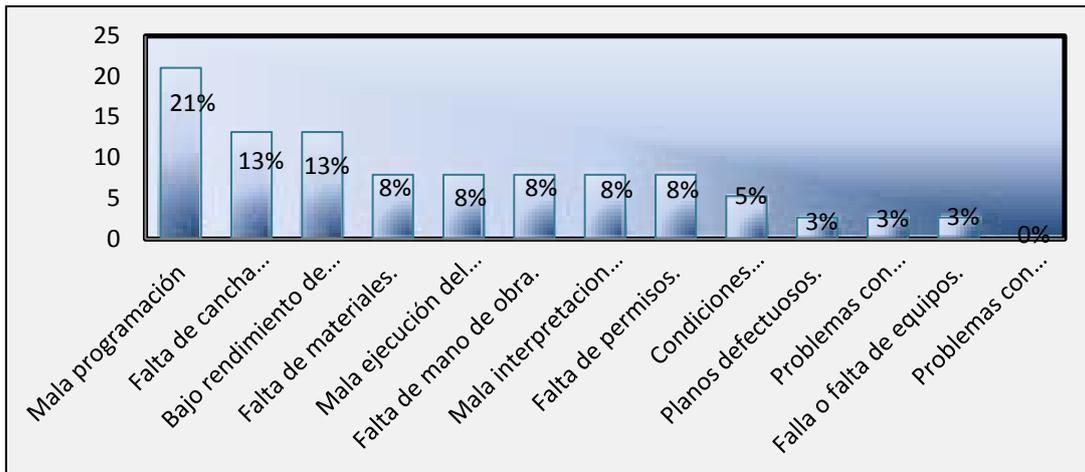


Figura 6.37: Restricciones o causas de no cumplimiento de actividades

El programar actividades al azar y en ocasiones planificar demasiadas actividades para una semana, fueron causantes para que se obtenga a la mala programación como la restricción de mayor presencia.

Las restricciones que se encuentran en un rango medio en presencias son la falta de materiales, mala ejecución de las actividades, falta de mano de obra, mala interpretación de planos, falta de permisos, todos con un 8%.

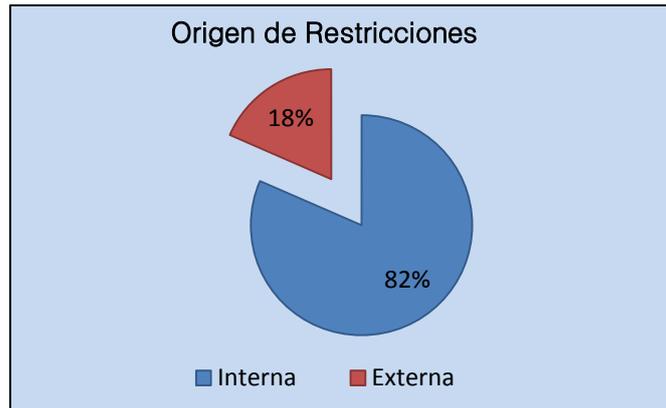


Figura 6.38: Origen de las restricciones.

Del total de restricciones (causas de no cumplimiento) un 82% son atribuibles a causas internas y un 18% a causas externas. ¿Qué quiere decir esto? Que un 82% de las actividades no pudieron ejecutarse según lo programado debido directamente a causas manejables por el constructor (internas). El resto de las actividades no se ejecutó según lo programado por motivos que no dependían directamente del constructor (externos) ver figura 6.38.

Índice de cumplimiento de actividades.

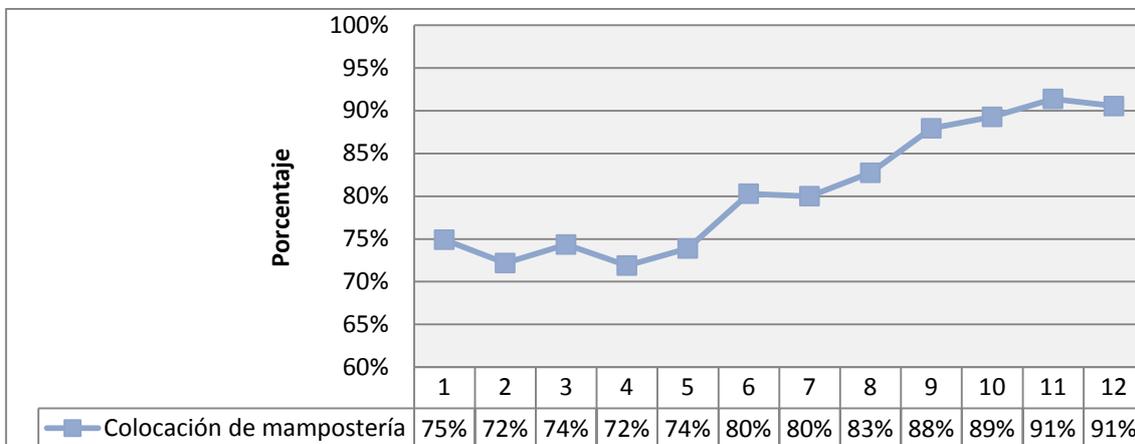


Figura 6.39: I.C.A – Colocación de mampostería.

La figura 6.39 indica los porcentajes obtenidos con el I.C.A en cuanto a la actividad de colocación de mampostería, donde se observa una tendencia al crecimiento del I.C.A. El I.C.A en las primeras semanas fluctuó entre en 72% y 75% de cumplimiento, valores que permiten darse cuenta el estado real en que se encontraba al inicio de la evaluación. En las semanas siguientes el I.C.A se fue incrementando hasta un 83% que se obtuvo en la semana 8. Incremento que se debió al aumento del los

trabajadores en las cuadrillas (de 10 a 16 obreros). La causa registrada de no cumplir con esta actividad fue el bajo rendimiento de los obreros.

El I.C.A promedio obtenido en la primera etapa (8 semanas) fue de un 76%, el que en la segunda etapa (4 semanas) intervención sobre los procesos de planificación se incremento en un 14%, registrando un 90% en su cumplimiento como se observa en la figura 6.40.

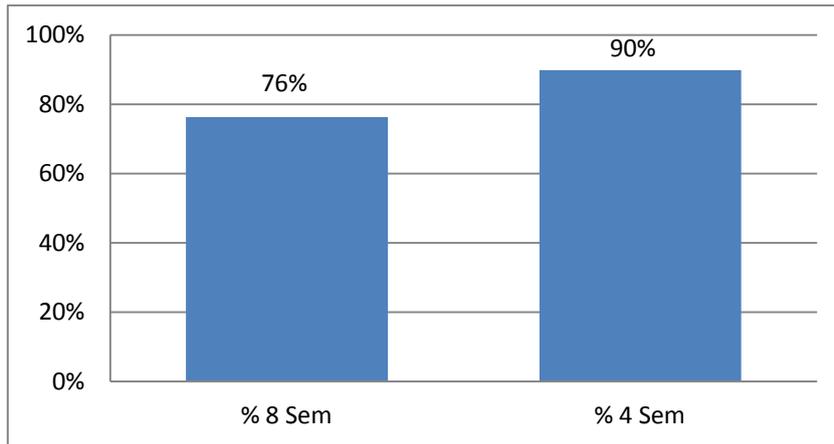


Figura 6.40. Comparación I.C.A en etapas de medición

Otra de las actividades analizadas con el I.C.A fue el revestimiento, la figura 6.41, indica que el menor valor del I.C.A se registró en la semana 1 con un 68%, valor que se considera por debajo del bueno (Howell 2002), visualizando la incertidumbre que presentaba esta actividad.

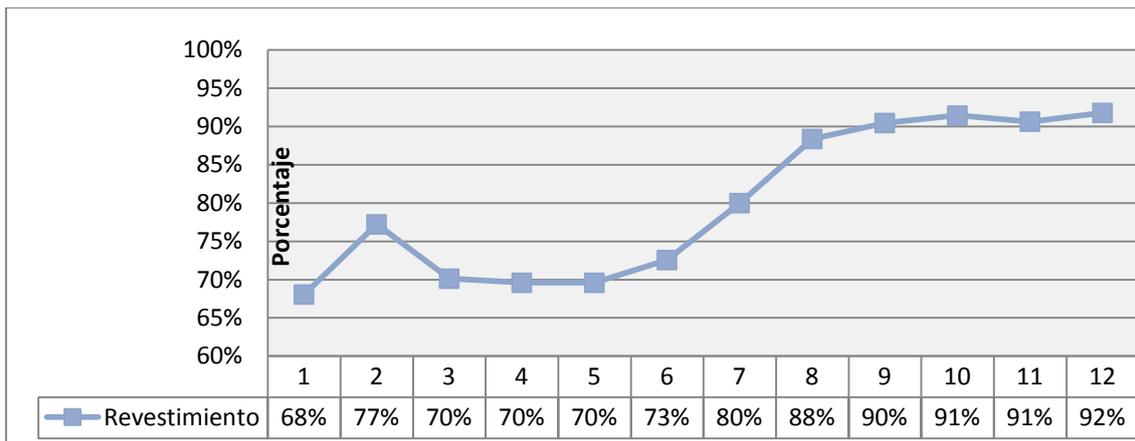


Figura 6.41: I.C.A – Revestimiento.

La razón de obtener un porcentaje de cumplimiento muy bajo en las primeras seis semanas se debió al no contar con la disponibilidad para poder ejecutar esta

actividad, por retrasos en las actividades como en la colocación de mampostería (falta de cancha).

