

Integración entre el sistema last planner y el sistema de gestión de calidad aplicados en el sector de la construcción civil

Integration between the last planner system and the quality management system applied in the civil construction sector

L. Díaz ^{1*}, M. de Oliveira *, P. Pucharelli *, J.Pinzón **

* Universidade Estadual de Campinas, Campinas, BRASIL

** Fénix Construcciones S.A.S, Bucaramanga, COLOMBIA

Fecha de Recepción: 28/08/2018

Fecha de Aceptación: 30/10/2018

PAG 146-158

Abstract

The high level of competitiveness in the civil construction sector, together with the high level of customer demands, has led companies to explore and implement improvements in production processes to ensure the delivery of the established deadlines and quality of the products. In this way, a large number of construction companies have adhered to improvement programs in the construction processes, some of them being the implementation and certification of the quality management system (QMS), as well as the structuring of the planning and control system. of Last Planner production (LPS). In this context, this work aims to analyze the integration of the LPS and the method of continuous improvement of the QMS in a work in Colombia that has already implemented these systems. Initially an analysis of the systems in the work was carried out, in order to know the results of the implementation of these systems. Then, engineer managers of the systems in the company were interviewed where the negative and positive points of the integration were identified. With this study it is concluded that the integration of the systems brings significant improvements in the quality, time and cost established.

Keywords: Quality management, Last Planner System, continuous improvement

Resumen

La alta competitividad existente en sector de la construcción civil junto con el alto nivel de exigencias de los clientes, han llevado a las empresas a explorar e implementar mejoras en los procesos de producción para garantizar el cumplimiento de los plazos y calidad establecidos de los productos. De este modo, un gran número de empresas constructoras han adherido programas de mejoras en los procesos de construcción, siendo algunos de ellos, la implementación y certificación del sistema de gestión de calidad (SGQ), así como la estructuración del sistema de planificación y control de la producción Last Planner (LPS). En este contexto, este trabajo tiene como objetivo analizar la integración del LPS y el método de mejora continua del SGQ en una obra de Colombia que ya ha implementado estos sistemas. Inicialmente fue realizado un análisis de los sistemas en la obra, para así, conocer los resultados de la implementación de estos sistemas. Luego, fueron entrevistados ingenieros gestores de los sistemas en la empresa donde se identificaron los puntos negativos y positivos de la integración. Con este estudio se concluye que la integración de los sistemas trae mejoras significativas en la calidad, tiempo y costo establecido.

Palabras clave: Gestión de calidad, Last Planner System, mejora continua

1. Introducción

La creciente competitividad en el mercado de la construcción civil, junto con la desconsideración de desperdicios y fallas en la ejecución de los procesos, llevó a las empresas a invertir en nuevas tecnologías, métodos y sistemas de gestión que contribuyeran en un mayor control de los proyectos. Es por esta razón, que las empresas fueron realizando inversiones en la implementación e integración de sistemas de mejora para las obras tales como: el sistema de gestión de calidad y el sistema Last Planner de planificación y control de la producción (Righi, 2009) (Saldanha, 2013), los cuales dada la necesidad de cambios en la industria de la construcción civil, el crecimiento de empresas que se encuentran certificadas y la importancia de la planificación y control de las obras, muestran que su integración alcanza la eficiencia y eficacia operacional de todas las actividades y procesos de las empresas (Betts, 1997)(Alves y Amorim, 2002)(Neves et al., 2002)(Koskela et al., 2003).

El sistema de gestión de calidad consiste es un conjunto de todas aquellas actividades que se encuentran coordinadas para dirigir y controlar una organización con el ánimo de mejorar continuamente la efectividad y eficiencia de su desempeño. Este sistema estimula a las empresas a evaluar las necesidades de los clientes, la gestión hacia la sostenibilidad del negocio, análisis de riesgos, gestión del cambio, etc., definiendo procesos que las satisfagan y garantizando los medios para controlarlas (NBR ISO 9001 2015). Este sistema auxilia también a las empresas en la estandarización de procedimientos, así como en la definición de criterios de aceptación de servicios, consiguiendo establecer una plataforma de calidad para sus obras.

Por otro lado, en el área de construcción civil, uno de los procesos más importantes es la planificación y control de las obras, en el cual se establecen metas, tiempos, costos y métodos a ser alcanzados. Esta planificación ayuda a minimizar las incertezas en la ejecución de las obras, disminuyendo los desperdicios y aumentando el cumplimiento de las tareas programadas (Formoso, 2001).

Es así, que varias empresas constructoras adoptaron el sistema Last Planner como un camino para la mejora continua y aumento del desempeño de los procesos ejecutados en las

¹ Autor de Correspondencia:

Universidade Estadual de Campinas, Campinas, BRASIL

E-mail: lady_alexa30@hotmail.com

obras, auxiliado por la verificación de los servicios mediante el sistema de gestión de calidad (Sukster, 2005). Este estudio tiene como objetivo analizar la integración entre el sistema Last Planner de planificación y control de la producción y el método de mejora continua del sistema de gestión de calidad en una obra colombiana.

2. Integración entre el sistema de gestión de calidad y Last Planner

El sistema Last Planner consiste en un sistema de planificación y control de procesos que minimiza en los proyectos los efectos de incertidumbre y variación, creando un flujo continuo entre cada una de las actividades. Este sistema permite mayor confiabilidad en la previsión de las fechas de conclusión de las actividades de la obra y en los resultados de la aplicación de este favorece la mejora continua en los procesos contribuyendo directamente en los plazos, calidad y costo de la obra (Alves y Pio, 2016).

El LPS se encuentra dividido en tres niveles de planificación: largo plazo, medio plazo y corto plazo. Estos niveles permiten que el sistema contribuya positivamente en el desempeño de la productividad y el andamio de la obra por los gestores. En la planificación a largo plazo, son establecidos los objetivos generales del proyecto, el conjunto de actividades que deben realizarse en un período de tiempo determinado, los planes de ataque de la obra y la duración de las actividades importantes. Para lo anterior, son utilizadas técnicas de programación tales como: línea de balance,

diagrama de Gantt y camino. Con estas técnicas es posible elaborar los planes de trabajo y la especificación de las informaciones acerca del inicio y fin de las actividades y la duración máxima del proyecto (Formoso y Moura, 2009).

