

Estructuración de planes de acción de mejora que promuevan la reducción de los PNC (productos no conformes) encontrados en el proceso de montaje de EMECON S.A

Structuring of improvement plans that promote decrease of NCP (nonconforming products) in the Steel Building assembly process EMECON S.A

Fabian Andres Perez Londoño¹

¹ Especialista en Gerencia de Calidad de Productos y Servicios, Universidad Libre Bogota, faanpelo@hotmail.com

Fecha de recepción: 18/10/2016 Fecha de aceptación del artículo: XX/XX/XXX

Resumen

Este documento presenta los resultados de un estudio de investigación, que se llevó a cabo para determinar los factores subyacentes que afectan la calidad de los proyectos de construcción en el proceso de montaje de construcciones metálicas en EMECON S.A.

El objetivo de la investigación consta de tres partes: en primer lugar, identificar los tipos de productos no conformes de mayor ocurrencia (Pocos Vitales-Pareto). En segundo lugar, investigar una relación diádica entre los tipos de productos no conformes y los factores críticos que influyen su desarrollo.

En tercer lugar, inducir al análisis de los factores influyentes en los productos no conformes e identificar nuevos planes de mejora que promuevan la reducción de los PNC (Productos No Conformes)

Palabras clave

Productos No Conformes PNC, Diagrama de Pareto, Pocos Vitales, Diagrama Causa-Efecto, Modelos 3D BIM

Abstract

This paper reports the findings of a research study, which was undertaken to determine the underlying factors affecting the quality of building projects in the steel building assembly process of EMECON S.A.

The research aim is threefold: firstly, to identify the highest occurring type of nonconforming products (few vital- Pareto). Secondly, to investigate a dyadic relationship of nonconforming products type and critical factors influencing their developments.

Thirdly, this led us to analyze the factors influencing the nonconforming products and indentify new improvement plans that promote decrease of NCP (Nonconforming products).

Keywords

NonConforming Product NCP, Pareto Chart, Few Vital, Cause and Effect Diagram, Models 3D BIM

1. Introducción

El estudio descriptivo desarrollado en EMECON S.A, compañía dedicada al sector de la construcción civil, específicamente diseño, fabricación y montaje de estructura metálica, tiene el propósito de establecer la estructuración de planes de acción de mejora que EMECON S.A debería implementar, para fomentar la reducción en la ocurrencia de los productos no conformes, encontrados en el proceso de montaje, que influyen directamente en sobrecostos en los proyectos ejecutados y afectan negativamente en la percepción de calidad de los clientes externos, como consecuencia de ser el proceso que tiene el contacto final con el cliente.

En Colombia el reglamento técnico NSR2010 en su capítulo F, junto con las normativas y códigos de construcción relacionadas, establece los criterios de

aceptación y rechazo para definir si un elemento estructural metálico, puede ser o no considerado como un producto no conforme PNC. [3]

2. Metodología Utilizada

La metodología desarrollada en el proyecto siguió los principios establecidos por Hitoshi Kume a partir de su referencia bibliográfica “herramientas estadísticas básicas para el mejoramiento de la calidad”[3], busca mediante estudio descriptivo y a partir del indicador “Numero de Productos No Conformes Ocurridos”, analizar las causas raíces de los PNC (productos no conformes) reportados por el proceso de Montaje y registrados en los últimos años, permitiendo definir y estructurar los planes de acción.

El diseño metodológico implementado se describe en las siguientes etapas:

- ❖ Recopilación PNC Históricos
- ❖ Clasificación PNC Históricos
- ❖ Análisis por Grafico de Pareto
- ❖ Encuesta-Autodiagnóstico
- ❖ Análisis Causa-Efecto
- ❖ Estructuración Acciones de Mejora

3. Desarrollo del Proyecto

3.1 Recopilación PNC históricos

Emecon S.A en su Sistema Integrado de Gestión ha establecido de acuerdo a los lineamientos de la ISO9001-2008 y respectivo cumplimiento del ítem 8.3 de la norma, en referencia al control y seguimiento de los productos no conformes, la elaboración de los registros REG-MEJ-32-1 “Reporte de Producto No Conforme”, en el cual los líderes del proceso de montaje recopilan los Productos no conforme encontrados, realizando una descripción del elemento estructural no conforme, acción correctiva implementada y respectivo cierre. Se recogen los registros REG-MEJ-32-1 históricos existentes, reportados y diligenciados por Directores de Obra y/o Ingenieros Residentes de los proyectos ejecutados por EMECON S.A desde el año 2013 hasta septiembre 2015, encontrando 243 registros. Ver Tabla No 1.