En la semana 2 se muestra un incremento en un 9% en relación a la anterior, en esta semana el encargado del proyecto al ver la planificación y resultados bajos de la semana anterior se sintió mal por el bajo cumplimiento obtenido, a lo que dio respuesta planificando menos actividades a las cuales se aspiraba planificar en la semana 2, razón por la cual se obtuvo el incremento de un 68 a un 77%.

Al finalizar la semana se explicó nuevamente que no se trataba de reducir las actividades, y que esa solución no le permitiría darse cuenta lo que está pasando en su proyecto y sobre todo en que se estaba fallando. Por lo tanto en las semanas siguientes el encargado del proyecto planificó las actividades como lo venía realizando, aunque después de las dos primeras semanas se pudo observar más preocupación al planificar la semana.

La segunda etapa (semana 9 a la 12) la planificación se la realizó con el administrador del proyecto donde se obtuvo porcentajes de cumplimiento que fluctúan entre el 90% y 92 %, incremento muy favorable.

La figura 6.42, muestra que el I.C.A obtenido en las primeras ocho semanas fue de un 74%, valor que se incremento en un 17% en las últimas semanas obteniendo un 91% de cumplimiento.

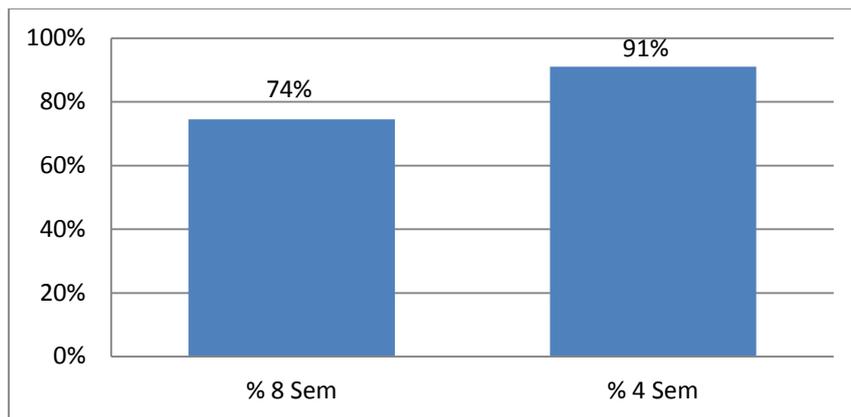


Figura 6.42. Comparación I.C.A en etapas de medición

La siguiente actividad que se analizó fue el cortado de hierro. La figura 6.43, muestra el registro de todas las semanas de evaluación y sus respectivos porcentajes obtenidos.

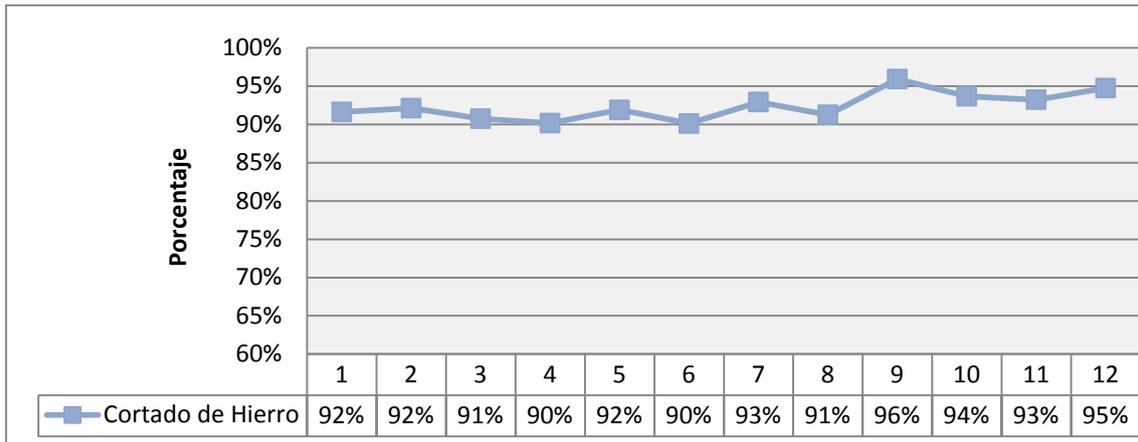


Figura 6.43: I.C.A – Cortado de hierro Kg.

Los resultados obtenidos muestran que los porcentajes de cumplimiento de esta actividad son elevados, todos por arriba de 90% de cumplimiento. Lo que revela la poca incertidumbre que esta actividad puede tener en su ejecución.

La figura 6.44 permite conocer que el porcentaje promedio de cumplimiento en las ocho semanas iniciales fue de un 91% de cumplimiento, y en las últimas cuatro semanas de un 94%, con un incremento de un 3% en las semanas que se intervino sobre los procesos de planificación realizados.

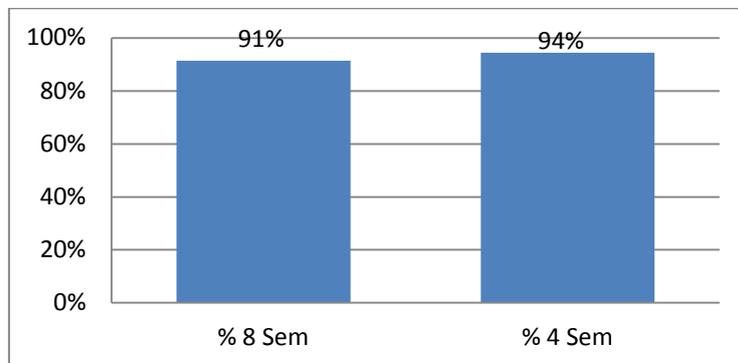


Figura 6.44. Comparación I.C.A en etapas de medición

Otra de las actividades analizadas fue la de empastado que como se muestra en la figura 6.45, en la primera semana es donde se presenta el porcentaje de cumplimiento más bajo con un pobre 62% de cumplimiento, debido al bajo rendimiento de la mano de obra y a la falta de cancha.

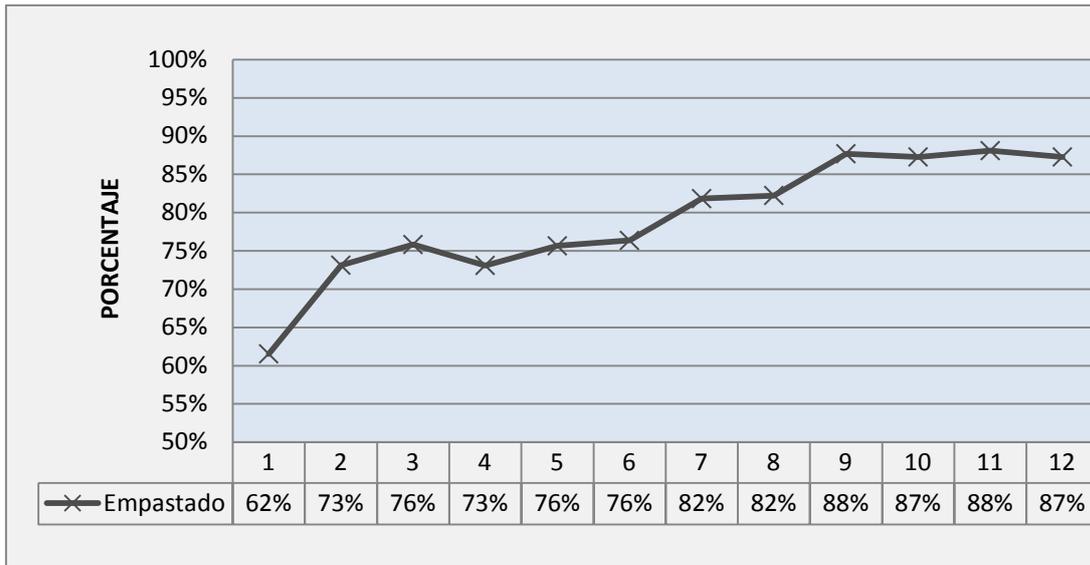


Figura 6.45: I.C.A – Empastado.

En las semanas siguiente la actividad se incrementa porque la actividad debido a que la actividad de revestimiento y necesaria para que pueda comenzar esta se realizaba más rápidamente, permitiendo que esta actividad pueda incrementar su porcentaje de cumplimiento.

La tendencia del I.C.A en las siguientes semanas fue de crecimiento observando que el cumplimiento en la semana 8 es de un 82% una semana antes de intervenir directamente en la planificación del proyecto. En las últimas 4 semanas el I.C.A se incremento llegando a un tope de un 88%.

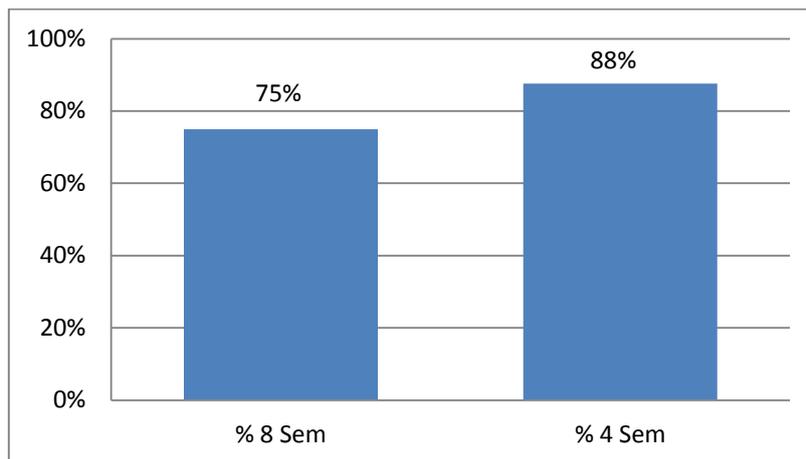


Figura 6.47. Comparación I.C.A en etapas de medición

En la figura 6.46, se compara los porcentajes obtenidos en las dos etapas, en las primeras 8 semanas el porcentaje de cumplimiento de esta actividad registra un 75%,

en las últimas cuatro semanas de evaluación el I.C.A se incrementa en un 13% obteniendo un cumplimiento de un 88%.

