

**Universidad del Valle de Guatemala
Facultad de Ingeniería**

Departamento de Ingeniería Industrial



**PROPUESTA DE UN PLAN DE MEJORA
EN LA PRODUCCIÓN DE TUBOS DE CONCRETO
EN UNA PLANTA UBICADA EN CHIMALTENANGO**

Trabajo de Graduación presentado
por Jaime Daniel Rosas Montejo para optar al grado
académico de Licenciado en Ingeniería Industrial

**Guatemala
2012**

**“PROPUESTA DE UN PLAN DE MEJORA
EN LA PRODUCCIÓN DE TUBOS DE CONCRETO
EN UNA PLANTA UBICADA EN CHIMALTENANGO”**

**Universidad del Valle de Guatemala
Facultad de Ingeniería**

Departamento de Ingeniería Industrial

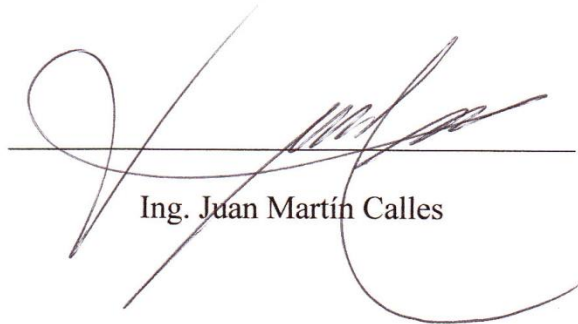


**PROPUESTA DE UN PLAN DE MEJORA
EN LA PRODUCCIÓN DE TUBOS DE CONCRETO
EN UNA PLANTA UBICADA EN CHIMALTENANGO**

Trabajo de Graduación presentado
por Jaime Daniel Rosas Montejo para optar al grado
académico de Licenciado en Ingeniería Industrial

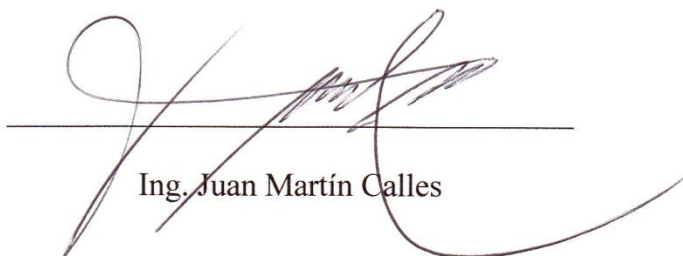
**Guatemala
2012**

Vo. Bo.

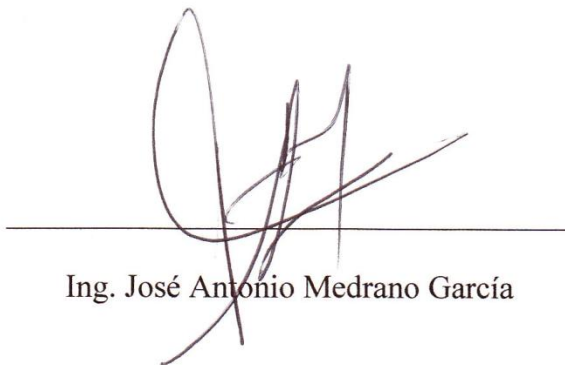


Ing. Juan Martín Calles

Tribunal examinador



Ing. Juan Martín Calles



Ing. José Antonio Medrano García



Ing. Carlo Vinicio Prato Córdoba

Fecha de aprobación: Guatemala, 11 de enero de 2012

ÍNDICE

LISTA DE TABLAS Y GRÁFICAS.....	vii
LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES	viii
RESUMEN.....	ix
I INTRODUCCIÓN	1
II JUSTIFICACIÓN	3
III OBJETIVOS.....	4
A. Generales.....	4
B. Específicos	4
IV. METODOLOGÍA	5
V. SITUACIÓN ACTUAL DE LA EMPRESA.....	6
A. Descripción del producto	6
B. Descripción del proceso actual.....	7
C. Análisis del personal	10
D. Análisis de la producción y demanda.....	14
1. Producción actual versus capacidad máxima de producción.....	14
2. Demanda actual versus capacidad máxima de producción.....	14
3. Producción proyectada versus demanda proyectada	15
4. Comparación de la producción versus la demanda	15
VI PROPUESTA GENERALIZADA DE MEJORA	17
VII ANÁLISIS PRODUCTIVO DE LA PROPUESTA	18
A. Descripción de proceso propuesto.....	18
VIII ANÁLISIS ADMINISTRATIVO DE LA PROPUESTA	22
A. Organigrama	22
B. Descriptores de puesto	24
C. Plan de capacitación.....	30
D. Desempeño esperado con la implementación de la propuesta	32
IX. ANÁLISIS FINANCIERO DE LA PROPUESTA	34
A. Inversión Inicial	35
B. Costos de los próximos cinco años	36
C. Punto de Equilibrio	37
D. Tasa Interna de Retorno del proyecto	39
X CONCLUSIONES.....	42
XI RECOMENDACIONES.....	43
XII BIBLIOGRAFÍA.....	44
XIII ANEXOS.....	45