En la planificación a mediano plazo, se a realizado una planeación más detallada de los objetivos establecidos en nivel de largo plazo. En este nivel son definidos los métodos constructivos y recursos necesarios para la ejecución del proyecto (Ballard, 2000) (Bernardes, 2001). La función principal de este nivel consiste en la identificación de las restricciones que impiden la ejecución de una actividad (Bernardes, 2001). Este mecanismo de restricciones busca evitar las interrupciones y reducir la variabilidad en las actividades para crear un flujo continuo de trabajo. También, ayuda en la mejora del desempeño general del proyecto, incrementando la productividad de las unidades, y reduciendo los costos y plazos (Formoso y Moura, 2009).

En la planificación a corto plazo son establecidos los compromisos para la ejecución de las tareas. En esta etapa son tomadas las últimas decisiones del flujo de trabajo, ajustándose la secuencia de los equipos en función de proteger la producción contra las incertidumbres además de la verificación de los recursos necesarios para el cumplimiento de las actividades establecidas. Este nivel es supervisado a través del indicador denominado PPC (porcentaje de actividades cumplidas), el cual se calcula como la relación entre el número de actividades cumplidas y el número de actividades planificadas, expresado en porcentaje (Ballard y Howell, 1998). En la (Figura 1) podemos observar la secuencia y función de cada uno de los niveles del LPS.

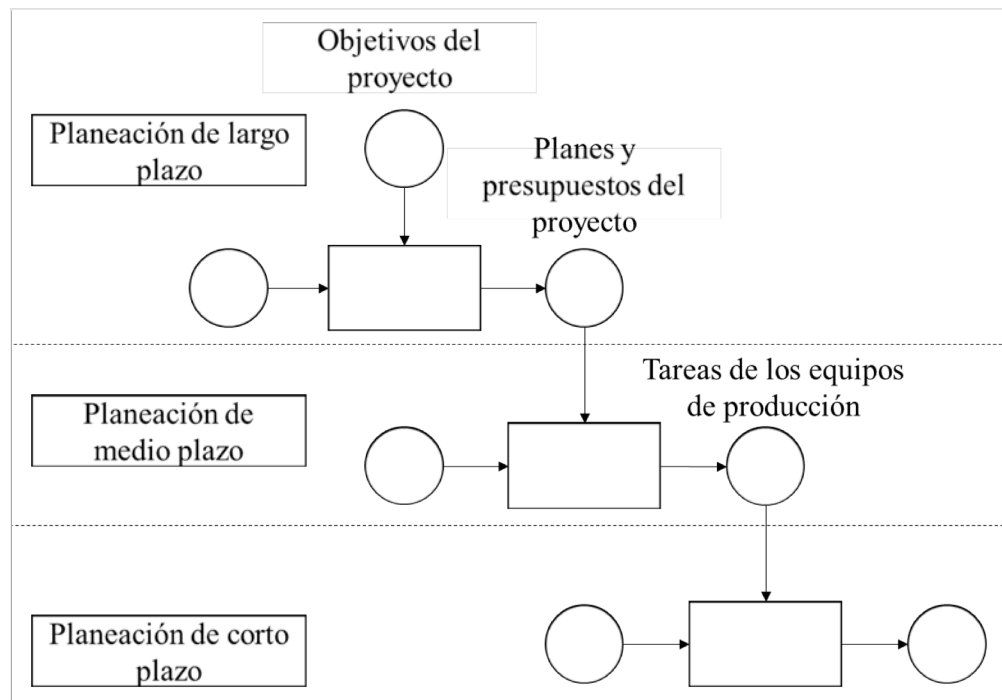


Figura 1. Etapas del sistema Last Planner
Fuente: (Ballard 1994)

Por otro lado, la construcción civil posee diferentes características en cada una de las etapas de ejecución de las actividades, por lo cual siendo ellas analizadas separadamente se consiguen mejoras en la gestión y control de las obras (Formoso et al., 1999). Además, la planificación y control de la producción posibilita la inserción de nuevas etapas en la ejecución de las actividades, lo que garantiza la aplicación y cumplimiento de los requisitos de calidad, plazos de las inspecciones durante el proceso de producción (Soares, 2003).

De acuerdo con (Picchi, 1993) el método más viable para la implantación de calidad en las empresas es aquel que se adecua a los objetivos y la cultura de acuerdo con las características de cada empresa. Por lo tanto, la participación de todas las áreas de la empresa, clientes externos (proveedores, usuarios) e internos lleva a la organización a alcanzar la excelencia. Esta estrategia alineada con una buena planificación permite a los gestores mayor control, mejor seguimiento de la aplicación y cumplimiento de los requisitos de calidad. Además, evaluando dónde se encuentra la variación en la producción y calidad del producto, pueden ser identificadas las mejoras que deben ser aplicadas en los procesos o actividades (Koskela, 1999).

Si las empresas incrementan la calidad (conceptos técnicos de la producción y la visión de satisfacción del cliente) del producto ofrecido, las mismas aumentan credibilidad frente al mercado haciéndolas más competitivas.

De forma similar a lo dicho anteriormente funciona el proceso de mejora continua en el sistema de gestión de calidad, donde al medir y monitorear las actividades es posible realizar acciones correctivas y preventivas para garantizar la calidad del producto y el funcionamiento del sistema de gestión de calidad. (Picchi y Agopyan, 1993) confirman que la sistematización a través de la verificación de los procedimientos para control de los procesos y ejecución de la obra, son una las formas de medir y controlar la calidad. En estos procedimientos para control, se describe detalladamente cómo debe ser realizada la verificación y el llenado de la documentación necesaria en las inspecciones.

3. Metodología

La metodología utilizada para este trabajo abarca un Estudio de Caso, donde según (Gil, 2009) consiste en un estudio profundo y exhaustivo de un objeto permitiendo su conocimiento amplio y detallado. Se tuvo como objetivo analizar la integración del sistema de planificación y control de la producción Last Planner (LPS) y el método de mejora continua del sistema de gestión de calidad (SIG) para identificar puntos positivos y negativos de su integración. En la (Figura 2) podemos observar el detalle de cada una de las etapas realizadas para esta investigación.