A continuación en la figura 6.47 se muestra los resultados del análisis del I.C.A en la actividad de colocación de hormigón.

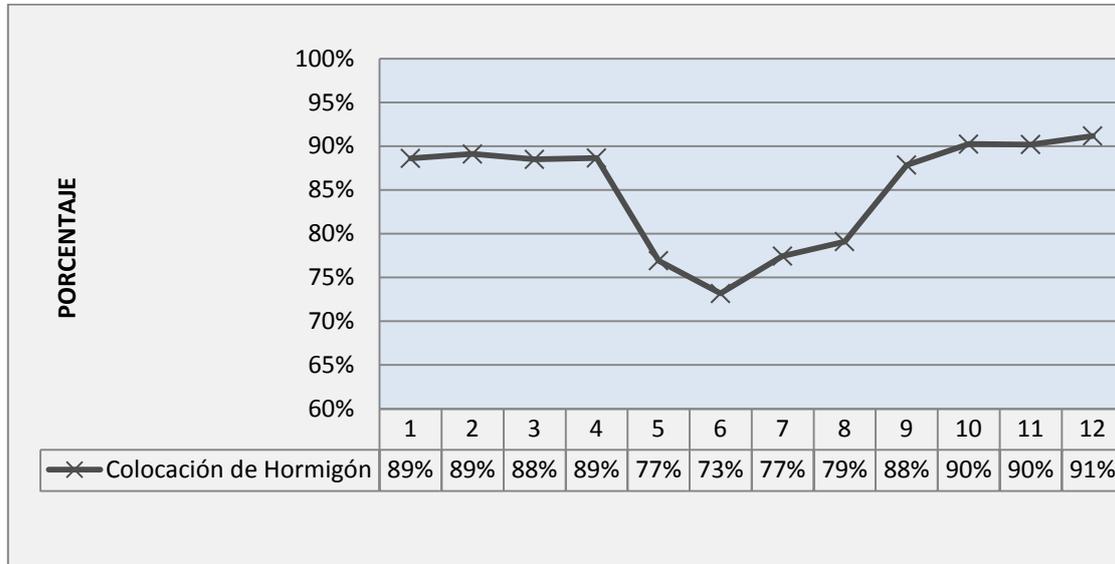


Figura 6.47: I.C.A – Colocación de hormigón.

El I.C.A en las primeras semanas se encuentra sobre el 85% de cumplimiento, en las semanas 5 a la 8 el porcentaje disminuye por debajo del 80% de cumplimiento, lo que se debió a problemas en la programación de esta actividad, presentándose de esta manera falta de materiales (El material no estaba disponible en la obra, existiendo ocio) y equipos en mal estado (Vibradores en mal estado, se perdía tiempo hasta alquilar equipos).

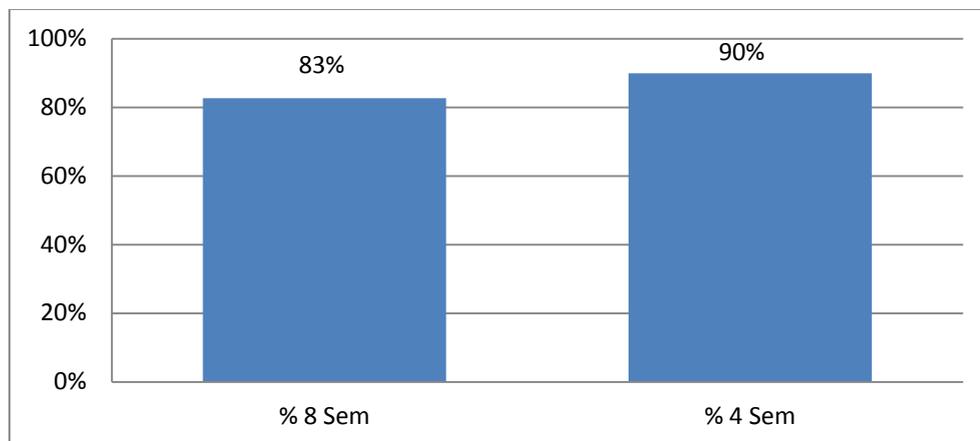


Figura 6.48. Comparación I.C.A en etapas de medición

En la figura 6.48, se compara los porcentajes obtenidos en las dos etapas, en las primeras 8 semanas el porcentaje de cumplimiento de esta actividad registra un 83%, y en las últimas cuatro semanas de evaluación el I.C.A se incrementa en un 7% obteniendo un cumplimiento de un 90%.

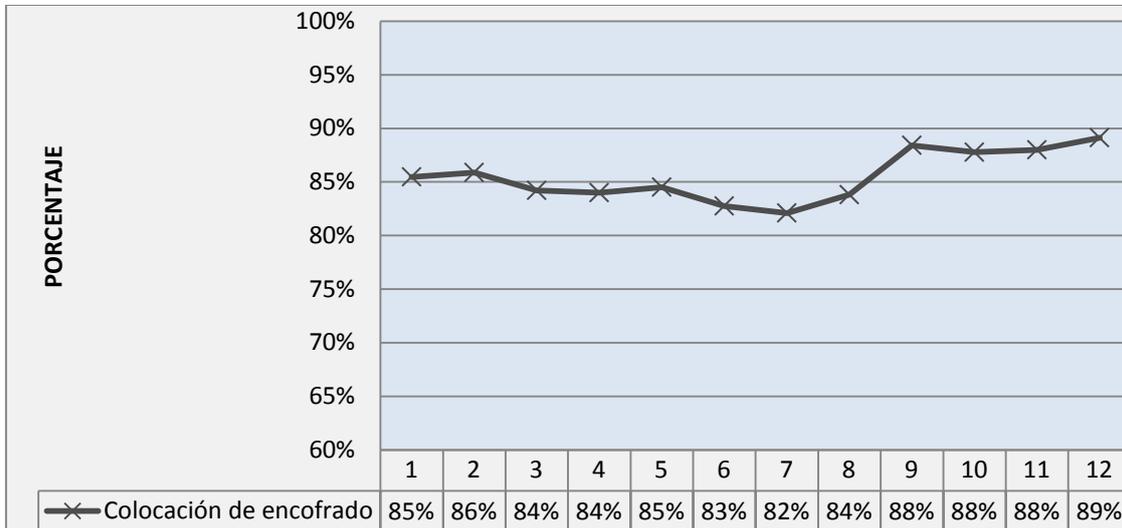


Figura 6.49: I.C.A – Colocación de encofrado.

La última actividad evaluada es la colocación de encofrado. Los resultados mostrados en la figura 6.49, indican que los porcentajes fluctúan entre un 82% y 89%, valores que muestran que es una actividad que tiene un nivel de cumplimiento muy elevado. En las semanas 6 a 8 se observó una leve reducción en el cumplimiento de esta actividad, debido a la falta de cancha.

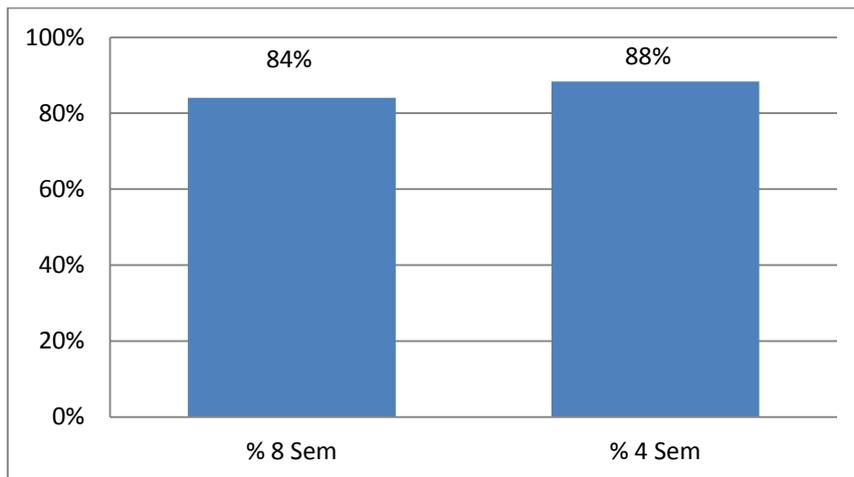


Figura 6.50. Comparación I.C.A en etapas de medición

La figura 6.50, permite conocer que el porcentaje de cumplimiento promedio en las ocho primeras semanas fue de un 84%, y en las últimas cuatro semanas el I.C.A fue de un 88%, incrementándose en un 4% en su cumplimiento.

Resumen de resultados del I.C.A en el proyecto 3.

Los resultados obtenidos en las actividades evaluadas con el I.C.A son mostrados a continuación.