LISTA DE TABLAS Y GRÁFICAS

Tabla 1: Detalles del proceso	9
Tabla 2: Diagrama de procesos bimanual.....	11
Tabla 3: Calificaciones de los operarios.....	12
Tabla 4: Comportamiento histórico de la producción	14
Tabla 5: Comportamiento histórico de la demanda	15
Tabla 6: Porcentajes de crecimiento.....	15
Tabla 7: Proyecciones de la producción y la demanda.....	15
Tabla 8: Comportamiento histórico y proyectado de la producción y la demanda.....	15
Tabla 9: Detalles del proceso propuesto.....	21
Tabla 10: Métodos de capacitación	31
Tabla 11: Técnicas seleccionadas de los métodos de capacitación propuestos	31
Tabla 12: Calificaciones esperadas de los operarios	32
Tabla 13: Costos del año 2010	34
Tabla 14: Inversión Inicial	35
Tabla 15: Costos de producción con la nueva maquinaria	36
Tabla 16: Costos de los próximos cinco años.....	37
Tabla 17: División de los costos.....	37
Tabla 18: Punto de Equilibrio	38
Tabla 19: Estado de caja de los próximos cinco años	40
Tabla 20: Valor Actual Neto de las utilidades.....	40
Tabla 21: Tasa Interna de Retorno	41
Tabla 22: Costo unitario por año	41
Gráfica 1: Comportamiento histórico y proyectado de la producción y la demanda.....	16
Gráfica 2: Punto de Equilibrio.....	38

LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES

Ilustración 1: Diagrama de operaciones del proceso actual de producción	8
Ilustración 2: Diagrama de recorrido actual de la producción de tubos de concreto	9
Ilustración 3: Diagrama de operaciones del proceso propuesto de producción	19
Ilustración 4: Diagrama de recorrido del proceso propuesto de producción	20
Ilustración 5: Organigrama propuesto	23
Cuadro 1: Descriptor de puesto de Gerente de Planta	25
Cuadro 2: Descriptor de puesto de Encargado de Materia Prima	26
Cuadro 3: Descriptor de puesto de Encargado de Producción.....	27
Cuadro 4: Descriptor de puesto de Encargado de Almacenaje.....	28
Cuadro 5: Descriptor de puesto de Auxiliar de Producción	29

RESUMEN

Este trabajo de graduación se basa en la realización y análisis de una propuesta de un plan de mejora en la producción de tubos de concreto en una planta ubicada en Chimaltenango. Se llevó a cabo en primera instancia un diagnóstico de la situación actual de la empresa Prefabricados de Concreto S.A., el cual reveló grandes problemas en el área de producción de tubos de concreto. Por tal razón se planteó una propuesta que incluyera el análisis de cuatro grandes áreas, siendo éstas la administrativa, financiera, logística y productiva.

En el análisis administrativo de la propuesta, se buscó determinar qué tanto mejoraría el desempeño de los empleados si se crearan herramientas que permitiesen un mejor manejo de la empresa en términos organizacionales. De dicha propuesta se encontró que el desempeño promedio de los empleados podría llegar a aumentar hasta un 19.34%, lo que representaría que se estaría superando el objetivo propuesto de tener un aumento mínimo de 15% en el desempeño de los empleados si se crearan instrumentos administrativos.

Por otra parte, el área de producción sí fue un tema que se pudo desarrollar a profundidad, ya que se permitió por parte de la compañía un mejor acceso a la información relacionada con dicho aspecto, de tal manera que se pudo realizar una propuesta para un diseño de planta que permitiera a la empresa mejorar sus procesos respecto a la forma en que los lleva a cabo en la actualidad. También se hizo un análisis referente al estudio de tiempos y movimientos, el cual reveló que si se mejorara el área de producción de tubos de concreto, se alcanzaría la meta establecida de reducir en un 15% el tiempo de producción ya que se estimó que dicho tiempo sería mejorado hasta en un porcentaje 62.72%.

Posteriormente se llevó a cabo un sencillo análisis financiero que permitiera conocer si con la instalación de nueva maquinaria se podrían reducir los costos de producción un 10%. Con dicho análisis se estimó que con la nueva maquinaria el costo de producción de un tubo de concreto sería de Q41,86, lo cual es un 8,32% más barato que el costo actual que es de Q45,66. Sin embargo, con dicho porcentaje de ahorro no se logra cumplir con el objetivo de

disminuir en al menos un 10% el costo de producción de los tubos de concreto.

Luego, el análisis crítico reveló que si se llega a realizar una Inversión Inicial de Q3.883.383,60 en maquinaria y equipo nuevo para la producción de tubos de concreto, se tendría luego de cinco años una tasa interna de retorno 31,65%, la cual es superior a la TMAR, que tiene un valor de 5,50% según el Banco de Guatemala el día 27 de octubre de 2011.

En cuanto al análisis logístico no se pudo desarrollar algún tema en específico ya que la empresa Prefabricados de Concreto S.A. no permitió que se tuviera acceso a la información relacionada con sus canales de distribución o niveles de inventario, lo que imposibilitó totalmente la realización de cualquier estudio logístico.