3.2 Clasificación de los PNC históricos

A partir de los Registros de los Productos no conformes, se realiza la clasificación en los siguientes 2 ítems:

- ❖ Proceso Principalmente Responsable
- ❖ Tipología de los PNC

El proceso principalmente responsable corresponde aquellos procesos misionales que contribuyeron con la ocurrencia directa de un elemento estructural fuera de las especificaciones contractuales, normativas o códigos de construcción y por ende denominado como PNC y como consecuencia de una actividad u operación inadecuada durante alguna etapa previa y/o proceso misional antecesor al proceso de montaje de EMECON S.A, no obstante también se debe incluir al proceso de montaje. En la figura No 1 ilustra el mapa de procesos y la identificación de los procesos misionales de EMECON S.A.



Figura 1. Mapa de Procesos

En relación a la tipología de los PNC, hace referencia a una clasificación realizada a los PNC de acuerdo a su naturaleza y características parecidas, permitiendo su agrupación. Ver Tabla No 1.

El enfoque del análisis de los PNC es identificar las causas raíces, las cuales se encuentran relacionadas a problemas en la ejecución de las actividades operativas (factores de origen) y no en las falencias en las inspecciones de control de calidad.

Tabla 1 Datos Históricos PNC

Análisis PNC por Tipología Periodo Enero 2013 a Septiembre 2015				
Proceso Potencialmente Responsable	Tipología Producto No Conforme	Cantidad PNC	Total	Porcentaje %
Diseño y Dibujo	1. PNC por diferencias dimensiones Planos y dimensiones reales en Obra	9	69	28,4
	2. PNC por No coherencia en conexiones por inconsistencias en planos de taller	55		
	3. PNC por Diseños de Conexiones que no pueden realizarse en obra	5		
Fabricación y Logística	4. PNC por Elementos estructurales llega a obra con problemas de curado, limpieza (particulado), espesores de película seca de pintura y tonalidad en color diferentes a lo especificado	13	135	55,6
	5. PNC por Elementos Estructurales Distorsionados por Soldadura fuera de tolerancia y inspección visual y END en soldadura no conforme	10		
	6. PNC por Elementos Estructurales con posiciones golpeadas por el cargue, despacho y descargue y problemas en las remisiones	6		
	7. PNC por Elementos Estructurales por ensambles con mala interpretaciones de cortes, vistas y conceptos de como se ve y opuesta en el proceso de fabricación	50		
	8. PNC por Elementos Estructurales por ensambles con dimensionamiento cotas, diámetros, inclinaciones fuera de tolerancia	37		
	9. PNC por Elementos Estructurales por ensambles de posiciones mal ubicadas (platinas de conexión)	4		
	10. PNC por Elementos Estructurales por falta de instalación de posiciones o perforaciones por realizar	15		
Montaje	11. PNC por Elementos Estructurales mal instalados en obra	22	22	9,1
Compras	12. PNC por Materia Prima con inconsistencias	17	17	7,0
			243	100,0

3.3 Análisis por gráfico de Pareto

Se analiza los datos históricos por cantidades ocurridas de PNC, mediante la implementación de Grafico de Pareto, identificando los pocos vitales. La ventaja de esta metodología es permitir el enfoque en las pocas causas que generan la ocurrencia del 80% de los productos no conformes y descartando provisionalmente, las muchas causas denominadas como muchos triviales que ocasionan el 20% de los PNC, obteniendo finalmente los resultados que pueden visualizarse en la Figura No 2.