Figura 6.11: Resultados obtenidos en 12 semanas de la evaluación del I.C.A

	8 Semanas	4 semanas	% crecimiento
Colocación de Mampostería m2 (%)	76%	90%	13%
Revestimiento m2 (%)	74%	91%	17%
Cortado de Hierro Kg (%)	91%	94%	3%
Empastado m2 (%)	75%	88%	13%
Colocación de Hormigón m3 (%)	83%	90%	7%
Colocación de Encofrado m2 (%)	84%	88%	4%

La tabla 6.11 resume los porcentajes obtenidos con el I.C.A en todas las actividades durante las doce semanas de evaluación., como también los incrementos que las actividades mostraron en relación a las 2 etapas de evaluación.

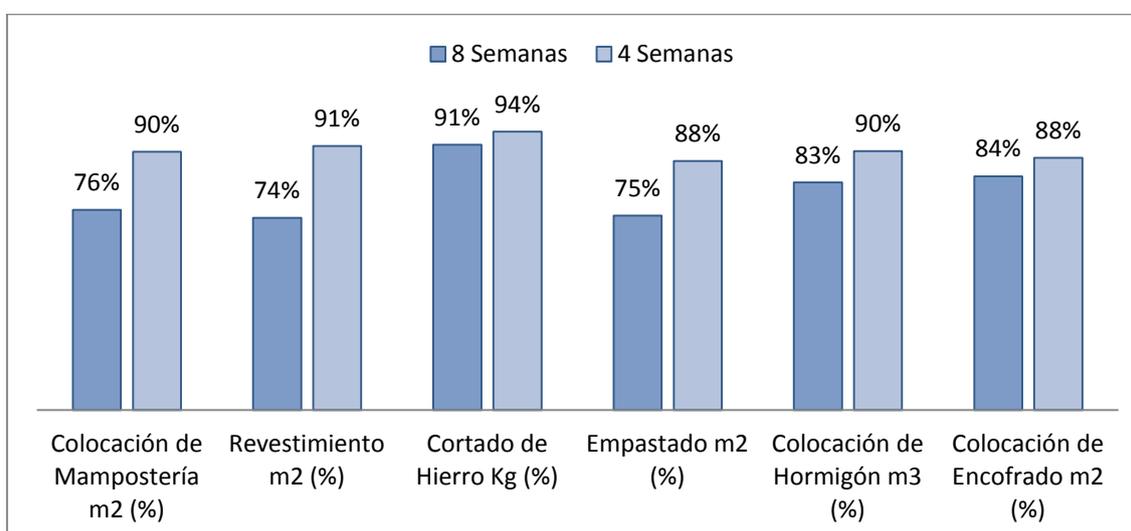


Figura 6.51: I.C.A – diagrama comparativo entre 8 semanas Vs. 4 semanas.

La figura 6.51, permite evidenciar el aumento del I.C.A entre las dos etapas de evaluación. En el caso del revestimiento con un 17% de incremento es el mayor aumento que se registra. Las actividades con menores cumplimientos son el

empastado y el revestimiento con un 75% y 74% respectivamente consideradas como las actividades que presentan mayor incertidumbre en esta obra

La segunda etapa de evaluación permitió interactuar con el director de la obra y con los miembros de las cuadrillas, tratando de planificar en conjunto lo pretendido realizar en las semanas de trabajo. El incremento obtenido es satisfactorio porque muestra como el planificar coherentemente acompañado de compromisos serios de cumplimiento por parte de todos los participantes permitió incrementar la productividad en este proyecto de construcción.

Fue básico la comunicación que se creó por parte de todos, porque en las obras por lo general cada quien hace su trabajo y se va a sus hogares, lo que se pudo mejorar con las reuniones semanales, donde se mostraba que actividades realizaron como las realizaron y los problemas presentados, información que era recibida de buena manera evitando que el obrero se sienta calificado o cuestionado. Mostrando de esta manera lo que se debería mejorar, convirtiéndose en una retroalimentación donde todos estaban al tanto de lo que venía sucediendo en el proyecto y de las aspiraciones planteadas de cumplimiento semana a semana.

6.5 Análisis Proyecto 4.

La evaluación en este proyecto utilizando los dos indicadores P.A.C e I.C.A se planteó realizar en dos etapas, pero solo se realizó la primera con una duración de 8 semanas, tiempo que permitió conocer el estado del proyecto en cuanto a la planificación. Las últimas 4 semanas no se pudieron realizar por la falta de colaboración de los administradores, entendiendo que la participación de ellos es básica para poder intervenir en la obra. Y al no contar con su presencia en las reuniones semanales donde se evaluaba lo realizado y elaboraba las nuevas planificaciones, era imposible cumplir con el objetivo planteado.

La obra estaba a cargo de dos ingenieros civiles que rara vez se les encontraba en la proyecto, dejando las decisiones y el control de la obra en manos del maestro mayor.

Porcentaje de asignaciones completadas P.A.C

En la tabla 6.12, se indica las fechas de evaluación del P.A.C, durante las ocho semanas que fue el tiempo de evaluación en este proyecto.

Tabla 6.12: PAC de las 12 semanas medido Semanalmente

Semana	Fecha de inicio	Fecha término	PAC
Semana 1	04-ene-10	09-ene-10	70%
Semana 2	09-ene-10	16-ene-10	86%
Semana 3	16-ene-10	23-ene-10	85%
Semana 4	23-ene-10	30-ene-10	21%
Semana 5	30-ene-10	06-feb-10	83%
Semana 6	06-feb-10	13-feb-10	84%
Semana 7	13-feb-10	19-feb-10	83%
Semana 8	19-feb-10	27-feb-10	78%

La figura 6.52, muestra los porcentajes de cumplimiento obtenidos con el P.A.C en las ocho semanas de evaluación, en la semana 4 la tendencia de crecimiento del P.A.C se ve afectada con la paralización de la obra por parte del municipio, por falta de permisos, clausura que se hizo por 3 días registrando un 21% de cumplimiento en esta semana. En la semana 1 se obtuvo un 70% de cumplimiento, valor que se debió al bajo rendimientos en la mano de obra. En las semanas siguientes se aumento el número de trabajadores de 15 a 20, con el fin de tratar de cumplir con la planificación que se habían propuesto en inicio de terminar una losa por mes.

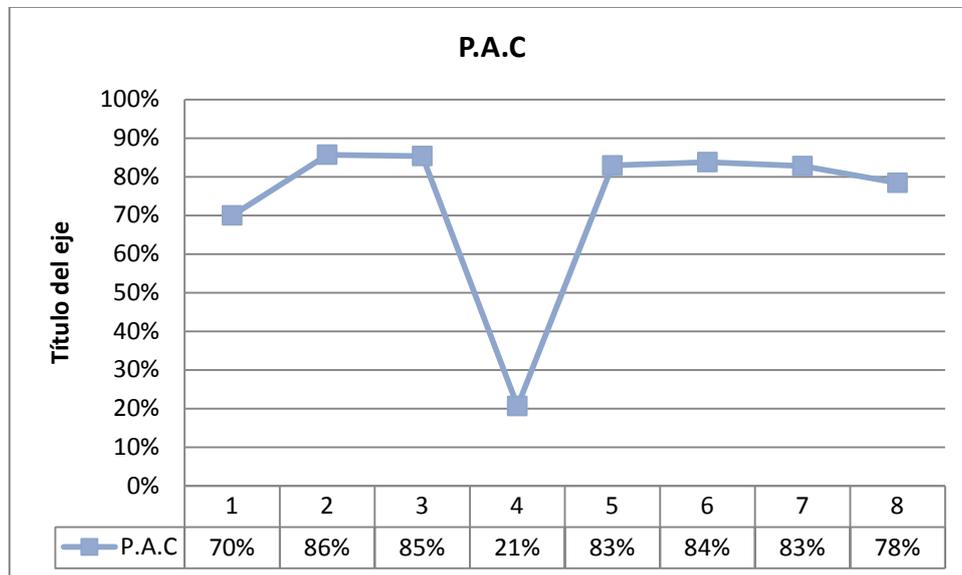


Figura 6.52: Grafico de la tendencia del PAC semanalmente a 8 semanas

En la figura 6.53, se observa los porcentajes de cumplimiento y no cumplimiento obtenidos en 8 semanas de evaluación, obteniendo un 74% de cumplimiento y 26% de no cumplimiento.

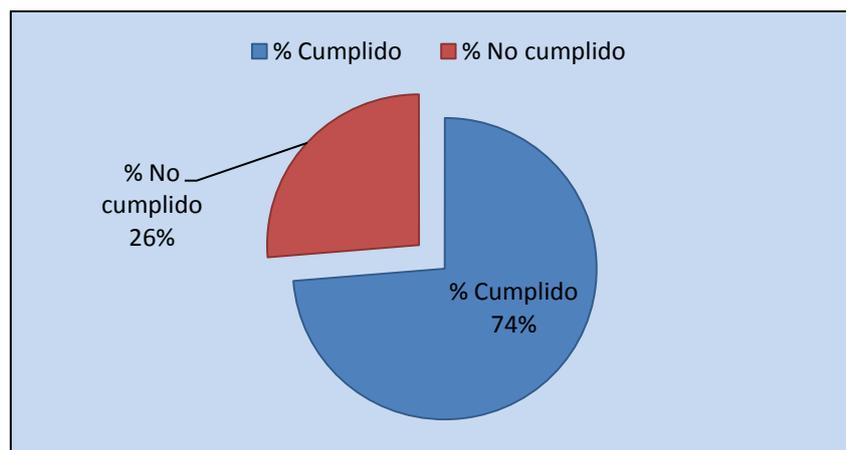


Figura 6.53: Porcentaje de cumplimiento del P.A.C

Análisis de restricciones.