I. INTRODUCCIÓN

La planta ubicada en el departamento de Chimaltenango es actualmente una de las empresas líderes en la producción, venta y distribución de materiales para la construcción en toda Guatemala. Su historia comienza, cuando en Chimaltenango no había un solo lugar en donde se vendieran materiales para la construcción, por lo que en 1960, el fundador de la empresa montó su primer local, convirtiéndose en un éxito total.

En esa misma década, se observa nuevamente una oportunidad de negocio al notar que las construcciones en el lugar eran de adobe y caña. Con mucho entusiasmo se empezó a dar a conocer los materiales de construcción que podían servir para mejorar las obras, lo cual le sirvió a la empresa para extender sus ventas a ciudades vecinas. En la década de los 70's, se instala la primera máquina para hacer blocks y junto con ella, se inicia la fabricación de tubos de concreto de diversos diámetros.

En la actualidad la compañía es una de las empresas líderes en su ramo a nivel nacional, contando con enormes instalaciones y máquinas capaces de producir hasta 50,000 blocks por día y una demanda en alza de tubos de concreto de distintos diámetros que la compañía no puede dar abasto. La fábrica en la que se realizó este trabajo de graduación se denomina "Prefabricados de Concreto S.A.". Este nombre es ficticio y sirve para representar a una empresa nacional con una planta de producción de tubos de concreto en el departamento de Chimaltenango, la cual facilitó toda la información para realizar este estudio pero también solicitó que su nombre no trascendiera en este informe.

Al analizar la situación de la empresa, se detectó que dentro del proceso actual que se lleva a cabo en la producción de tubos de concreto existen debilidades importantes que deben ser mejoradas, como es el caso del uso de maquinaria obsoleta y la falta de división del trabajo. Así mismo se tiene la oportunidad de que mejorando las operaciones de mezclado, fabricación y almacenaje llevadas a cabo en Prefabricados de Concreto S.A. se pueda satisfacer la demanda actual de tubos de concreto, que tiene un promedio anual en los últimos cinco años de 40.835 unidades y cuya capacidad máxima de producción es de 36.000 tubos, dando de esta manera lugar a una propuesta de un plan de mejora en la producción de tubos de concreto, la cual incluye nueva maquinaria y personal calificado para la realización de las distintas operaciones.

Este trabajo de graduación consiste en un estudio del proceso de fabricación de tubos de concreto circulares, huecos y alargados que unidos de forma correcta pueden formar tuberías continuas, ideales para el manejo de aguas residuales y pluviales. Es importante mencionar que el proceso actual de producción de tubos de concreto en Prefabricados de Concreto S.A. se realiza con maquinaria obsoleta que utiliza mezcladoras, carretillas y una máquina giroprensadora que para operar necesita de muchos trabajadores. Se hace también, una mención especial de que todos los valores numéricos que se refieren a datos monetarios, han sido modificados en este estudio con el objetivo de salvaguardar la confidencialidad financiera de la empresa.

II. JUSTIFICACIÓN

Se considera de gran importancia la realización de este trabajo por la generación de una propuesta de un plan de mejora en la producción de tubos de concreto en una planta ubicada en Chimaltenango. Dicha propuesta se hizo con el fin de mejorar los procesos y aumentar el nivel productivo de la planta por medio de la modernización del área productiva de Prefabricados de Concreto S.A., logrando así conseguir una mejora en la producción y cubrir la demanda actual que tiene de tubos de concreto, cuya falta de equipo apropiado genera un costo de oportunidad importante para la empresa por no atender la demanda actual.

Así mismo, es conveniente considerar que este trabajo busca apoyar el crecimiento y expansión de esta empresa a nuevos mercados en el sector de la construcción utilizando los conocimientos y herramientas aprendidos a lo largo de carrera de Ingeniería Industrial en la Universidad del Valle de Guatemala.

III. OBJETIVOS

A. Generales

- Plantear y analizar una propuesta de mejora en la producción de tubos de concreto en una planta ubicada en Chimaltenango.

B. Específicos

- Con el estudio de campo determinar los beneficios de la actualización del área productiva de tubos de concreto de la empresa para que alcancen como mínimo un 10% en la disminución de costos y un 15% en la disminución del tiempo de producción.
- Proponer procesos administrativos que permitan conocer los factores más importantes para la gestión del talento humano por competencias y que permita a la empresa contar con el personal adecuado para realizar las distintas tareas de producción de tubos de concreto, alcanzando una mejora del 15% en el desempeño actual de los empleados.