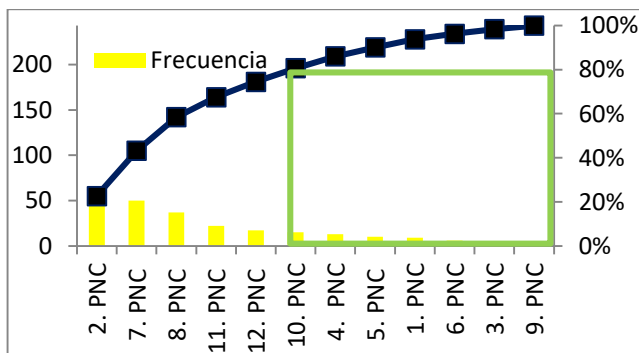


Figura 2. Diagrama Pareto PNC

En la Tabla No 1 se relacionan las tipologías de PNC que corresponde a las más relevantes según Pareto (resaltados en color Amarillo), por consiguiente los **POCOS VITALES** determinados son:

- PNC por no coherencia en conexiones por inconsistencias en planos de taller o montaje.
- PNC por Elementos Estructurales por ensambles con malas interpretaciones de planos de taller.
- PNC por Elementos Estructurales por ensambles con dimensionamiento, cotas, diámetros, inclinaciones fuera de tolerancia.
- PNC por Elementos Estructurales mal instalados en obra
- PNC por Materia Prima con inconsistencias.

3.4 Resultados de la encuesta de percepción de calidad-Autodiagnóstico

Conforme a la literatura[3], autores en su investigación desarrollan encuestas o entrevistas donde establece los factores influyentes que contribuyen en la variación de los costos en los proyectos de construcción civil, a partir de la percepción y apreciaciones de profesionales con experiencia y competencias en el sector de la construcción.

Siguiendo esta metodología se lleva a cabo encuesta a los líderes de proceso, directores de áreas y especialmente personal específico del proceso de montaje, en EMECON S.A, para establecer un autodiagnóstico de las Causas Raíces principales. La encuesta formula la siguiente pregunta “¿Cuál

considera que es la principal causa raíz de los problemas de calidad en la estructura metálica encontradas en las obras, desarrolladas por EMECON S.A?”, en la figura No3 se observan los resultados de la encuesta.

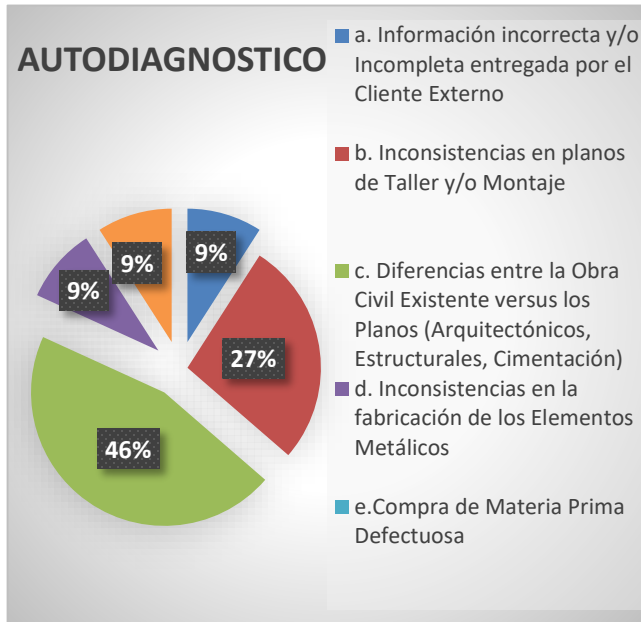


Figura 3. Autodiagnostico

Conforme con los resultados obtenidos en el diagrama de Pareto y el autodiagnóstico, observamos una tendencia similar. El primer factor influyente en ocurrencia de PNC son los relacionados a los planos constructivos, seguido por aspectos de fabricación y montaje.