Las restricciones fueron analizadas en el periodo de ocho semanas, tiempo en que duró la evaluación.

En la tabla 6.13, se muestra los resultados en cuanto a las restricciones, la presencia y el porcentaje con que se observaron.

Tabla 6.13: Restricciones presentes en el proyecto.

Restricciones - Causas de No cumplimiento	Origen de Restricciones	Frecuencia	Porcentaje
Mala programación	Interna	6	24%
Condiciones climáticas adversas.	Externa	4	16%
Bajo rendimiento de la mano de obra, Ocio	Interna	3	12%
Falta de materiales.	Interna	3	12%
Problemas con proveedores.	Externa	3,0	12%
Falta de cancha (Prerrequisitos).	Interna	2	8%
Falta de permisos.	Externa	2	8%
Falta de mano de obra.	Interna	1	4%
Problemas con contratistas.	Externa	1	4%
Planos defectuosos.	Externa	0	0%
Falla o falta de equipos.	Interna	0	0%
Mala ejecución del trabajo (lo que implica rehacer el trabajo).	Interna	0	0%
Mala interpretación de planos.	Interna	0	0%
TOTAL		25	100%

En la figura 6.54, se puede observar a la mala programación como la principal causa de no cumplimiento con un 24%, restricción observada con mayor frecuencia, seguida por las malas condiciones climáticas con un 16%. Las restricciones como: planos defectuosos, falla o falta de equipos, mala ejecución de trabajos y mala interpretación de planos son restricciones que no se presentaron en este proyecto.

Planificar actividades que puedan realizarse por presencia de lluvia o alguna situación climática no es algo que se pudo observar en este proyecto. Al momento en que existían lluvias, las actividades se paralizaban o en el mejor de los casos las realizaban a ritmo lento como no había nadie quien les diga nada a los trabajadores ellos podían tomarse el tiempo que les pareciera o descansar en el momento que ellos creían conveniente.

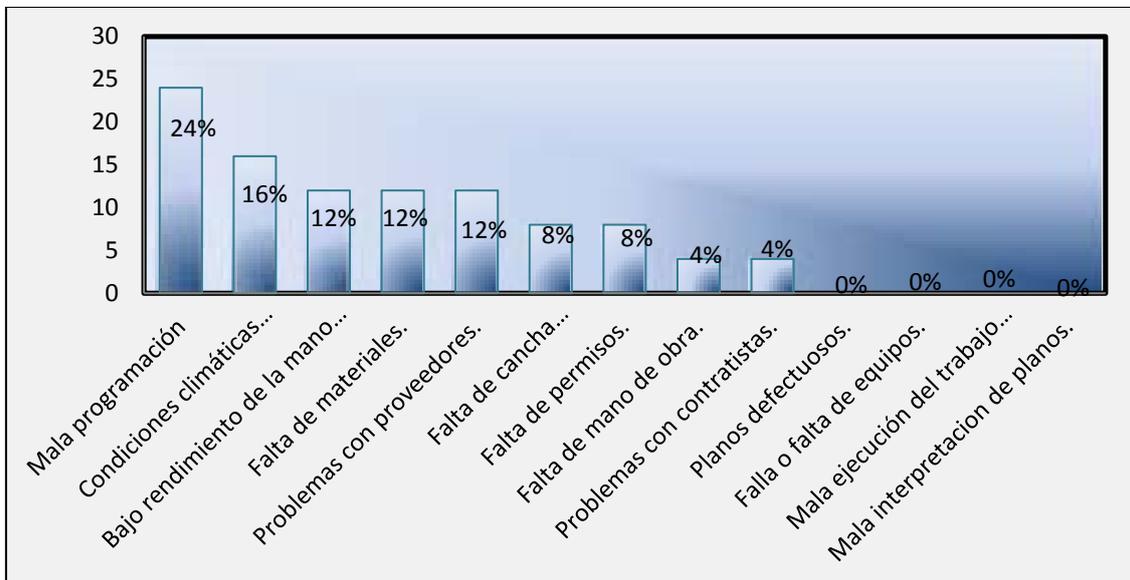


Figura 6.54: Restricciones o causas de no cumplimiento de actividades

Del total de restricciones (causas de no cumplimiento) un 60% son atribuibles a causas internas y un 40% a causas externas. ¿Qué quiere decir esto? Que un 60% de las actividades no pudieron ejecutarse según lo programado debido directamente a causas manejables por el constructor (internas). El resto de las actividades no se ejecutó según lo programado por motivos que no dependían directamente del constructor (externos) ver figura 6.55.

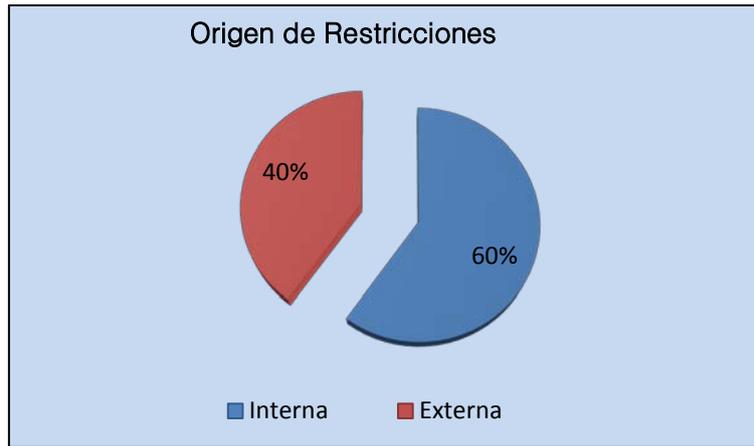


Figura 6.55: Origen de las restricciones.

Índice de cumplimiento de actividades.

La figura 6.56 nos indica los porcentajes obtenidos con el I.C.A en la actividad de cortado de hierro.

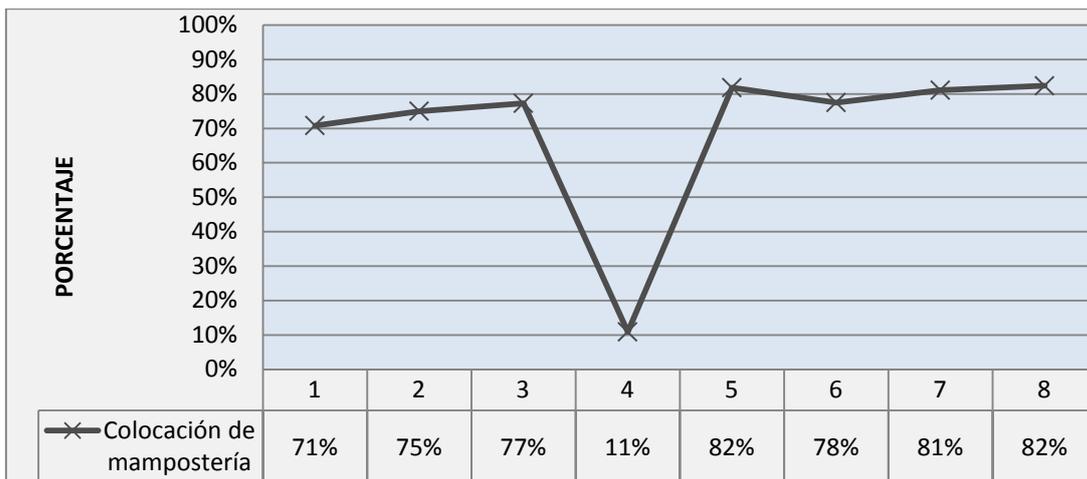


Figura 6.56: I.C.A – Colocación de mampostería.

En la semana 4 se observa el porcentaje menor de cumplimiento obteniendo un 11%, que se debió a la paralización que existió por falta de permisos (Permiso de construcción otorgado por el I. Municipio). Con la semana 1 se puede visualizar el cumplimiento o estado actual que tenía en ese momento esta actividad obteniendo un 71%. En las semanas posteriores a la cuatro, el director de la obra incrementó en número de trabajadores intentando compensar en tiempo perdido. Aumento que favoreció a que el I.C.A también se incremente registrando un 82% como valor más elevado en la semana 8.

El porcentaje de cumplimiento promedio del I.C.A es de un 70% y un incumplimiento de un 30% en esta actividad (Ver figura 6.57).

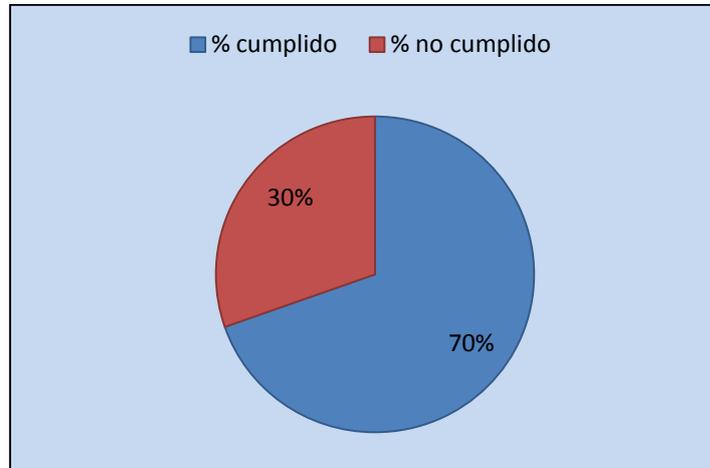


Figura 6.57. Resultados del I.C.A – colocación de mampostería.

La figura 6.58 se muestra los porcentajes obtenidos con el I.C.A en la actividad de revestimiento.