IV. METODOLOGÍA

Se utilizaron en primera instancia los conocimientos y técnicas aprendidos en cursos recibidos a lo largo de la carrera de Ingeniería Industrial, como valor presente neto, proyección financiera, Therblings, el Sistema Westinghouse, diagramas de flujo, recorrido y bimanual, etc. Con tales conocimientos, se analizaron datos históricos del área de producción de la compañía, los cuales evidenciaron la tendencia de dicho sector y revelaron las primeras propensiones a futuro de Prefabricados de Concreto S.A. La metodología utilizada, comprende una serie de pasos que se detallan a continuación:

- **Paso 1:** se realizaron observaciones directas del funcionamiento de los procesos actuales en la producción de tubos de concreto y entrevistas a miembros del personal de dicha área.
- **Paso 2:** se hizo una filtración de la información recolectada, con el fin de desechar todos aquellos datos que no fuesen de utilidad para este estudio y archivar aquellos que permitirán la realización de una propuesta de un plan de mejora en la producción de tubos de concreto en la planta ubicada en Chimaltenango.
- **Paso 3:** se continuó con el análisis de la información recolectada, lo cual sirvió para realizar la propuesta del plan de mejora y en consecuencia buscar las mejores soluciones para los problemas de la empresa.
- **Paso 4:** se consideraron diversas opciones para solucionar los problemas en la producción de tubos de concreto, pero con el análisis respectivo de los recursos y la viabilidad de dichas alternativas se fueron descartando aquellas que no se ajustaran a las necesidades de esta empresa, conduciéndonos así al plan de mejora presentado en este trabajo de graduación.

Cabe destacar que las conclusiones y recomendaciones de este trabajo están planteadas respecto a los cambios sugeridos que están y estarán realizándose en el área de producción de tubos de concreto de Prefabricados de Concreto S.A. durante y después de la realización del presente trabajo de graduación. Así mismo, están enfocadas a la sostenibilidad y apoyo al crecimiento y expansión de la empresa a nuevos mercados, por medio de la modernización de los procesos relacionados con la producción de tubos de concreto.

V. SITUACIÓN ACTUAL DE LA EMPRESA

En la actualidad, Prefabricados de Concreto S.A. es una empresa líder en la producción de productos para la construcción. Sus plantas de fabricación de blocks, losas, barreras, etc., son testimonio del alcance y liderazgo de la compañía. Sin embargo, la división de tubos de concreto ha sido un área que no se ha desarrollado adecuadamente a lo largo de su historia y ha sido desatendida en muchos aspectos, por tal razón el análisis de la situación actual de la empresa que se presenta a continuación, está enfocado única y exclusivamente a la división de tubos de concreto de dicha compañía.

Cabe resaltar, que los datos utilizados para la realización del presente trabajo de graduación, fueron obtenidos por medio de la compañía en donde se realizó el estudio, aplicando la metodología anteriormente mencionada. Con ello se llegó a la determinación de cambiar los aspectos que hacen que la división de tubos de concreto no pueda ser eficiente en la producción de dicho prefabricado.

Considerando las metas planteadas por la empresa y las necesidades particulares de la división de tubos de concreto, se desea cambiar aspectos importantes de la producción, entre los cuales se encuentra la sustitución de la maquinaria actual por una más nueva y eficiente que permita disminuir el tiempo de ciclo necesario para completar las tareas de cada uno de los procesos y reducir los costos en los que se incurre para producir un tubo de concreto hoy en día.

También se desea cambiar la organización y forma en la que los operarios realizan su trabajo a lo largo de la jornada laboral, con el fin de que exista una división clara del trabajo que permita al empleado alcanzar una especialización de las tareas que lleva a cabo y en consecuencia mejorar su desempeño global. Finalmente, se presentará una propuesta de un plan de mejora en la producción de tubos de concreto que cumpla con los objetivos planteados al inicio del presente estudio.

A. Descripción del producto

Los tubos de concreto fabricados por Prefabricados de Concreto S.A. se definen por la empresa como elementos prefabricados de sección circular, huecos y alargados, elaborados con concreto y que provistos de un sistema de unión adecuado forman una tubería continua con el objetivo de conducir aguas residuales y pluviales recolectadas, evitando así inundaciones y encharcamientos. Son ideales para las exigencias de alcantarillados y drenajes pluviales para proyectos residuales,

comerciales e industriales. También cuentan con la importante característica de ser impermeables. Son producidos con un diámetros de 12, 16, 20, 24 y 36 pulgadas con la longitud estándar de 100 centímetros o aproximadamente 40 pulgadas y están hechos de concreto ordinario. (Ver Anexo A)