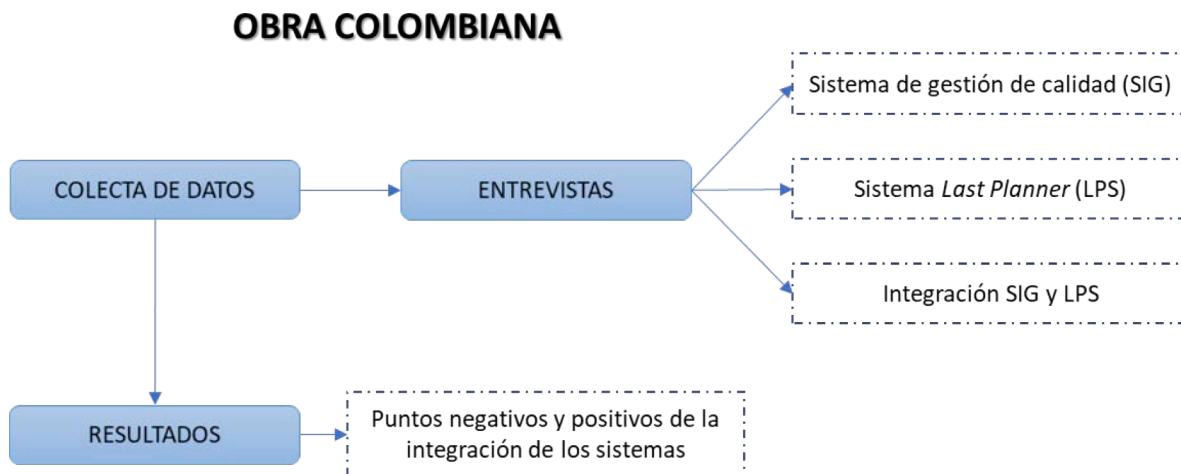


Figura 2. Etapas de la metodología

3.1. Estudio de caso

Los datos de los sistemas Last Planner y gestión de calidad fueron recolectados de un edificio residencial construido por una empresa localizada en la ciudad de Bucaramanga - Colombia. Los sistemas de planeación, control y calidad de la empresa son procesos estandarizados para todas las obras ejecutadas por ellos, variando solamente las estrategias adoptadas por los responsables de cada obra. Los edificios construidos por la empresa se caracterizan por la repetición y utilización de un piso tipo, así como, por la construcción de los proyectos mediante la utilización de mano de obra tercerizada (contratistas) los cuales deben seguir las directrices y especificaciones establecidas en las obras. Esta empresa se destaca por la participación en programas de calidad e innovación, siendo la misma certificada por la (NBR ISO 9001, 2018).

La obra, objeto de este estudio, es considerada de alto estándar y posee estructura en hormigón armado con paredes en albañilería. Este proyecto consta de una torre de 23 pisos, de los cuales el 1 es lobby y una parte de la zona social, y los pisos 21 y 22 corresponden al restante de la zona social. Del piso 2 al 20 encontramos la parte de apartamentos donde se tiene 5 apartamentos por piso para un total de 95 apartamentos en la torre. Cada uno de los 5 apartamentos constan de un área de 76 m² para apartamentos dos dormitorios, 99 m² y 133 m² para apartamentos de tres dormitorios. Además de los apartamentos, en este edificio la zona social está constituida por una gran recepción, salón social, parque temático para niños, piscina infantil y para adultos, SPA, gimnasio equipado, terraza con jardines, sauna, bañera de hidromasaje, salón de masajes y en la azotea una terraza con vista a la ciudad (Figura 3).



Figura 3. Imágenes estudio de caso
Fuente: www.skyscrapercity.com (2017)

3.1.1. Sistema de gestión de calidad

La empresa posee un procedimiento gerencial de directrices que apuntan al control de la producción en la obra a partir de los requisitos descritos en la (NBR ISO 9001 2018). Este procedimiento gerencial de directrices se encuentra detallado en el manual y plan de calidad de la empresa. En ellos se pueden observar la estructura organizacional de la empresa y la obra, las actividades y responsables de cada actividad involucrada en la obra, las estructuras de medición que deberán seguir para evaluar

cada actividad, los métodos y recursos, los requisitos de la norma a ser cumplidos y los documentos del sistema de gestión de calidad establecidos. Para ilustrar algunas de las partes del manual y plan de calidad, en la (Figura 4) se muestran los procesos involucrados en la empresa para el desarrollo de la obra, así como en la (Figura 5) se muestra en detalle la estructura de medición y seguimiento del proceso de construcción el cual es el responsable de la ejecución de la obra.



Figura 4. Procesos de la empresa
Fuente: Constructora Bucaramanga-Colombia, Acervo de la empresa

Proceso: CONSTRUCCIÓN

Responsable: Director de Proyecto

Objetivo: Dirigir, administrar y controlar las diferentes etapas para la ejecución de los proyectos de vivienda



MECANISMO DE MEDICIÓN	META	FRECUENCIA
Control de Ejecución (Cronograma Ejecutado /Cronograma Programado) * 100	$\geq 95\%$	Mensualmente
Producto No Conforme No. de no conformidades en el proceso constructivo por actividad	≤ 2 PNC por actividad	Mensualmente
Control de Desperdicios (Material Consumido - Material Presupuestado / Material Presupuestado) * 100	Se establece en cada plan de calidad según material crítico	Establecido en cada Plan de Calidad del proyecto
Tiempos de Entrega (Fecha promesa – fecha real de entrega es ≤ 15 días) / Total de inmuebles entregados) * 100	$\geq 80\%$	Mensual por proyecto hasta entregar todo el proyecto
Necesidades y exigencias cumplidas Compradores satisfechos (calificación $\geq 4/5$) / No. Total de compradores <i>Calificación = promedio aritmético preguntas 9 a 12 Encuesta de Satisfacción del Cliente</i>	$\geq 90\%$	Mensual durante la entrega de cada proyecto
No Conformidades en Entrega $\frac{No. Inmuebles NCE}{No. Inmuebles Entregados} * 100$	$\leq 15\%$ Se medirá cada 20 unidades entregadas. Este indicador no se aplica en la entrega de zonas comunes.	Mensual durante la entrega de cada proyecto

MECANISMO DE SEGUIMIENTO	PARTICIPANTES (DENTRO DEL PROCESO)	RECURSOS
Comités de Obra Informe mensual de indicadores Auditorías programadas	Presidente Gerente de Operaciones- Vicepresidente Técnico Coordinador de Obra-Coordinador de Contratación Dir.de Planta de Concreto Profesional Residente Director Maquinaria y Equipo o Coordinador Profesional de Calidad-Prof. De Procesos y Logística de Obra - Profesional Ambiental Coordinador de Instalaciones-Profesional de Redes Electricista Profesional Residente de Instalaciones Hidrosanitarias y de Gas Inspector de obra, Almacenista, Oficiales, Ayudantes, Adelantados - Contratistas	Computador Escritorio, sillas Línea telefónica Planos Arquitectónicos, estructurales y de servicios públicos (eléctricos, sanitarios, hidráulicos) Herramientas y Maquinaria Materiales de Construcción Intrafenix Planta de Concreto