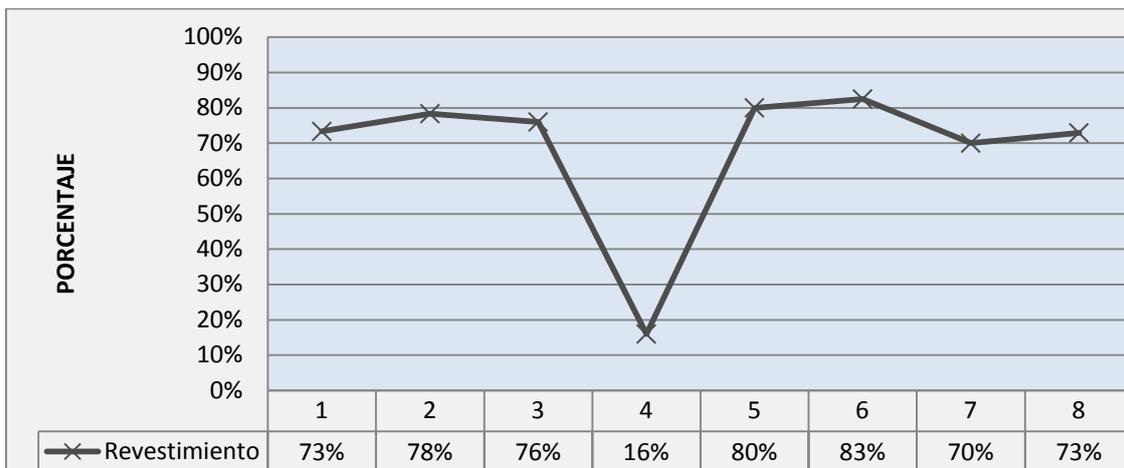


Figura 6.58: I.C.A – Revestimiento.

Después de la semana 4 con un 16% obtenido por la clausura de la obra, la semana 7 es la que muestra el porcentaje menor de cumplimiento con un 70%, porcentaje que se registró por la falta de cancha para poder realizar la actividad.

El porcentaje de cumplimiento promedio del I.C.A se registró en un 69% y un incumplimiento de un 31%.

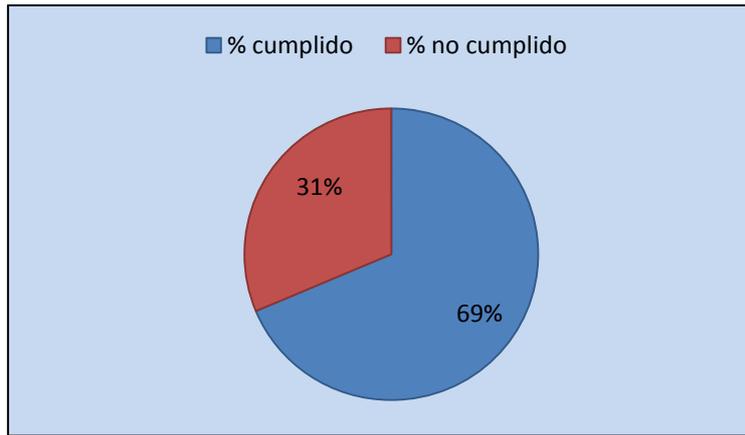


Figura 6.59. Resultados del I.C.A – Revestimiento.

La figura 6.60, se muestra los porcentajes obtenidos con el I.C.A en la actividad de cortado de hierro.

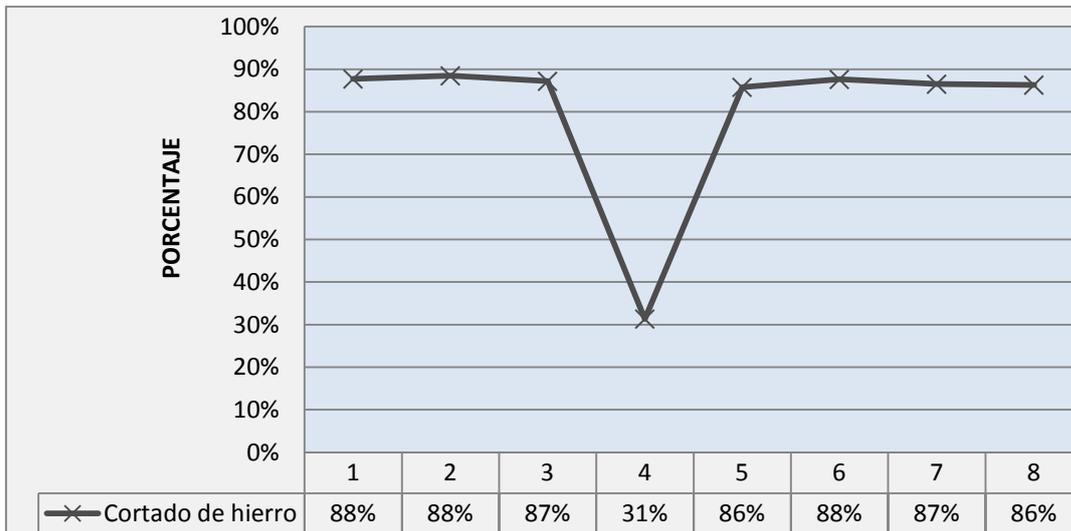


Figura 6.60: I.C.A – Cortado de hierro.

Los porcentajes de cumplimiento obtenidos se encuentran por arriba del 85%, con la excepción de la cuarta semana en que el proyecto sufrió la paralización obteniendo un 31%, demostrando que esta actividad presenta baja incertidumbre y un nivel alto de cumplimiento.

El porcentaje promedio de cumplimiento de esta actividad como se muestra en la figura 6.61, fue de un 80% de cumplimiento y un 20% de incumplimiento.

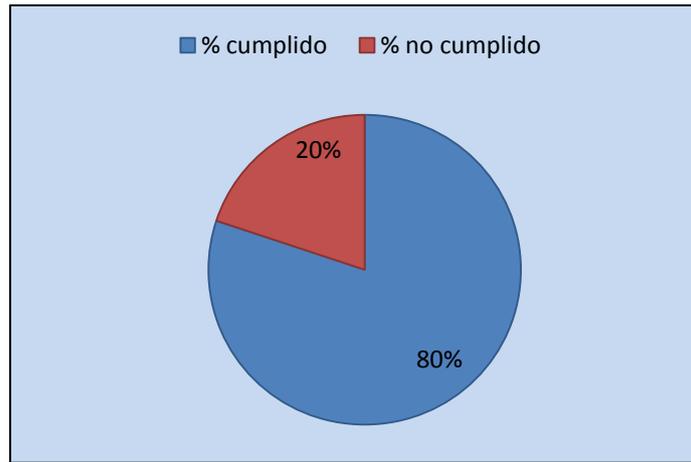


Figura 6.61. Resultados del I.C.A – colocación de mampostería.

La figura 6.62 se muestra los porcentajes obtenidos con el I.C.A en la actividad de cortado de hierro.

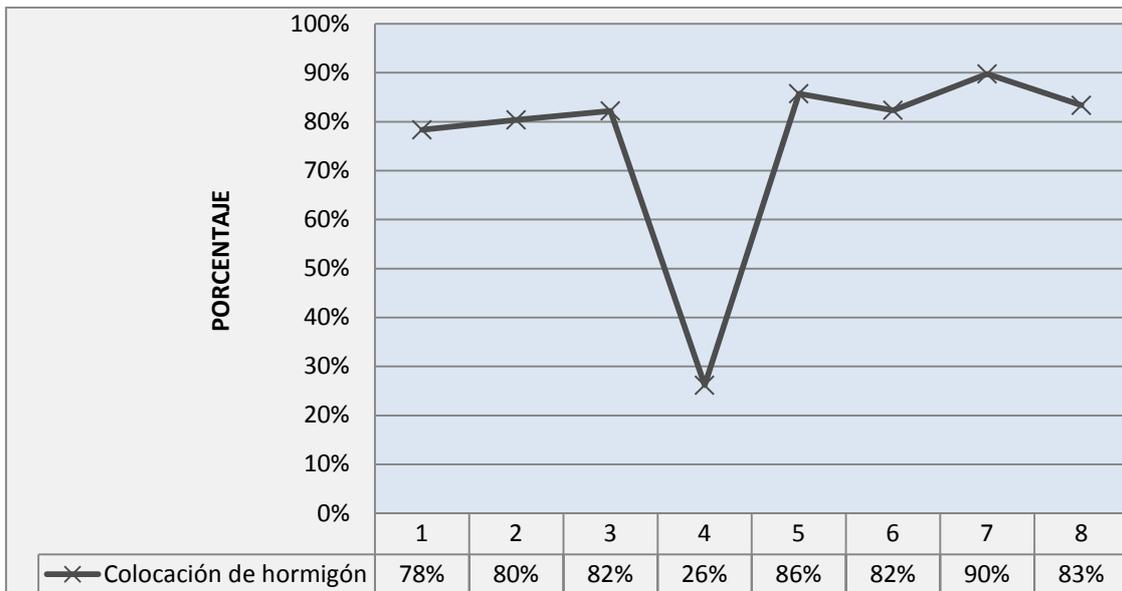


Figura 6.62: I.C.A – Colocación de hormigón.

En la semana 1 se puede observar que el I.C.A registró un 78%, esto debido al bajo rendimiento en los trabajadores que existió. La semana 4 por la paralización del proyecto trabajando solo tres días de la semana el porcentaje de cumplimiento de esta actividad registró un 26%. Además, en la semana 7 y 5 se registra un incremento en el I.C.A obteniendo porcentajes de un 86% y 90% que se debieron a que en estas semanas la programación de esta actividad fue muy baja y además al incremento de trabajadores que tuvo la obra.