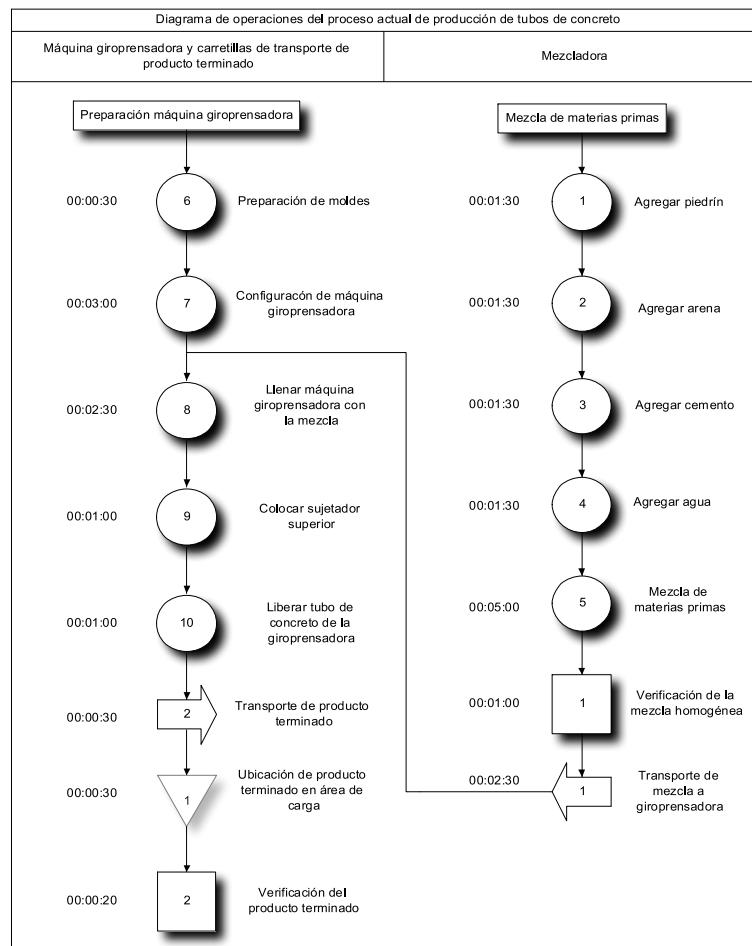
B. Descripción del proceso actual

La fabricación de este prefabricado pasa por tres procesos diferentes, en los cuales se cuenta con la participación de seis personas, cuyos puestos son operativos y llevan a cabo todas las tareas. Es importante mencionar que estos trabajadores no tienen una especialización determinada en alguna actividad de la línea de producción de tubos de concreto. El proceso actual se divide en las siguientes etapas:

- **Etapas 1:** se realiza la mezcla de todas las materias primas, las cuales son pedrín, arena, agua y cemento. Este proceso requiere de la asistencia de los seis trabajadores del área de producción, ya que son ellos quienes tienen que llenar la mezcladora con todos los elementos requeridos para la elaboración de tubos de concreto. Esta tarea consume mucho tiempo de trabajo y también cansa físicamente a los empleados ya que utilizan mucha de su energía, lo que provoca una disminución gradual en su desempeño y eficiencia durante la jornada laboral.
- **Etapas 2:** se lleva a cabo una inspección de la mezcla, la cual utiliza como base las observaciones que los operarios puedan hacer del material en cuestión, es decir que la inspección no utiliza ninguna herramienta o método científico que permita establecer con certeza la calidad de la mezcla. Si no se detecta ningún defecto o irregularidad en la mezcla, se procede al traslado de todo el material hacia la máquina giroprensadora. Este procedimiento se realiza de forma manual, consumiendo una vez más una gran cantidad de tiempo y recurso humano que podría emplearse de mejor manera.
- **Etapas 3:** comienza con la preparación de la giroprensadora, la cual es una máquina antigua y que con el paso del tiempo se ha convertido en obsoleta, lo que ha provocado que muchas de las piezas que se arruinan ya no puedan ser sustituidas con repuestos originales. La preparación lleva un tiempo considerable si se toma en cuenta que necesita ser ajustada cada vez que se desea producir un tubo de concreto con un diámetro diferente al del que se estaba fabricando.

- **Etapa 4:** empieza con la elaboración de tubos de concreto. Esta etapa es la que mayor automatización tiene en la actualidad, pero también la que más tiempo lleva para realizar su trabajo, lo cual la convierte en el cuello de botella de la actual línea de producción.
- **Etapa 5:** da inicio cuando los primeros tubos de concreto salen de la máquina giroprestadora, para luego ser transportados por una carretilla operada por un empleado, que los lleva hasta el área de carga, en donde se realiza una última inspección previo a que se sean transportados al área de fraguado, ubicada en una instalación cercana que es propiedad de Prefabricados de Concreto S.A. y desde donde se inicia la distribución de tubos de concreto a toda Guatemala una vez estos se han endurecido.