REQUISITOS	DOCUMENTOS DEL S.G.C
Normas ISO 9001: 4.1, 4.2.4, 6.4 7.1, 7.5.1, 7.5.3, 7.5.4, 7.5.5, 7.6, 8.2.1, 8.2.3, 8.2.4, 8.3, 8.4, 8.5.1, 8.5.2, 8.5.3	- Plan de Calidad. Procedimientos: De Construcción CNT-PR-06. Producto No Conforme SMC-PR-10. Acciones Correctivas SMC-PR-07. Acciones Preventivas y de mejora SMC-PR-08 Instructivos: Preparación y colocación de concreto CNT- IN- 01. Toma de Muestra y Ensayos de concreto CNT-IN-02. Realización de pruebas hidráulicas y gas CNT-IN-07. CNT-IN-
OTROS DOCUMENTOS	- CNT-IN-36 Desplafonada de placa tradicional con burros, cajones y bandejas – CNT-IN-39
NTC ISO 9001 Sistema de Gestión de Calidad – Requisitos.	- Armado, fundida, desplafonado columnas y muros CNT-IN-46 Construcción de Placas Sist. Industrializado CNT-IN-45 Construcción de muros en Sist. Industrializado CNT-IN-44 Armado de placa doble altura CNT-IN-43 / -Uso de las herramientas del último planificador (PAC) CNT-
Código Colombiano de Construcciones Sismo Resistente NRS – VIGENTE.	- Control del Producto No Conforme CNT-FT-24 - Control de Pilotes CNT-FT-27 - Medición y seguimiento a Inst. Eléctricas CNT-FT-28
RAS 2000 – Reglamento Técnico del Sector Agua Potable y Saneamiento Básico.	- Informe de ensayos de resistencias de cilindros tomados en obra CNT-FT-29
Código Eléctrico Colombiano NTC 2050.	- Control entrada y salida de maquinaria y equipo CNT-FT-30 - Hoja de vida de maquinaria y equipo CNT-FT-31
Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas RETIE.	- Calendario de mantenimiento preventivo CNT-FT-34 - Salidas de almacén CNT-FT-38 - Materiales dejados en Consignación CNT-FT-39
Licencia de construcción.	- Envío de cilindros de concreto al laboratorio CNT-FT-40- Recibo de obra CNT-FT-41
Licencia de Urbanismo.	- Verificación del Calibrador Pie de Rey CNT-FT-42 – Acta de Corte de Obra CNT-FT-43
Resoluciones Ambientales.	- Programación semanal de concreto CNT-FT-44 – Orden de Servicio (Suministro Combustible y
	- Planilla Control preventivo de Vehículos CNT-FT- 46 - Entrada de materiales CNT-FT-47
	- Bitácora de Obra CNT-FT-50 - Medición y seguimiento a obras de urbanismo: acueducto CNT-
	- Medición y seguimiento a Instalación de redes de alcantarillado CNT-FT-52
	- Verificación Interna Equipo de Topografía CNT-FT-54
	- Medición y seguimiento a obras de urbanismos: Vías vehiculares CNT-FT-55 - Prueba de
	- Registro de lecturas de esclerómetro CNT-FT-62 - Medición y seguimiento a instalaciones
	- Acta de Inicio de Obra de Contratistas CNT-FT-66 - Control de planos entregados en obra
	- Control de Anclajes y Pernos CNT-FT-72 - Comprobación de flexómetros, cintas métricas,
	- Control de maquinaria CNT-FT-84 - Inventario de Inmueble CNT-FT-83 - Medición y
	- Traslado de almacén CNT-FT-86 - Pedido de Concreto CNT-FT-91 - Planilla de Control
	- Seguimiento y Medición a Estructura CNT-FT-93 - Descuento a Contratista CNT-FT-94 –
	- Seguimiento y Medición de Diques CNT-FT-100 - Pruebas de Flujo Aguas redes sanitarias y
	- Seguimiento y Control para mejoramiento de suelos CNT-FT-102 - CNT-FT-131 Inventario de
	- Tarjeta Maestra de M&E CNT-FT-106 - Orden de Trabajo para mantenimiento de maquinaria
	- Revisión y entrega de terrazas CNT-FT-113 - Seguimiento a pruebas de estanqueidad CNT-FT-
	- Pruebas Hidráulicas CNT-FT-121 – Orden de Trabajo CNT-FT-123 - Registro de Producto
	- Planilla para el control de vehículos (Viajes y Combustible) CNT-FT-127 – CNT-FT-146
	-Chequeo de plomos elementos verticales Sist. Tradicional CNT-FT-156 -Sgto a Act.
	-Consolidado resistencias elementos verticales CNT-FT-165
	- Formato No Conformidades SMC-FT-32 - Formato Acciones Preventivas SMC-FT-67
	- Formato Acciones de Mejora SMC-FT-103 - Manual de Lecciones Aprendidas en

Figura 5. Detalles del proceso de construcción
Fuente: Constructora Bucaramanga-Colombia, Acervo de la empresa



El control de calidad es realizado durante el desarrollo de las actividades propias del proyecto siendo efectuado por el profesional y el coordinador de calidad, donde se verifica el cumplimiento de las especificaciones técnicas, la normativa técnica, los criterios de calidad propuestos en el manual, las recomendaciones de los proveedores y las recomendaciones técnicas.

3.1.2. Sistema Last Planner

A lo largo de la ejecución de la obra son implementadas acciones de análisis y control de la ejecución de las actividades, las cuales tienen una evaluación periódica para la toma de decisiones y propuesta de mejoras. La obra objeto de estudio, implementó el sistema Last Planner con el

objetivo de obtener una mejora continua para entregar productos con una óptima calidad para los clientes, así como una medida de planificación y control de la ejecución de las actividades, buscando encontrar y analizar las causas que impiden la realización de una actividad.

La implementación del Last Planner en la obra comienza con el nivel de largo plazo donde es planeada la duración, secuencia y ritmo con que deben ser ejecutadas las principales actividades del proyecto. Esta planificación se realiza con poco grado de detalle ya que sólo representa el objetivo a ser alcanzado. En este nivel las actividades son ilustradas en la línea de balance, la cual es una representación gráfica de las actividades y el objetivo a ser atendido (Figura 6).