Las diferencias entre la obra civil (estructuras existentes) y los planos arquitectónicos y estructurales, es un hecho no tan ocurrente según el análisis de Pareto y es considerado como un factor no relevante, sin embargo cuando ocurren, son altamente representativos en la percepción de calidad, aspecto observado en el autodiagnóstico, posiblemente por la gravedad y sobrecostos en reproceso.

3.5 Análisis Causa-Efecto “Espina de Pescado”

Partiendo de los pocos vitales definidos y desarrollando una metodología de diagrama Ishikawa y/o causa-efecto mediante la implementación de “5 porqués”, se establecen con los líderes de procesos, las principales causas raíces que ocasionan los PNC más relevantes, en las figuras 4, 5, 6 y 7 se ilustran los diagramas causa-efecto construidos, permitiendo gráficamente referenciar las causalidades desarrolladas por cada uno de los POCOS VITALES.

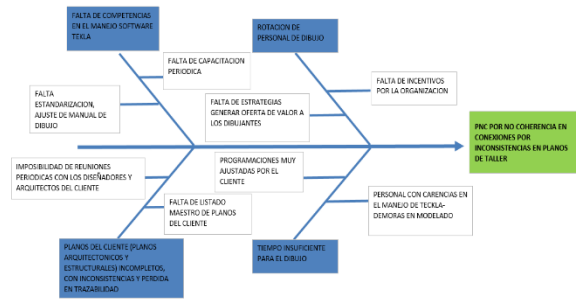


Figura 4. Causa Efecto a.



Figura 5. Causa Efecto b.

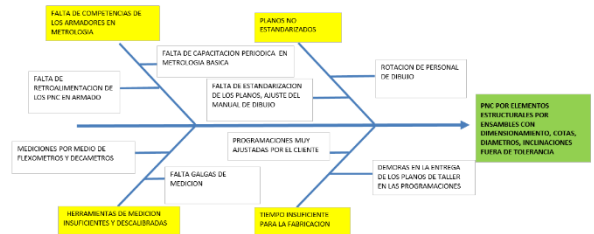


Figura 6. Causa Efecto c.

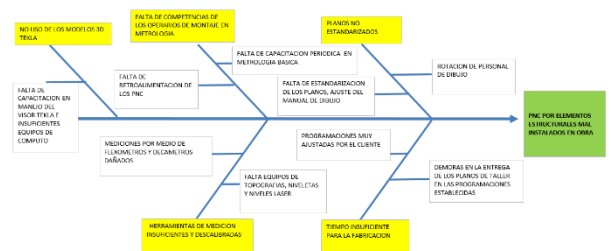


Figura 7. Causa Efecto d

Conforme al análisis realizado por los diagramas Causa-Efecto, encontramos las siguientes tendencias y correlación:

- ❖ **Estandarización:** Énfasis en las nomenclaturas, cotas, sistemas de representación, vistas y cortes, layers entre otros, sin el manejo de un patrón o estándar en la elaboración de los planos,

especialmente los desarrollados a partir de modelamientos ejecutados en 3D Software TEKLA, generando potencialmente posteriores problemas en las malas interpretaciones, dimensiones equivocadas en fabricación e instalaciones inadecuadas en montaje.

Finalmente falencias en la estandarización de procedimientos en el manejo de la información del cliente (planos arquitectónicos, estructurales entre otros), contribuyen a la ocurrencia de errores en los planos constructivos.

❖ **Incumplimiento en Programación:**

Aspectos contractuales requieren programaciones y tiempos definidos, no obstante se evidencia incumplimientos en la entrega de los planos, ocasionado finalmente disminución en los tiempos en fabricación y montaje, variable esencial y por consiguiente errores.

❖ **Capacitaciones y Personal Clave:**

Según el análisis, las faltas de formaciones y capacitaciones en el personal, en aspectos como elaboración de dibujo en programas BIM-3D TEKLA, manejo de visores del BIM-3D TEKLA, interpretación de planos y metrología, influyen en la ocurrencia de los PNC, adicionalmente la constante rotación especialmente en el personal del proceso de Diseño (dibujantes), y sumando las carencias en el sector, de personal competente y con experiencia certificada en modelamientos BIM-3D TEKLA, también afectan.