Ilustración 1: Diagrama de operaciones del proceso actual de producción

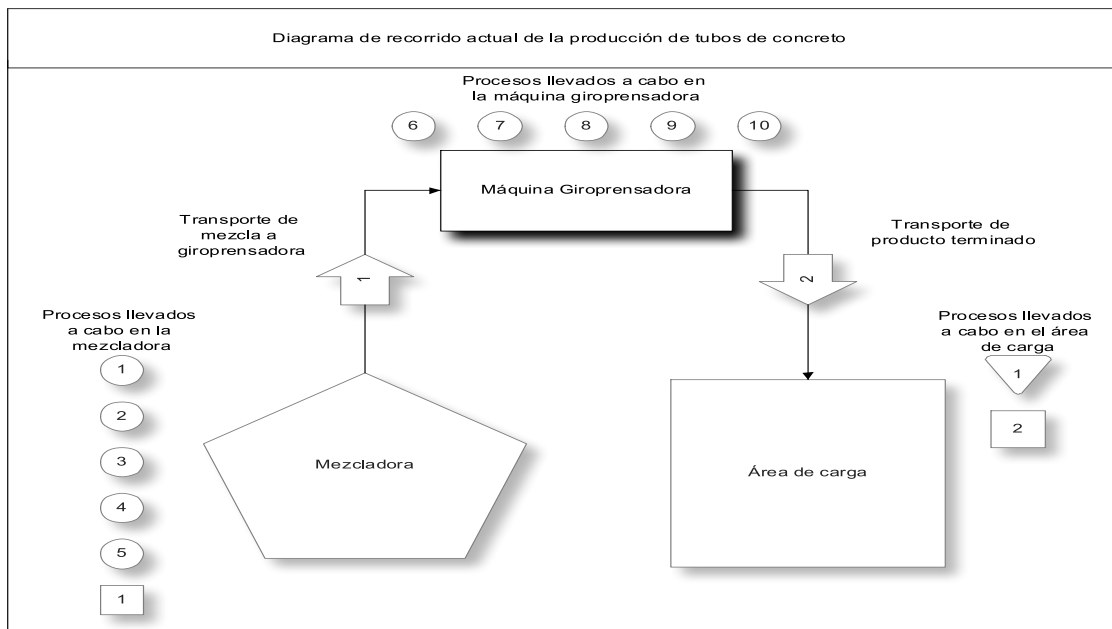


Continuación Ilustración 1

EVENTO	CANTIDAD	TIEMPO (SEG.)	TIEMPO (MIN.)
Operaciones	10	1400	23,33
Inspecciones	2	80	1,33
Transporte	2	180	3,00
Almacenamiento	1	30	0,50
TOTALES	15	1690	28,17

Nota: los tiempos de producción representan un ciclo del sistema, es decir la capacidad máxima de la línea de producción de hacer tubos de concreto antes de volver a empezar dicho ciclo desde el primer proceso.

Ilustración 2: Diagrama de recorrido actual de la producción de tubos de concreto

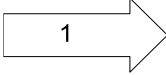

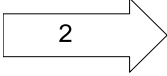
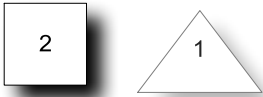


Nota: esta es una representación de la vista aérea del recorrido actual en el área producción de tubos de concreto. Escala no aproximada.

Tabla 1: Detalles del proceso

Proceso de mezclado	
----------------------------	--

Continuación Tabla 1

Traslado de mezcla a máquina Giroprensadora	
Proceso de fabricación	
Traslado de Giroprensadora a área de almacenaje	
Proceso de almacenaje	

Como se observa en la Ilustración 1 e Ilustración 2, las diez operaciones llevadas a cabo en el proceso actual, se realizan durante el mezclado de materia prima y la fabricación de tubos de concreto, por lo que el análisis y estudio de dichos procesos adquiere una mayor importancia que el resto, ya que para alcanzar el objetivo de mejorar el desempeño general de los trabajadores, y reducir tiempos y costos de producción es necesario que los dichos procesos sean hechos de forma más eficiente.

C. Análisis del personal

En la actualidad, los empleados que se encargan de realizar las diversas tareas que involucran la fabricación de tubos de concreto no tienen asignadas tareas que les permitan dividirse el trabajo y ser más eficientes; en lugar de esto ellos realizan las tareas de forma desorganizada y aleatoria, lo que provoca confusión y errores que aumentan el tiempo de ciclo o la probabilidad de realizar una actividad de forma incorrecta y que se llegue a un punto en el que se deba repetir un proceso.

Las herramientas utilizadas para la medición del desempeño laboral de los trabajadores del área de planta de Prefabricados de Concreto S.A. son los Therblings de Gilbreth que según el libro Ingeniería Industrial: Métodos, estándares y diseño del trabajo, en su duodécima edición de Nievels B. y Freivals A., su propósito es examinar las acciones y actitudes de un empleado al momento de

realizar su trabajo. Dicha herramienta fue combinada con el Sistema Westinghouse, que según el libro anteriormente citado, es utilizada para brindar calificaciones de desempeño a los empleados, tomando en cuenta cuatro factores, siendo estos: habilidad, esfuerzo, condiciones y consistencia.

En el particular caso de los empleados encargados de fabricar tubos de concreto, se realizaron seis pruebas de desempeño (una prueba por cada empleado del área de producción de tubos de concreto). También es importante aclarar que dadas las condiciones en la que los trabajadores realizan sus tareas en la actualidad, las evaluaciones de desempeño demostraron que al final de la jornada laboral, los seis operarios han realizado todas las tareas que se pueden llevar a cabo en la producción de tubos de concreto, por lo que a continuación se presenta la prueba de desempeño como un resultado único para los seis empleados pero posteriormente se muestra la Tabla 3 con calificaciones individuales de los operarios.