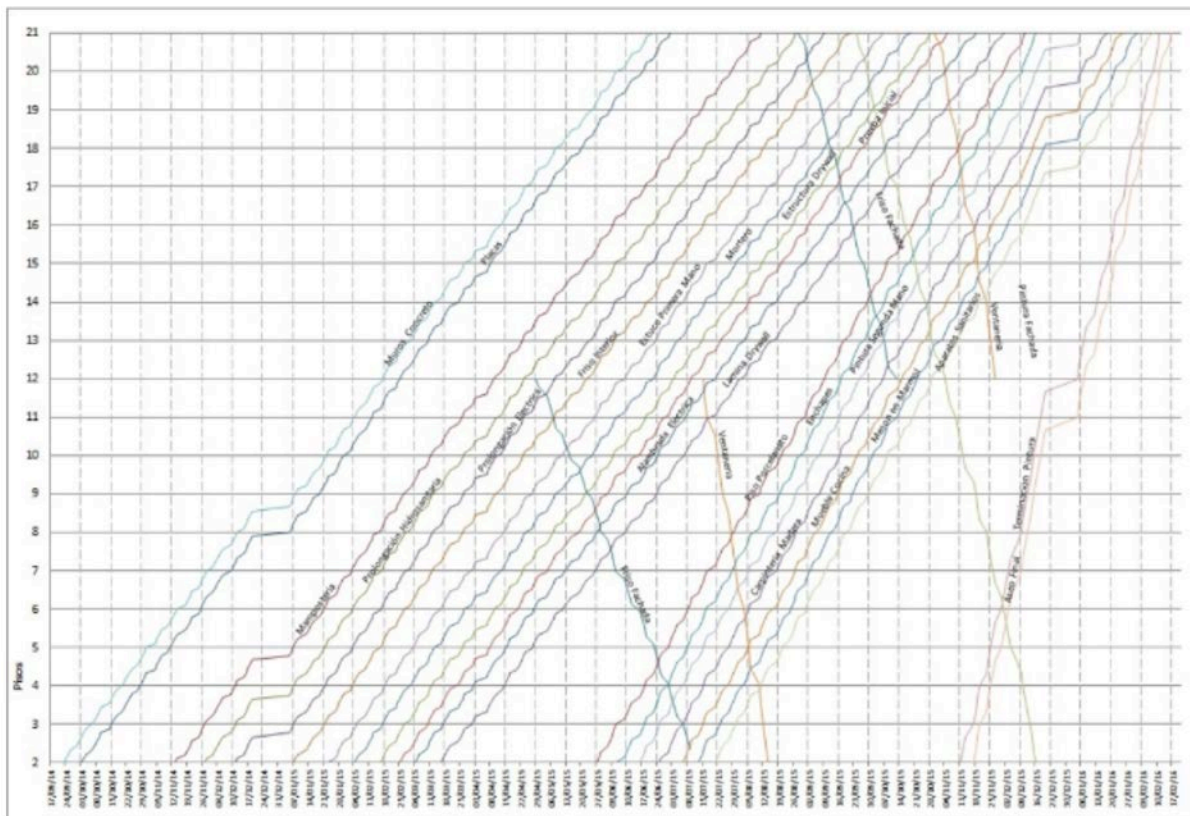


Figura 6. Línea de balance de la obra

Fuente: Constructora Bucaramanga-Colombia, Acervo de la empresa

Luego, en el nivel de mediano plazo son detalladas y segmentadas por etapas, las actividades a ser ejecutadas, definidas en el nivel a largo plazo. Esta planificación se realiza mensualmente teniendo como visión las actividades que comenzaran en los próximos tres meses. A través de esta planificación se identifican los principales recursos necesarios de cada proceso de la empresa para la ejecución de la actividad, como es el caso de los procesos de diseño, compras, factor humano, etc. Estos recursos se controlan con

una hoja de cálculo hecha en Microsoft Excel que indica si el proceso ha liberado (celda con el color verde) o no (celda con el color rojo) el requisito necesario para la fecha de inicio de cada actividad ver (Figura 7). Con esto la obra apunta a eliminar todas aquellas posibles restricciones que impedirán la ejecución de las actividades planificadas. En este nivel se tiene establecido como criterio que, si una actividad no tiene la liberación de las restricciones, no podrá pasar al siguiente nivel de planificación (Figura 7).

ACTIVIDAD	FECHA PROGRAMADA DE INICIO	COMPRAS			DISEÑO		
		FECHA LIMITE	ESTADO	OBSERVACIÓN	FECHA LIMITE	ESTADO	OBSERVACIÓN
Friso en fachada	16/09/2015	17/08/2015	Recibido	Material Nacional	N.A.	N.A.	N.A.
Pisos y enchapes	28/09/2015	29/08/2015	Recibido	En compra Nacional	OK	Recibido	OK
Red contraincendios	28/09/2015	30/06/2015	Sin solicitar	Se requiere diseño	30/07/2015	Solicitado	Verificación BIM
Mampostería de fachada	28/09/2015	29/08/2015	Ordenado	Impermeabilizante	OK	Recibido	OK
Pruebas después de enchape	14/10/2015	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
Carpintería metálica	19/10/2015	N.A.	N.A.	N.A.	22/04/2015	Recibido	OK

Figura 7. Planilla de restricciones

Fuente: Constructora Bucaramanga-Colombia, Acervo de la empresa

Basados en las informaciones recolectadas en el nivel de medio plazo, en el nivel de corto plazo son detalladas y asignadas las actividades a los responsables con el objetivo de orientar la ejecución de la obra. En este último nivel de planificación se realizan reuniones semanalmente en la obra, donde se discuten las tareas del plan a ser desarrollado. En la reunión semanal se tiene la participación de la persona responsable de la ejecución de la actividad, el ingeniero

encargado de la planificación y el responsable de calidad. Como resultado de esta reunión se establecen los planes de trabajo que deberán ejecutarse en el plazo de una semana. Al final de cada semana se registra en la hoja de cálculo del PPC el porcentaje de actividades cumplidas con el fin de evaluar y analizar las causas de incumplimiento de las actividades que se encuentran con un porcentaje inferior al 80% (Figura 8).