❖ **Retroalimentación de los PNC.**

El no informar los problemas ocurridos y errores a los procesos responsables, impide que la ocurrencia de los PNC disminuya, por ende es importante crear mecanismos de retroalimentación periódica de los PNC a lo largo de los procesos misionales y proveedores implicados.

❖ **Equipos y Herramientas Insuficientes.**

Se definen equipos especialmente claves, para reducir los factores de origen de los PNC, tales como equipos y licencias para acceso y consulta digital de planos y modelos BIM -3D en campo, instrumentos metrológicos específicos para realizar óptimos levantamientos topográficos entre otros, estas carencias en equipos y herramientas claves limitan el mejoramiento continuo de la organización.

3.6 Estructuración de Acciones de Mejora

Establecidas las causas raíces más relevantes, se prosigue junto con los líderes de los procesos misionales, mediante metodología de lluvias de ideas, en relación al análisis de los diagramas Causa-Efecto, definir en primera instancia las acciones de mejora más eficientes para la organización y finalmente la estructuración de los planes de acción, la matriz de planificación 5W-2H permite consolidar la información correspondiente a la estructuración de los planes de acción a implementar. Ver Tabla No 2 y No 3

4. Análisis de Resultados

Los análisis de causalidad establecidas en los diagramas causa-efecto, desarrollado durante las reuniones junto con los líderes de proceso tiene un enfoque principal en los planos constructivos. Estos documentos tales como planos de taller y montaje, salidas del proceso de diseño, representan un documento clave, en el sistema de aseguramiento de la calidad de cualquier proyecto de construcción civil, especialmente de estructura metálica, sin embargo la percepción descrita por los líderes de procesos en relación a los principales PNC más recurrentes, corresponde a que los problemas de calidad y por ende elementos estructurales fuera de especificación, principalmente radican en problemas provenientes en los planos tanto del cliente o los elaborados internamente en EMECON S.A, percepción obtenida de igual manera con la encuesta autodiagnóstico.

Tabla 2 Matriz 5W-2H Página 1

PLAN DE ACCION : MATRIZ 5W - 2H						
OBJETIVO: Minimización de los PNC (Productos No Conformes) en el proceso de Montaje.						Pg1-2
FECHA DE VIGENCIA: 30 NOV 2016						
Que Hacer	Por qué hacerlo	Como Hacerlo	Quien Debe Hacerlo	Donde Hacerlo	Cuando Hacerlo	Cuánto vale Hacerlo
Procedimiento PR-DIS-50-2 (Manual de Dibujo)	Estandarizar los Planos de Taller y Montaje elaborados por EMECON S.A	Reuniones Periódicas elaborando borradores con los ajustes necesarios al procedimiento, revisando las sugerencias de otros procesos misionales, teniendo como referencia aspectos normativos NTC y código AISC, aprobación, socialización, despliegue y seguimiento.	Coordinador de Diseño- Karen Poveda	Instalaciones Planta EMECON S.A, Sala de Junta	2 horas semanales a partir del mes de Septiembre 2016, fecha limite 31 Enero 2017	Horas Hombre, Horas Internet, Energía Eléctrica, Papelería, depreciación Equipo Computo \$600.000
Entrenamiento a Personal de Dibujo en Modelamiento 3D TEKLA-CONSTRUSOFT	Prevenir los errores y optimizar los tiempos de elaboración de planos	Entrenamiento Básico a cada dibujante con el director de Diseño y entrenamiento con programa de formación y certificación con CONSTRUSOFT	Director de Diseño- Camilo Patiño	Instalaciones Planta EMECON S.A, Aulas Multiplex	2 Horas Semanales en formación a partir de Noviembre 2016 junto con el Director de Diseño fecha limite 31 enero 2017 y formación y certificación Con Construsoft en el Primer Semestre 2017	Horas Hombre, Horas Internet, Energía Eléctrica, depreciación Equipo Computo \$ 3.000.000, Costo Curso y Certificación Construsoft para 6 dibujantes \$9.000.000
Instructivo con parámetros y recomendaciones de control en el proceso de montaje	Prevenir instalaciones incorrectas en el proceso de montaje	Reuniones Periódicas elaborando borradores con los ajustes necesarios, revisando sugerencias de los otros procesos misionales, teniendo en consideración los aspectos de la norma NSR2010 y código de práctica estándar AISC, socialización y seguimiento.	Director de Proyecto- Laura Ayala	Instalaciones Planta EMECON S.A, Sala de Junta	2 horas semanales a partir del mes de Noviembre 2016, fecha limite 31 Enero 2017	Horas Hombre, Horas Internet, Energía Eléctrica, depreciación Equipo Computo \$900.000
Retroalimentación Periódica de los PNC encontrados en el Proceso de Montaje	Aprendizaje de Errores y ajustes o implementación de nuevas acciones de mejora en todos los procesos misionales	Retroalimentación mediante Grupo Whatapps y Reuniones Periódicas bajo análisis causa efecto, reunión con los proveedores causantes de PNC y actualización de la matriz 5W-2H junto con todos los directores de área y gerencia general	Director Control Calidad- Fabián Pérez	Instalaciones Planta EMECON S.A, Aulas Multiplex	A partir de Junio 2016 retroalimentación semanal a grupo de Whatapps de fabricación y retroalimentación Trimestral a proceso de diseño, reuniones semestrales a partir de septiembre con proveedores de causantes de PNC y a partir de noviembre 2016 reuniones semestrales de PNC, reunión general desarrollada en 3 horas.	Horas Hombre, Horas Internet, Energía Eléctrica, depreciación Equipo Computo, Refrigerio para Reuniones \$600.000