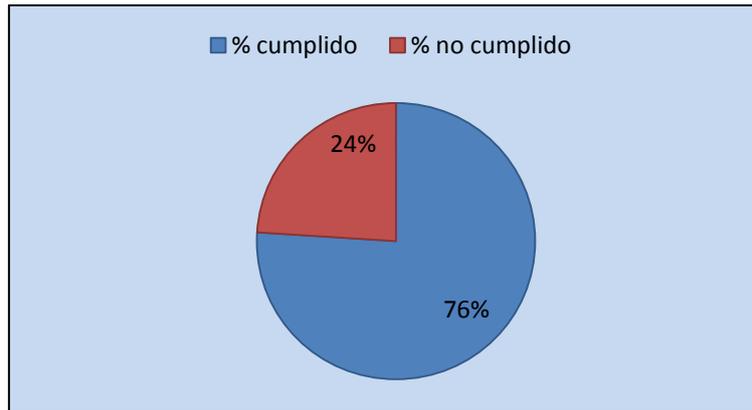


Figura 6.63: I.C.A – Colocación de hormigón m3.

Los porcentajes de cumplimiento e incumplimiento se muestran en la figura 6.63, con registros de un 76% y 24% respectivamente.

La figura 6.64, muestra los porcentajes obtenidos con el I.C.A en la actividad de colocación de encofrado.

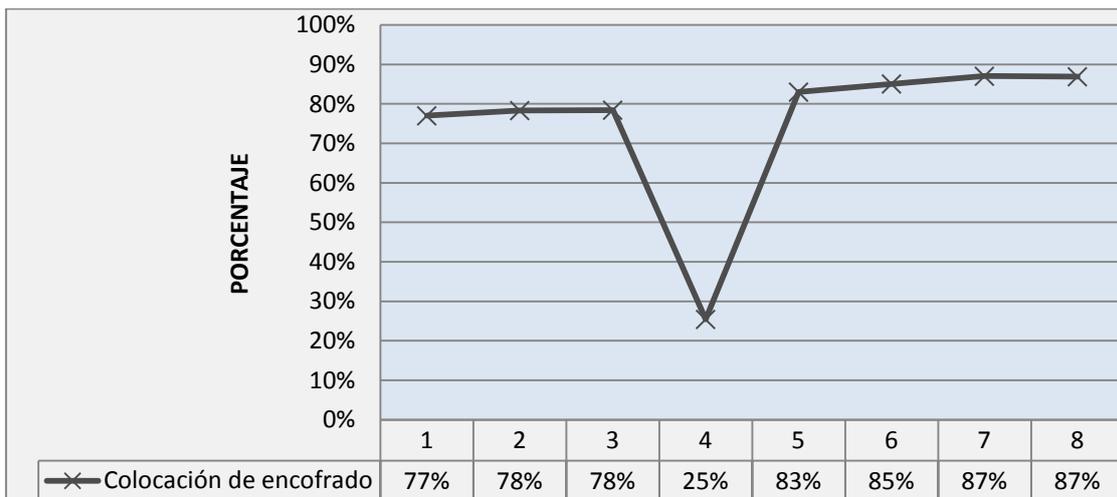


Figura 6.64: I.C.A – Colocación de encofrado.

A excepción de la semana cuatro que se paralizó la obra y se obtuvo un 25% de cumplimiento, se observa una tendencia al crecimiento según el paso de las semanas, incrementándose de un 75 % hasta un 87% en su cumplimiento.

El porcentaje de cumplimiento promedio de esta actividad se registra en un 75% y un incumplimiento de un 25 % como se indica en la figura 6.65.

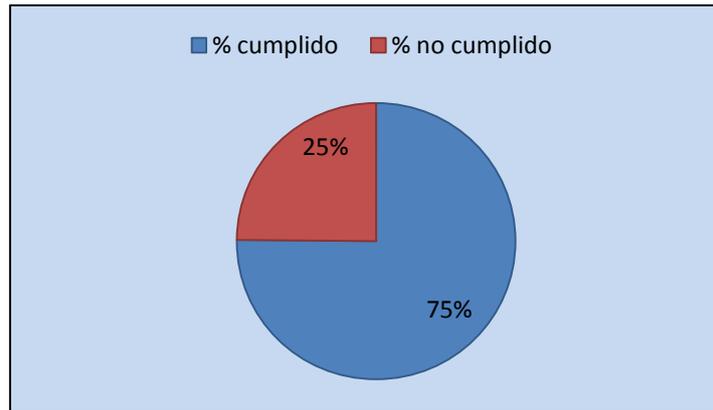


Figura 6.65: I.C.A – Colocación de hormigón.

Resumen de resultados del I.C.A en el proyecto 4.

La figura 6.66, permite evidenciar las actividades que presentan mayor incertidumbre en este proyecto, comprobando que fueron la colocación de mampostería y revestimiento con un 70% y 69% respectivamente. Así también, la actividad que menor incertidumbre presenta es el cortado de hierro con un 80%. La colocación de hormigón y encofrado registran un 76% y 75% en sus cumplimientos valores que se pueden considerar como buenos y aceptables según Howell 2002.

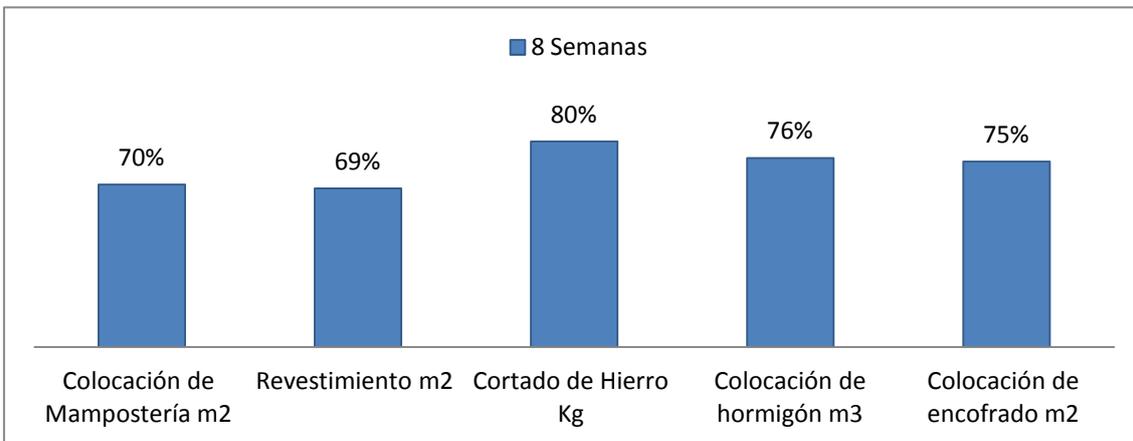


Figura 6.66: I.C.A general de las actividades evaluadas.

En este proyecto no se permitió realizar la segunda etapa de evaluación donde se pretendía implementar acciones correctivas sobre la planificación. La metodología que se pretendía realizar en las últimas 4 semanas era planificar conjuntamente con el director del proyecto, lo que no pudo ser posible porque el director del proyecto nunca se presentaba en las fechas de reuniones como se quedo de acuerdo.

7. Conclusiones y recomendaciones

7.1 Conclusiones.

- El nivel de Cumplimiento de la planificación es de un 77%. Porcentaje considerado por debajo del muy bueno que se encuentra en un 80%.
- Las mediciones con el I.C.A demuestran que las actividades que presentan mayor incertidumbre de entre las seleccionadas en los proyectos de construcción son: la colocación de mampostería y revestimiento obteniendo un 74% de cumplimiento.
- El seguimiento continuo de los proyectos facilitó el registro de las restricciones, obteniendo como resultado: la mala programación con un 20%, las condiciones climáticas 14%, y el bajo rendimiento de la mano de obra con un 12%.
- La implementación de acciones utilizando los principios del último planificador como metodología de mejora de la planificación, mejoró los resultados, obteniendo incrementos del P.A.C en un 12%, y en el I.C.A de un 17% que fue el más alto registrado en la actividad de revestimiento, obteniendo un porcentaje promedio de cumplimiento de un 89%.
- La planificación en los proyectos de construcción en la ciudad de Loja no se aplica y considera como tal, es así, que es muy difícil encontrar un proyecto donde se planifique de forma correcta y se utilice métodos, técnicas o principios para la ejecución de las obras.
- Implementar la metodología del Último planificador en proyectos de construcción, es una potencial herramienta para mejorar la confiabilidad y disminución de la incertidumbre.
- Realizar el análisis de restricciones es de esencial ayuda, porque permite a las personas a cargo de los proyectos utilizar esta información para fortalecer la planificación de las obras y ejecución de las mismas con un control eficiente.
- Del análisis de las causas de no cumplimiento o restricciones depende la retroalimentación y el mejoramiento continuo, pues en el análisis de ellas se encuentra la capacidad de no volver a cometer errores.

- El método de planificación de las obras utilizado en todos los casos, está basado en la experiencia de los administradores, comprobando que no se garantiza el cumplimiento de los tiempos en los proyectos, creando incertidumbre y a su vez incrementando los presupuestos.