CALIFICACIONES																	
1	Cumple con la meta con 2 días más			3	Meta a cumplir al siguiente día antes de las 2 pm												
2	Meta a cumplir al siguiente día antes de las 5 pm			4	Meta a cumplir al siguiente día antes de las 10 am												
	5	Cumple con la meta															
ACTIVIDAD	RESPONSABLE	META		CALIFICACIÓN	DIAGRAMA DE							CAUSAS DE NO CUMPLIMIENTO					
		Comprometido	Alcanzado		L	M	M	J	V	S	D	Proveedor	Herramientas	Cuadrilla incompleta	Mal tiempo	Prerrequisito	Mala planeación
Columna 8 sur	xxxxxx	100%	60%	3			x										
Columna 8 norte	xxxxxx	100%	65%	3			x										
Columna 9 sur	xxxxxx	100%	90%	4			x										x
Columna 9 norte	xxxxxx	100%	85%	3			x										
Columna 23	xxxxxx	100%	72%	3			x										
Columna 10	xxxxxx	100%	67%	3			x										
Columna 22-2	xxxxxx	100%	90%	4				x									
Columna 22-2	xxxxxx	100%	90%	4				x									
Columna 11-1	xxxxxx	100%	90%	4				x									
Columna 11-2	xxxxxx	100%	100%	5					x								
Columna 16 sur	xxxxxx	100%	0%	1						x							x
Columna 16 norte	xxxxxx	100%	0%	1							x						x
Columna 24	xxxxxx	100%	100%	5								x					
Muro 5	xxxxxx	100%	80%	3									x				x

Figura 8. Planilla para el indicador PPC

Fuente: Constructora Bucaramanga-Colombia, Acervo de la empresa

3.1.3. Integración entre los Sistemas de gestión de calidad y el sistema Last Planner

La integración entre estos sistemas comienza en el nivel de medio plazo del LPS donde el responsable de calidad evalúa si los procesos cumplieron con los requisitos necesarios para iniciar las actividades proyectadas. Cuando un proceso falla con la eliminación de la restricción es generada una no conformidad para este proceso. Como solución para eliminar esta no conformidad se genera una acción correctiva para evitar su repetición. En esta acción correctiva se elige el tratamiento aplicado en el problema y

se analizan las causas superficiales hasta llegar a la causa raíz a través de las herramientas de calidad: Diagrama espina de pescado y los 5 Por qué. Luego es generado un plan de acciones junto con su seguimiento para la solución de los problemas. Todas las no conformidades son registradas en los documentos del sistema de gestión de calidad que se encuentra en la plataforma online de la empresa, el cual genera los indicadores de proceso para las auditorías internas y externas de la empresa. En la (Figura 9) es presentado el documento de gestión de calidad utilizado para el tratamiento de las no conformidades.



NO CONFORMIDAD		DOCUMENTO SGC																								
No.																										
GENERAL																										
Proceso:																										
Obra:																										
Fecha:																										
DESCRIPCIÓN NO CONFORMIDAD																										
TIPO DE ACCIÓN (CORRECTIVA / PREVENTIVA)																										
ANÁLISIS DE CAUSAS																										
		5 POR QUÉS?																								
<table border="0" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td colspan="3" style="text-align: center; border-bottom: 1px solid black;">Causa</td> <td style="text-align: center; border-bottom: 1px solid black;">Efecto</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center; border: 1px solid black; width: 30%;">Material</td> <td style="text-align: center; border: 1px solid black; width: 30%;">Método</td> <td style="text-align: center; border: 1px solid black; width: 30%;">Maquinaria</td> <td style="border: none;"></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center; border: none;">↙</td> <td style="text-align: center; border: none;">↘</td> <td style="text-align: center; border: none;">↘</td> <td style="border: none;"></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center; border: 1px solid black;">Mano de obra</td> <td style="text-align: center; border: 1px solid black;">Medición</td> <td style="text-align: center; border: 1px solid black;">Ambiente</td> <td style="border: none;"></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center; border: none;">↘</td> <td style="text-align: center; border: none;">↙</td> <td style="text-align: center; border: none;">↘</td> <td style="border: none;"></td> </tr> <tr> <td colspan="3" style="text-align: center; border-bottom: 1px solid black;">→</td> <td style="text-align: center; border: 1px solid black; width: 30%;">Problema</td> </tr> </table>			Causa			Efecto	Material	Método	Maquinaria		↙	↘	↘		Mano de obra	Medición	Ambiente		↘	↙	↘		→			Problema
Causa			Efecto																							
Material	Método	Maquinaria																								
↙	↘	↘																								
Mano de obra	Medición	Ambiente																								
↘	↙	↘																								
→			Problema																							
PLANO DE ACCIONES																										
SEGUIMIENTO																										
ACTIVIDAD	RESPONSABLE	FECHA REALIZADA																								
LAS ACCIONES FUERON EJECUTADAS DE FORMA EFICAS?																										
Justificativa																										

Figura 9. Análisis de no conformidades
Fuente: Constructora Bucaramanga-Colombia, Acervo de la empresa

Por otro lado, la integración de los sistemas es realizada en el nivel de corto plazo, donde, en la medida que se ejecutan diariamente las actividades planificadas, el responsable de calidad verifica que todas las actividades estén de acuerdo con la calidad establecida para el producto final en el documento de gestión calidad. Una vez comprobada la calidad del producto final, el responsable de calidad evalúa la cantidad ejecutada para con ese valor hacer el respectivo pago al contratista. Además, con los resultados de planilla del PPC son analizadas las causas de no cumplimiento junto con las posibles soluciones por el cual es

posible tener una mejora continua en la ejecución actividades de futuras obras.

Con el indicador PPC y la calidad del producto se genera un informe mensual por actividad el cual es utilizado para evaluar y dar una calificación al responsable de la actividad. Para las actividades ejecutadas por contratistas, esta calificación se registra en el sistema online de la empresa siendo este considerado en el momento de contratación para otras obras. El cumplimiento de los tiempos planeados en el PPC para cada actividad junto con la buena calidad del producto genera incentivos mensuales para los responsables

SPANISH VERSION.....

de las actividades lo cual motiva a los trabajadores a mejorar cada día en el desarrollo de sus actividades.


A partir de las experiencias vivenciadas en la ejecución de la obra, son documentadas las lecciones aprendidas en el correspondiente documento de gestión de la calidad, el cual es compartido con todo el personal de la obra mes a mes. Lo anterior es realizado con el propósito de concientizar a los trabajadores sobre como la baja calidad de

un producto es una de las causas del no cumplimiento de los tiempos de ejecución de las actividades ocasionando desperdicios y atrasos en las obras. En la (Figura 10) se presenta un ejemplo de una actividad que no tuvo cumplimiento en el tiempo ni en la calidad en la ejecución de la actividad planificada, la cual fue compartida como una lección aprendida.

Propósito
A partir de las experiencias adquiridas en Proyectos anteriores dar conocer a los Profesionales de la Empresa las acciones tomadas a partir de las patologías encontradas en las diferentes etapas del proceso Constructivo, así como las mejoras detectadas en los diferentes proyectos para optimizar las actividades de obra.