PROGRAMADO
REALIZADO
EN CURSO
RETARDO
NO RELIZADO

Tabla 3 Matriz 5W-2H Página 2

PLAN DE ACCION : MATRIZ 5W - 2H						
OBJETIVO: Minimización de los PNC (Productos No Conformes) en el proceso de Montaje.						Pg2-2
FECHA DE VIGENCIA: 30 NOV 2016						
Que Hacer	Por qué hacerlo	Como Hacerlo	Quien Debe Hacerlo	Donde Hacerlo	Cuando Hacerlo	Cuánto vale Hacerlo
Adquisición de Equipos de Medición en Obra Niveletas Topográficas, Distanciometros Laser y Niveletas Laser	Prevenir instalaciones incorrectas en el proceso de montaje y realizar levantamiento óptimo para evidenciar inconsistencia en información del cliente en relación a estructuras existentes	Compra de 6 unds Niveles Laser, distanciometros laser y 3 unds Niveletas topográficas	Directores de Proyectos- Nicolás Guzmán	Escritorio de Jefe de Compras, Instalación Planta EMECON S.A	Fecha limite Adquisición de Equipos y calibración 31 Enero 2017	6 unds Niveles Laser \$3.200.000, 6 unds distanciometros Laser \$ 1.300.000 y 3 Unds Niveletas Topográficas \$4650000
Formación y Certificación de competencias en interpretación de Planos y manejo básico de visor de modelos 3D Tekla al personal Fabricación y Montaje	Prevenir ensambles y armados erróneos en el proceso de fabricación e instalaciones incorrectas en montaje.	Formación en interpretación de planos BASICO mediante SENA, Formación Interpretación de Planos Avanzada y manejo de visor de Tekla y enfocada a planos de EMECON dictada por el proceso de diseño y certificación final con SENA	Director de Fabricación- Rafael Beltrán	Instalaciones Planta EMECON S.A, Aulas Multiplex	2 Horas Semanales en Formación a partir de Febrero 2016, Interpretación de planos Básica SENA mes de febrero 2017, Interpretación e planos avanzada enfoque a planos de EMECON S.A agosto 2016 y certificación con SENA MARZO 2017	Horas Hombre, Horas Internet, Energía Eléctrica, depreciación Equipo Computo, Refrigerio \$ 900.000
Disponibilidad de Tablets para manejo de visor 3D en campo, tanto en planta de Fabricación y Montaje	Prevenir ensambles erróneos en fabricación e instalaciones inadecuadas en montaje	Compra 6 unds de Tablets, bajo configuración que permita manejar el visor 3D de TEKLA	Gerente General- Fabio Guzmán	Instalaciones Planta EMECON S.A, Escritorio Jefe de Copras	Fecha limite Adquisición de Equipos y calibración 31 Enero 2017	6 unds de Tablets \$9.000.000
Formación y Certificación de competencias en metrología personal Fabricación y Montaje	Prevenir instalaciones incorrectas en el proceso de montaje	Formación y Certificación con el SENA en Metrología	Director Sistema Integrado- Adriana Moreno	Instalaciones Planta EMECON S.A, Aulas Multiplex	2 horas semanales a partir del mes de Noviembre 2016, fecha limite formación SENA 31 Enero 2017 y certificación SENA Marzo 2017	Horas Hombre, Horas Internet, Energía Eléctrica, depreciación Equipo Computo, Refrigerios, Papelería \$900.000