7.2 Recomendaciones.

Con todo lo analizado se recomienda lo siguiente:

- Diseñar un plan piloto de participación dentro de una organización o empresa constructora que maneje múltiples proyectos con el fin de mirar la efectividad del estudio de confiabilidad en la planificación.
- Para futuros trabajos se recomienda que las mediciones de los Indicadores tanto del P.A.C como el I.C.A, se realicen medidos a mitad de semana para verificar el crecimiento progresivo de lo planificado y su avance físico.
- Realizar un estudio que compruebe el grado de influencia que se puede llegar a tener en los costos finales en los proyectos de construcción contando con planificaciones confiables.
- Realizar implementaciones similares a la de esta evaluación, en proyectos de tipo vial, construcción de puentes y otras áreas para ser comparados con el de construcción de edificaciones y viviendas que es el caso de esta investigación.

Para investigaciones similares se recomienda:

- Asegurar que todos los involucrados (incluyendo a los diseñadores e incluso a subcontratistas) en los procesos de planificación de un proyecto, donde se implemente el Último Planificador, comprendan cabalmente sus principios y funcionamiento.
- Lograr que en las reuniones semanales de elaboración de planificación y análisis de resultados, estén presentes todos los participantes del proyecto: profesional de diseño, profesional constructor y maestro mayor, con el fin de que todos tengan claro de lo que se pretende realizar en la semana.
- Fomentar en las personas a cargo de la dirección de los proyectos de construcción una cultura de medición como principal herramienta para

implementar programas de mejoramiento y como fuente de obtención de información para mejorar los procesos productivos dentro de las obras.

- Profundizar en los errores presentados, como una oportunidad de aprendizaje. Información que no debe ser desperdiciada, por el contrario debe ser adecuadamente analizada y utilizarse como instrumento para correcciones oportunas.

8. Bibliografía.

- Adanaque I. (2008). “*Diseño de un procedimiento de planificación para proyectos de construcción industrial*”. Tesis de grado para la obtención de Ingeniero Civil. Universidad Politécnica del Litoral. Guayaquil, Ecuador.
- Alarcón L & Cruz J. (1997). “*Diagnóstico, evaluación y mejoramiento del proceso de planificación e proyectos*”. Revista *Ingeniería de la construcción*. Vol.1 N.16. Pp.36-80. Recuperado 6 diciembre del 2010. Disponible en: http://books.google.com.ec/books?id=SQ4NAQAIAAJ&pg=PA36&lpg=PA36&dq=Planificacion+tradicional+construcci%C3%B3n&source=bl&ots=Z0Q5xXbGuq&sig=BQt89 PrWhoqhxJYI94dsg4jSZw&hl=es&ei=WbDeTce9MIGTtwe7tKTrCQ&sa=X&oi=book_result&ct=result&resnum=10&ved=0CE4Q6AEwCTgK#v=onepage&q=Planificacion%20tradicional%20construcci%C3%B3n&f=false . ISSN-0716-2952
- Amorocho H. (2009). “*Planeación estratégica de largo plazo: una necesidad de corto plazo*”. Revista *Pensamiento y gestión*. N.25. ISSN 1657-627. Recuperado 2 de noviembre 2011. Disponible en: http://ciruelo.uninorte.edu.co/pdf/pensamiento_gestion/26/8 Planeacion%20estrategica%20de%20largo%20plazo.pdf.
- Anguiano E. (2006). *Planificación de procesos*. [Diapositiva]. Madrid: Centro de Referencia Linux.
- Azócar G. (1996). “*Planificación de Obras*”. Revista *Ingeniería de la construcción*. Vol. 2. pp.75 – 80.
- Ballard G y Howell. (1994). “An Essential Step in Production Control”. *Shielding Production*. *Construction Engineering and Management Program*. Vol.1, Pp.2-13.
- Botero L y Álvarez M. (2005). “Last Planner, un avance en la planificación y control de proyectos de construcción”, *Ingeniería & Desarrollo*, N.17. Pp.148–159. Recuperado 13 de enero 2010. Disponible en: <http://dialnet.urinioja.es/servlet/articulo?codigo=2507655>
- Botero L y Álvarez M. (2004). “*Guía de mejoramiento continuo para la productividad de construcción de proyectos de vivienda (Lean construction como estrategia de mejoramiento)*”, *universidad Eafit*, Vol.40. N.136. pp.51-55 Recuperado 13 de febrero 2010. Disponible en:

<http://www.slideworld.net/article.aspx/Gu%C3%ADa-de-mejoramiento-continuo-para-la-productivida-68371>

- Botero L y Álvarez M. (2003). *"Identificación de pérdidas en el proceso productivo de la construcción"*. universidad Eafit, N.130. Pp.68. Recuperado 13 de febrero del 2010. Disponible en: <http://redalyc.uaemex.mx/pdf/215/21513006.pdf>
- Campero M y Alarcón L. (2003). *"Un sistema de planificación y control de producción: el último planificador"*. En Campero, M y Botero L (Eds). *Administración de Proyectos Civiles*. (pp. 407-454). Chile: Universidad Católica de Chile.
- Cohen E y Martínez R. (2007). *"Formulación monitoreo y atención de proyectos sociales"*. CEPAL. Bogotá Colombia. Pp.19-22. Recuperado el 2 de noviembre 2011. Disponible en: http://www.eclac.org/dds/noticias/paginas/8/15448/Manual_dds_200408.pdf.
- Cruz V y Rosa P. (2007). *"Modelo de planificación basada en construcción ajustada para obras de corta duración"*. *Revista de información tecnológica*, Vol.18 N.1, Pág. 7-12. Recuperado 12 de febrero del 2010. Disponible en: http://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S071807642007000100015&script=sci_arttext
- Díaz D. (2007). *Aplicación del sistema de planificación 'Last Planner' a la construcción de un edificio habitacional de mediana altura*. Tesis de grado en Ingeniería Civil. Pontificia Universidad de Chile. Chile. Recuperado el 12 febrero 2010. Disponible en: http://www.cybertesis.cl/tesis/uchile/2007/diaz_da/sources/diaz_da.pdf
- Espejo M y Moyano H. (2007). *"Lean Production: estado actual y desafíos futuros de la investigación"*. *Dialnet*. Recuperado el 12 febrero 2010. Disponible en: <http://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=2356677>
- Fuster S. (2004). *"Elaboración de una guía práctica para el uso conjunto de análisis y simulación de operaciones de construcción"*. Tesis para la obtención de título de Ingeniero Civil, con diploma en Ingeniería y Gestión de la construcción. Pontificia universidad católica de Chile, Chile. Recuperado 6 de marzo del 2010. Disponible en:

http://www.ing.puc.cl/esp/paginas/alumpregrado/procedimientos/examen/memoria/Ingenieria_Gestion_Construccion_Sebastian_Fuster_Aracena.pdf

- Gonzales F. (2008). "*Mejoramiento de la planificación operacional de proyectos de construcción mediante la implementación del modelo de compromisos racionales*". Tesis para la obtención de título de Ingeniero Civil .Universidad de Chile. Santiago, Chile. Recuperado 11 de febrero del 2010. Disponible en: www.cybertesis.cl/tesis/uchile/2008/gonzalez_f2/sources/gonzalez_f2.pdf
- Howell G. (2002). "*A guide for new users of the Last Planner System nine steps for success*". Lean Project Consulting. Vol. 1, N. 1. Pp.23-38.
- Jiménez W. (2011). "*Ecuador: sector de la construcción*". Revista Pacific Credic Rating. Vol. 593. Recuperado 2 de noviembre 2011. Disponible en: http://www.ratingspcr.com/archivos/publicaciones/SECTORIAL_ECUADOR_CONSTRUCCION_201103.pdf
- Lefcovich M. (2006). "*Calitividad*". Recuperado el 20 de julio 2011. Disponible en: <http://www.gestiopolis.com/recursos2/documentos/fulldocs/ger/calitividad.htm>
- Machado R. (2003). "*Sistematización de anticipación gerencial y planeamiento de producción de sistemas da construcción civil*". Tesis Previa a la obtención de título de Ingeniero Civil. Universidad de Nova de Lisboa. Portugal.
- Mundaca F. (2006). "*Análisis de Variabilidad y Mejoramientos en la Confiabilidad de la Planificación en Proyectos de Construcción*". Tesis Previa a la obtención de título de Ingeniero Civil. Universidad Técnica Federico Santa María. Valparaíso, Chile.
- Niebel B. (2006). *Productividad en la construcción*. Puebla, México. Alfaomega.
- Anguiano E. (2006). *Planificación de procesos*. Anguiano E (ed.). (pp.8-20). México.
- Roncal J. (2007). "La Planificación, Punto de inicio para todo proyecto rumbo al éxito". *FinancialSpeculation*. Pp. 4-15. Disponible en: http://www.financialspeculation.com/attachments/La_Planificacion.pdf
- Sáez D. (2000). "*El potencial competitivo de la empresa: recursos, capacidades, rutinas y procesos de valor añadido*". Investigaciones de

dirección y economía de la empresa. Vol. 6 N. 3. Pp. 71-86. Recuperado 2 de noviembre 2011. Disponible en:

<http://www.aedem-virtual.com/articulos/iedee/v06/063071.pdf>

- Sánchez R. (2004) *“El impacto de la calidad total y la productividad en empresas de construcción”*. Tesis de grado previo obtención de título de Ingeniero Civil. Universidad de las Américas. Puebla, México.
- Serpell A. (2002). *Administración de operaciones de construcción*. 2nd, México: alfaomega S.A de C.V.
- Serpell A. y Alarcón L. (2003). *Planificación y Control de Proyectos*. 2nd. Chile: Ediciones de la Universidad Católica de Chile.