Alcance
Aplica para todos los Proyectos que emprenda la Empresa Fénix Construcciones S.A.

Desarrollo
1. ESTRUCTURA

REGISTRO FOTOGRÁFICO	PROBLEMA	CAUSA	SOLUCIÓN
	Mala nivelación de placas	<ol style="list-style-type: none"> 1. Parales metálicos mal asegurados. 2. Fallas en el recorte de la placa en el momento de la fundida. 3. Deficiencias en los controles de niveles durante las fundidas 4. Falta de entrenamiento del personal encargado de hacer el recorte del concreto. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Revisar los retranques de los parales antes de iniciar la fundida. 2. Realizar la verificación de los niveles de la placa con ayuda del Equipo de Topografía antes de fundir y después de hacer el recorte de la placa. 3. Realizar mantenimiento y ajuste al equipo de formaleta de la obra. 4. La formaleta debe fabricarse con módulos máximo de 40 x 40 cm para disminuir la deformación de las latas. 5. Usar helicóptero o regla metálica vibratoria para darle terminación a las placas. 6. Durante las fundidas de concreto de placas se deben controlar niveles con equipo topográfico. 7. Adicionalmente se debe usar un tramo de regla o tubo marcado con escala de centímetros, de tal manera que al insertarlo en el concreto, permita conocer el espesor de la placa ya recortada. Se deben controlar espesores y niveles alrededor de todos los elementos verticales. 8. Antes de cada fundida se debe revisar el buen estado de las miras y equipos de topografía para evitar errores en las lecturas por daño en los mismos. 9. Nivelar la parte inferior de la placa con una varilla de la altura libre para verificar la nivelación de la formaleta.

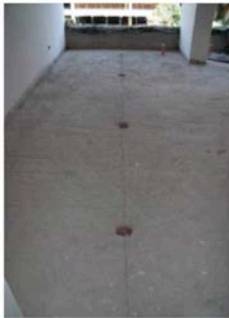
REGISTRO FOTOGRÁFICO	PROBLEMA	CAUSA	SOLUCIÓN
	Grietas en placas de concreto	<ol style="list-style-type: none"> 1. Ductos superficiales 2. Los ductos no se dejan embebidos en mallas. Y además se dejan instalados en el centro de la luz del área de la placa, la cual es donde se presenta la mayor deflexión del elemento. 3. Fallas en el curado del concreto. 4. Bajos espesor en el diseño estructural en sectores donde hay mayor acumulación de redes en las placas 5. Mal procedimiento en el desencofrado de las placas de concreto. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Dejar los ductos (eléctricos, hidrosanitarios y gas) embebidos entre mallas según Norma NSR 2010 numeral C.6.3. 2. Cambiar el trayecto y ubicación de la tubería eléctrica en el diseño con el fin de que no coincida con el centro de la luz del elemento. 3. Respetar y garantizar los tiempos de curado del concreto. 4. Aumentar el espesor de las placas en las áreas que se tenga alto número de ductos. 5. Se debe garantizar el retranque constante de las placas siete (7) días después de su colocación, adicionalmente cuando se retiren cada uno de los módulos de formaleta, se debe retrancar la placa con parales en el centro de la luz del elemento fundido, con el fin de garantizar que la placa no esté libre de apoyo y disminuir su deflexión hasta que adquiera una resistencia adecuada.

Figura 10. Ejemplo de lecciones aprendidas
Fuente: Constructora Bucaramanga-Colombia, Acervo de la empresa



Finalmente, en la medida es ejecutada la obra, se genera un boletín informativo en la página web de la empresa, el cual tiene la finalidad de mostrar para los clientes el avance de la obra. La (Figura 11) se muestran algunas las

imágenes del render del proyecto vendido al cliente, comparadas con las imágenes del proyecto concluido. Estas imágenes muestran el cumplimiento de la calidad del producto vendido a los clientes.



Figura 11. Boletín informativo render vs realidad
Fuente: www.fenixconstrucciones.com

4. Resultados y Discusiones

Como resultado de la integración entre los sistemas SIG y LPS se observó que estos sistemas involucran la gestión de los plazos de la obra a través del intercambio de informaciones entre cada uno de los procesos. Con este intercambio de informaciones se tiene en la obra mejoras en los plazos de entrega del proyecto, costos y calidad del producto entregado a los clientes.

Con el análisis realizado a los datos sobre integración entre los sistemas SIG y LPS se observó que éstos tienen un conjunto de ítems que trabajan conectados, pues, en la realización de la planificación a largo, medio y corto plazo estos niveles utilizan el manual de calidad para verificar cada una de las especificaciones, materiales, métodos constructivos, entre otros. Además, todas las plantillas utilizadas para la implementación del sistema Last Planner como por ejemplo las restricciones y el PPC hacen parte de los documentos del sistema de gestión de calidad. Caso existan inconformidades, retrasos, etc., luego de realizar el análisis en estas planillas, las soluciones son controladas por el sistema de gestión de calidad mediante el formato de no conformidades. Además, el sistema Last Planner con planificación y control de obras hace parte de la mejora continua a través del PDCA y de las lecciones aprendidas.

Por otro lado, durante el estudio de caso se detectó que al inicio de la integración las actividades a ser ejecutadas son planificadas con un tiempo menor al que verdaderamente gastara para su realización, por lo cual los obreros y responsables de la obra trabajaban solo para cumplir con el plazo establecido sin preocuparse por la calidad final, pues el pago sobre el trabajo es realizado apenas por la cantidad producida. Con el paso del tiempo los gestores de la calidad reprobaban actividades concluidas pues no se cumplía con los estándares de calidad lo cual llevaba a la aparición de atrasos. Con lo anterior, se observó que la dedicación de los equipos de trabajo y el cumplimiento del tiempo de ejecución establecidos junto con una buena calidad esperada es importante para alcanzar los objetivos planteados para el proyecto.