PROGRAMADO
REALIZADO
EN CURSO
RETARDO
NO RELIZADO

Por consiguiente las malas interpretaciones en los planos por personal operativo, problemas con desviaciones dimensionales en Fabricación o izajes incorrectos en el proceso de montaje, adicionalmente a los problemas de formación y capacitación técnica del personal operativo, puede ser consecuencia o resultado de falencias en la estandarización en los planos de taller y montaje, desarrollados por el proceso de diseño, como principal razón para argumentar lo anterior, es que cada dibujante tiene parámetros diferentes en la elaboración de los dibujos, lo que ratifica el problema de estandarización, causa raíz identificada en común en los diferentes diagramas causa-efecto construidos, indicando finalmente potenciales procedimientos de dibujo desactualizados y/o pendientes de ajustarse a las necesidades y requerimientos actuales de EMECON S.A.

Es posible que los planos se encuentren construidos siguiendo parámetros normativos NTC 1687, NTC 1777, NTC 1697, NTC1960 y NTC1993, sin embargo a pesar de la importancia de ajustar el procedimiento de dibujo de EMECON S.A, bajo los lineamientos de las normas técnicas de dibujo, es fundamental ajustarlos a las necesidades específicas de EMECON S.A, especialmente definiendo pautas en la elaboración de los planos, que faciliten principalmente la interpretación, donde la mayoría del personal operativo presenta conocimiento empírico y formación académica en parámetros de dibujo deficiente.

Adicionalmente las demoras en las entregas de los planos en los tiempos programados, es otro asunto de discusión, debido a que los tiempos contractuales deben respetarse, por lo tanto si el proceso de diseño incumple constantemente con los tiempos establecidos, fabricación y montaje deben someter a sus procesos a tiempos de producción muy limitados, siendo el tiempo variable esencial para la calidad de las operaciones constructivas.

Otro aspecto es que el Software adquirido por EMECON S.A en los últimos años, para desarrollar la elaboración de planos a partir de modelamiento TEKLA 3D, herramienta que agiliza los tiempos de elaboración de planos, facilita la interpretación de los proyectos de estructura metálica para su validación en diseño y posterior fabricación y

montaje, en la actualidad se encuentra desaprovechada, posiblemente por personal limitado competente en su manejo y constante rotación de personal, siendo los programas BIM como el TEKLA la tendencia a nivel mundial en la elaboración de planos constructivos [4], y herramienta para control y seguimiento de proyectos de construcción en todas sus etapas.

Por otro lado es importante establecer que el capital humano tal como lo relacionan algunos autores [5] es fundamental en una empresa de construcción y la interrelación con el personal operativo a partir de retroalimentaciones, capacitaciones y estandarización de procesos, implican factores estratégicos para EMECON S.A, debido a que la mayoría de las actividades operativas dependen totalmente de las habilidades y destrezas del personal que las desarrolla.