Mediante las entrevistas realizadas se logró identificar los puntos negativos existentes al comienzo de la integración, tales como: falta de compromiso por parte de los colaboradores, falta de interacción entre las áreas de calidad y planificación, falta de inversión en recursos como mano de obra y materiales. También fueron señalados los puntos positivos de la integración, tales como: la mejora continua en ejecución de la obra que contribuyó positivamente en una reducción del tiempo final de entrega obra y la calidad de los apartamentos entregados a los clientes generando en ellos una alta satisfacción. A través del uso de las herramientas de

calidad para el análisis de las causas de no cumplimiento identificadas mediante o PPC se realizó la mejora continua en la ejecución de las actividades por parte de los colaboradores y éstos tuvieron aumento en la curva de aprendizaje. También hubo incentivo y premiación a los colaboradores que cumplieron las metas de la calidad y plazo aumentando así la motivación y compromiso de los trabajadores en el momento de desarrollar una actividad. De ese modo, se observó que, una buena planificación permite la correcta ejecución de las actividades cumpliendo así con las metas establecidas y eliminando los desperdicios de la obra. La separación de actividades en etapas también permitió una mejor verificación reduciendo retrabajos y acumulación de actividades que no agregan valor.

5. Conclusiones

Al realizar la integración entre el SIG y el LPS, al implementar el sistema Last Planner en las obras, las actividades se vuelven repetitivas (mejora de la curva de aprendizaje), por lo tanto, existe una disminución de errores pues se tienen personas más especializadas ejecutando actividades y esto a su vez representa menos costos por reprocesos. Por otra parte, con el sistema de gestión de calidad es posible disminuir los reprocesos lo cual lleva a una disminución de costos. Además de esto, el SIG logra

estandarizar cada uno del proceso involucrado en la ejecución de una obra lo que facilita la planificación y control de estas.

Al implementar los sistemas de calidad, planeación y control existe una gran mejora en los plazos de entrega, costos y calidad del proyecto lo que conlleva a una satisfacción por parte del cliente al recibir su producto final.

Existen puntos negativos a mejorar que impide el completo aprovechamiento de los beneficios en cuanto a la integración entre los sistemas SIG y LPS. Algunos de ellos son: falta de compromiso por parte de los colaboradores, falta de interacción entre las áreas de calidad y planificación, falta de inversión en recursos como mano de obra y materiales.

Aunque se evidencien puntos negativos a ser superados, la integración entre los sistemas también aporta en las obras una mejora continua en la ejecución que contribuye positivamente en la reducción del tiempo final de entrega y la calidad de los apartamentos vendidos a los clientes. Por lo anterior, al compartir lecciones aprendidas para los trabajadores que se encuentran involucrados en la obra, se permite un mejor trabajo en equipo, una mejor comunicación entre ellos y una realización de actividades simultáneas. Además de lo anterior, existe un mejor entendimiento sobre la importancia del cumplimiento de plazos y la conclusión de una actividad con calidad para evitar desperdicios en la obra.

6. Referencias

- Alves, A.C.N; Amorim, S.R.L (2002)** A satisfação dos clientes vista pela ISO 9001:2000: O caso da construção civil. In: Congresso Nacional de Excelência em Gestão. Niterói.
- Alves, T., & Pio, V. (2016).** A importância do sistema Last Planner para construção civil. Congresso Técnico da Engenharia e da Agronomia (CONTECC). Foz do Iguaçu.
- Associação brasileira de normas técnicas (2018).** NBR ISO 9001: Sistemas de gestão de qualidade. Rio de Janeiro.
- Ballard, H. G. (1994).** The Last Planner. Lean Construction Institute, 1-8.
- Ballard, H. G. (2000).** The Last Planner System of Production Control. England: Thesis: (Doutor ENgineering) Faculty of Engineering.
- Ballard, H. G., & Howell, G. (1998).** Shielding Production: Essential Step in Production Control. Journal of Construction Engineering and Management, págs. 11-17.
- Bernardes, M. M. (2001).** Desenvolvimento de um modelo de planejamento e controle da produção para micro e pequenas empresas da construção. Porto Alegre: Tese: (Doutorado em Engenharia Civil) Curso de Pós-graduação em engenharia civil.
- Betts, M. (1997).** Lean Production as a purpose for computer integrated construction. Annual Conference of the International Group for Lean Construction. Golf Coast.
- Formoso, C. (1998).** Termo de referência para o planejamento e controle da produção em empresas construtoras. Porto Alegre: Curso de pós-graduação em engenharia civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
- Formoso, C. (2001).** Planejamento e controle da produção em empresas construtoras. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
- Formoso, C., & Moura, C. (2009).** Evaluation of the impact of the Last Planner system on the performance of construction projects. Annual Conference of the International Group for Lean Construction.
- Gil, A.C (2002)** Como elaborar projetos de pesquisa. São Paulo: Atlas.
- Koskela, L. (1999).** Management of Production in Construction: a theoretical view. Annual Conference of the International Group for Lean Construction. Berkeley.
- Koskela, L. et al. (2003)** Achieving change in construction. In: Proceedings of 11th Annual Conference of the International Group for Lean Construction. Blacksburg, VA, 22 - 24 July 2003.
- NBR ISO 9001 (2015)** Sistemas de gestão da qualidade – Requisitos. Associação brasileira de normas técnicas. Rio de Janeiro.
- Neves, R., Coelho, H., Formoso, C. (2002).** Aprendizagem na implantação do PCP Encontro Nacional de Engenharia de Produção. Encontro Nacional de Engenharia de Produção. Curitiba.
- Picchi, F. A. (1993).** Sistemas de qualidade: uso em empresas de construção. São Paulo: Tese (Doutorado em Engenharia Civil) - Escola Politécnica da USP.
- Picchi, F. A., & Agopyan, V. (1993).** Sistemas da Qualidade na Construção de Edifícios. São Paulo: Departamento de Engenharia de Construção Civil, BT/PCC/104: Boletim Técnico da Escola Politécnica da USP.
- Righi, M. M. (2009).** Sistema de controle da qualidade e planejamento de curto prazo na construção civil: integração e compartilhamento de informações. Rio Grande do Sul: Trabalho de conclusão (Engenharia Civil) – Curso de graduação da Escola de Engenharia.
- Saldanha, L. C. (2013).** Gestão da produção: integração entre o planejamento e controle da produção e a gestão da qualidade. Rio Grande do Sul: Trabalho de conclusão (Engenharia Civil) – Curso de graduação da Escola de Engenharia.



SPANISH VERSION.....

Soares, A. C. (2003). Diretrizes para a manutenção e o aperfeiçoamento do processo de planejamento e controle da produção em empresas construtoras. Porto Alegre: Trabalho de conclusão (Mestrado em Engenharia) - Curso de Mestrado Profissionalizante.

Sukster, R. (2005). A integração entre o sistema de gestão da qualidade e o planejamento e controle da produção em empresas construtoras. Rio Grande do Sul: Trabalho de conclusão (Mestrado em Engenharia) - Curso de Mestrado Profissionalizante.