Finalmente es importante consolidar las acciones de mejora en una matriz de planificación 5W-2H, herramienta de planificación que permite a la organización formalizar con cada plan de acción (a) el que se va hacer, (b) porque hacerlo,(c)como hacerlo, (d) quien debe hacerlo, (e) donde hacerlo, (f) cuando hacerlo y finalmente el (g) cuánto vale hacerlo, facilitando de esta manera el despliegue y seguimiento de ejecución, de las acciones de mejora estructuradas.

5. Conclusiones

Según el análisis causa-efecto, el proceso de diseño y la elaboración de planos de fabricación y montaje a partir de modelamientos BIM-3D, representan un factor estratégico para EMECON S.A, implementación de acciones de mejora, inversión y asignación de recursos en este proceso, repercute directamente en el mejoramiento general en los procesos misionales de la organización.

La estandarización de los procesos y capacitación permanente del personal, son factores estratégicos en el mejoramiento continuo de organizaciones como EMECON S.A, dentro del sector de la construcción, debido en primera instancia a las operaciones y actividades totalmente dependientes de las destrezas y habilidades del capital humano y

segundo a la constante rotación del personal clave en este sector.

Retroalimentaciones periódicas de los productos no conformes en EMECON S.A y metodología de análisis desarrollada a partir de esta información, se convierten en una herramienta de mejoramiento continuo, a partir de la experiencia adquirida por los errores cometidos y por ende fuente originadora de nuevos análisis de causas- efectos y exploraciones de nuevas acciones de mejora a implementar.

f. Recomendaciones

EMECON S.A y sus procesos misionales deberían gestionar la implementación de los planes de acción estructurados en la matriz de panificación 5W-2H y realizar seguimiento periódico para evaluar la eficacia y eficiencia de las acciones de mejora mediante indicadores.

La matriz de panificación de acciones de mejora 5W-2H, debe ser constantemente verificada y actualizada, es decir deben tener fecha de vigencia, obligando a que en cada retroalimentación de PNC, se proceda a actualizar la información histórica de ocurrencia de los PNC y por consiguiente analizar si hay variaciones radicales en la ocurrencia de los PNC, sus causas y finalmente en la efectividad de las acciones de mejora implementadas, siguiendo los principios del ciclo PHVA.

Desarrollar posteriormente un estudio descriptivo, bajo la misma metodología implementada, pero teniendo como punto de referencia los Sobrecostos más representativos en la ocurrencia de los PNC y no solo por la cantidad y numero de ocurrencia de los PNC encontrados en el proceso de montaje, para evidenciar finalmente cuales son los PNC más influyentes en costos y por ende en la rentabilidad de la organización y no solo en su ocurrencia como se desarrolló en este estudio, con principalmente enfoque en la percepción de la calidad.

g. Bibliografía

[1].Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente NSR-10 (2010)

[2].Kume H. (2002), Herramientas Estadísticas Básicas para el Mejoramiento de la Calidad, Editorial Norma, Bogota.

[3]. Shariffah Zatil Hidayah Syed Jamaludin, Mohammad Fadhil Mohammad, Khairani Ahmad.(2014) Enhancing the Quality of Construction Environment by Minimizing the Cost Variance. Procedia Social and Behavioral Sciences. Vol No 153; p. 70 -78.

[4].T, Sri Kalyan, Puyan A. Zadeh, Sherly Staub-French, Thomas M. Froese. (2016). Construction Quality Assessment using 3D as-builts Models Generated with Project Tango. Procedia Engineering Vol No 145; P.1416-1423.

[5]. Lidelöw, Helena and Simu, Kajsa (2015) Understanding construction contractors and their operations strategies. Procedia Economics and Finance. Vol No 21; p. 48-56.

[6]. Pérez, F.A (2016), Estructuración de planes de acción de mejora que promuevan la reducción de los PNC (Productos no Conformes) encontrados en el proceso de montaje de EMECON S.A. Universidad Libre, Bogotá, Colombia.