Tabla 2: Diagrama de procesos bimanual

Operación:	Fabricación de tubo de concreto	Parte:	Situación actual
Número del operarios:	6	Fecha:	17 de Julio del 2011
Evaluador:	Jaime Daniel Rosas Montejo	Método:	Actual

Descripción mano izquierda	Símbolo	Tiempo (seg)	Tiempo (seg)	Símbolo	Descripción mano derecha
Agarrar pala	G	4	4	UD	Retraso inevitable
Colocar piedrín en la mezcladora	A	90	90	A	Colocar piedrín en la mezcladora
Mover pala hasta la ubicación de arena	M	4	4	M	Mover pala hasta la ubicación de arena
Colocar arena en la mezcladora	A	90	90	A	Colocar arena en la mezcladora
Mover pala hasta la ubicación de cemento	M	4	4	M	Mover pala hasta la ubicación de cemento
Colocar cemento en la mezcladora	A	90	90	A	Colocar cemento en la mezcladora
Soltar pala	RL	4	4	UD	Retraso inevitable
Agarrar manguera	G	4	4	UD	Retraso inevitable
Utilizar manguera para agregar agua a la mezcla	U	90	90	U	Utilizar manguera para agregar agua a la mezcla
Soltar manguera	RL	4	4	UD	Retraso inevitable
Retraso inevitable	UD	300	300	UD	Retraso inevitable
Retraso inevitable	UD	60	60	I	Inspeccionar mezcla
Mover mezcla a la giroprensadora	M	150	150	M	Mover mezcla a la giroprensadora
Sujeta carrito transportador	G	8	8	G	Sujeta carrito transportador
Preparación de moldes	AD	30	30	AD	Preparación de moldes
Configuración de máquina giroprensadora	AD	180	180	AD	Configuración de máquina giroprensadora
Llenado de máquina giroprensadora con mezcla	U	150	150	U	Llenado de máquina giroprensadora con mezcla
Libera molde en transportadora	RL	60	60	RL	Libera molde en transportadora
Mueve molde debajo de maquinaria	M	4	4	UD	Retraso inevitable
Sujeta barra seguridad	G	4	4	UD	Retraso inevitable

Continuación Tabla 2

Descripción mano izquierda	Símbolo	Tiempo (seg)	Tiempo (seg)	Símbolo	Descripción mano derecha
Gira mando de contrapeso	M	10	10	M	Gira mando de contrapeso
Retraso inevitable	UD	8	8	U	Llenado de materia prima con espátula
Alcanza más materia prima	RE	4	4	RE	Alcanza más materia prima
Retraso inevitable	UD	10	10	U	Llenado de materia prima con espátula
Gira mando de contrapeso	M	10	10	M	Gira mando de contrapeso
Coloca sujetador superior	A	60	60	A	Coloca sujetador superior
Llenado de materia prima con espátula	U	6	6	U	Llenado de materia prima con espátula
Retraso inevitable	UD	6	6	U	Agrega agua
Gira mando de contrapeso	UD	10	10	M	Gira mando de contrapeso
Retira sujetador superior	M	60	60	M	Retira sujetador superior
Libera tubo de concreto de giro prensadora	RL	60	60	RL	Libera tubo de concreto de giro prensadora
Libera barra de seguridad	RL	30	30	RL	Libera barra de seguridad
Retraso inevitable	UD	30	30	M	Mueve carro transportador
Retraso inevitable	UD	20	20	I	Inspecciona producto terminado
Mueve carretilla de almacenaje	M	30	30	M	Mueve carretilla de almacenaje
Libera molde de tubo	RL	6	6	RL	Libera molde de tubo
Tiempo Total		1690	1690		Tiempo Total

Tabla 3: Calificaciones de los operarios

Operario	1		2		3	
	Calificación	% Equivalente	Calificación	% Equivalente	Calificación	% Equivalente
Habilidad	C1	6%	D	0%	C1	6%
Esfuerzo	B2	8%	C1	5%	C2	2%
Consistencia	C	1%	C	1%	D	2%
Condiciones	C	2%	C	2%	D	4%
Operario	4		5		6	
	Calificación	% Equivalente	Calificación	% Equivalente	Calificación	% Equivalente
Habilidad	A2	13%	E2	-10%	C2	3%
Esfuerzo	B2	8%	C1	5%	C2	2%
Consistencia	B	3%	D	0%	C	1%
Condiciones	B	4%	C	2%	C	2%
Operario	1		2		3	
	Calificación	% Equivalente	Calificación	% Equivalente	Calificación	% Equivalente
Promedio de rendimiento	Excelente	117%	Bueno	108%	Bueno	114%
Operario	4		5		6	
	Calificación	% Equivalente	Calificación	% Equivalente	Calificación	% Equivalente
Promedio de rendimiento	Ideal	128%	Promedio	97%	Bueno	108%

Tomando en cuenta los cuatro factores anteriormente citados (habilidad, esfuerzo, consistencia y condiciones) podemos concluir lo siguiente de cada uno de ellos:

- **Habilidad:** según el libro *Ingeniería Industrial: Métodos, estándares y diseño del trabajo*, en su duodécima edición de Nievels B. y Freivals A., se define como la destreza para seguir un método dado y después relacionarla con la experiencia que se demuestra mediante la coordinación adecuada entre la mente y las manos. Dada esta definición, se puede decir que los empleados tienen poca habilidad para realizar sus tareas, lo cual disminuye su desempeño y aumenta la probabilidad de que comenten un error.
- **Esfuerzo:** según el libro anteriormente citado, se define esfuerzo como una demostración de la voluntad para trabajar de manera eficaz; siendo ésta la definición de esfuerzo, se puede determinar que los empleados realizan sus tareas con mucha voluntad pero que esta misma determinación de cumplir con sus deberes hace que se cansen y que en lugar de hacer su trabajo de forma eficaz, lo hagan con dificultad y problemas.
- **Consistencia:** nuevamente el libro *Ingeniería Industrial: Métodos, estándares y diseño del trabajo*, en su duodécima edición de Nievels B. y Freivals A., no indica que se define consistencia como la estabilidad del trabajador para realizar una tarea de forma continua. En este factor es importante que se consideren aspectos que cambian de forma constante, como lo es el desgaste de las herramientas utilizadas para realizar una tarea. Sin embargo existe un grado de tolerancia en cuanto a este factor, el cual no debe exceder una calificación de B, ya que si bien los aspectos externos que afectan el desempeño de un empleado son importantes, también es cierto que la persona puede adquirir las aptitudes necesarias para que su trabajo sea consistente.
- **Condiciones:** en cuanto a las condiciones, el libro *Ingeniería Industrial: Métodos, estándares y diseño del trabajo*, en su duodécima edición de Nievels B. y Freivals A., las define como los aspectos que afectan al trabajador al momento de realizar su trabajo. Dichos aspectos son la temperatura, la ventilación, la luz y el ruido; para otorgar una calificación a los empleados en cuanto a las condiciones de trabajo en las que se encuentran, es necesario analizar el área que lo rodea, ya que este factor no es algo que pueda controlar el empleado. Por tal razón, se otorgaron calificaciones a cada uno de ellos con base en la naturaleza misma de la tarea que realizan y se determinó que la temperatura, la ventilación, la luz y el ruido no eran aspectos que afectarían significativamente a los empleados del área de producción de tubos de concreto.

En Prefabricados de Concreto S.A., se ha realizado una tarea exhaustiva de mejora de métodos y herramientas administrativas de la empresa. Tal esfuerzo le ha servido a la compañía para mejorar sus operaciones en distintas divisiones, pero en la actualidad la división de producción de tubos de concreto carece de muchos instrumentos básicos y sumamente útiles para la industria y su administración. Dicha carencia se ve reflejada en las calificaciones de desempeño de los seis empleados del área de producción, ya que su puntuación dista mucho de ser la ideal para un operario que se esfuerza mucho en realizar su trabajo y consigue pobres resultados a cambio. Es por eso que la creación de herramientas que puedan resultar útiles y aumenten del desempeño de los empleados es una de las mayores necesidades de la división de tubos de concreto. Dichas herramientas en consideración son la elaboración de un nuevo organigrama del área de producción de tubos de concreto, los descriptores de puesto de los empleados de dicha sección y un plan de capacitación para el uso de la maquinaria a utilizarse en la fabricación del prefabricado en estudio.

D. Análisis de la producción y demanda

Utilizando los datos pertenecientes a la demanda de tubos de concreto que la compañía ha tenido a lo largo de los últimos cinco años, se presenta el siguiente análisis:

1. Producción actual versus capacidad máxima de producción. En la actualidad la división de tubos de concreto de la empresa tiene instalada una capacidad máxima de producción de 36.000 tubos al año. Con dicha capacidad, se ha estado produciendo cerca del cien por ciento de lo que se puede producir, lo cual se observa en la siguiente tabla:

Tabla 4: Comportamiento histórico de la producción

2006	2007	2008	2009	2010
35.640	35.793	35.764	35.893	35.797

2. Demanda actual versus capacidad máxima de producción. Conociendo que la capacidad instalada en la división de tubos de concreto es de 36.000 tubos, se observa queda esta se queda corta a partir del año 2007, en donde la demanda total de tubos de concreto superó por primera vez a la oferta que se tenía, la cual se ha ido quedando cada vez más pequeña con el paso del tiempo, como se muestra en la tabla que se presenta a continuación:

Tabla 5: Comportamiento histórico de la demanda

2006	2007	2008	2009	2010
35.640	37.319	40.492	43.581	47.146

3. Producción proyectada versus demanda proyectada. Si se mantiene el comportamiento de la producción y la demanda actual, se obtienen los siguientes porcentajes de crecimiento anual:

Tabla 6: Porcentajes de crecimiento

Porcentaje de crecimiento de la producción	Porcentaje de crecimiento de la demanda
0,11%	7,26%

Con dichos porcentajes de crecimiento anual se pronostica que para los próximos cinco años se tendrían las siguientes tendencias productivas y de demanda:

Tabla 7: Proyecciones de la producción y la demanda

	2011	2012	2013	2014	2015
Proyección de la producción	35.836	35.876	35.915	35.955	35.994
Proyección de la demanda	50.569	54.240	58.178	62.401	66.932

4. Comparación de la producción versus la demanda. Como ya se mencionó, la capacidad máxima de producción que la división de tubos de concreto de la compañía tiene en la actualidad, es de 36.000 tubos anuales, mientras que la demanda promedio de los últimos cinco años alcanza un total de 40.625 tubos, número que crecerá según las proyecciones de la demanda presentadas en la Tabla 7. Por otra parte, el promedio de los últimos cinco años de producción, indica que esta ha estado en los 35.777 y no se vislumbra que en el futuro vaya a crecer de forma importante si se mantiene la actual maquinaria. De tal manera que al realizar la comparación de la producción con la demanda se pueden observar los siguientes resultados:

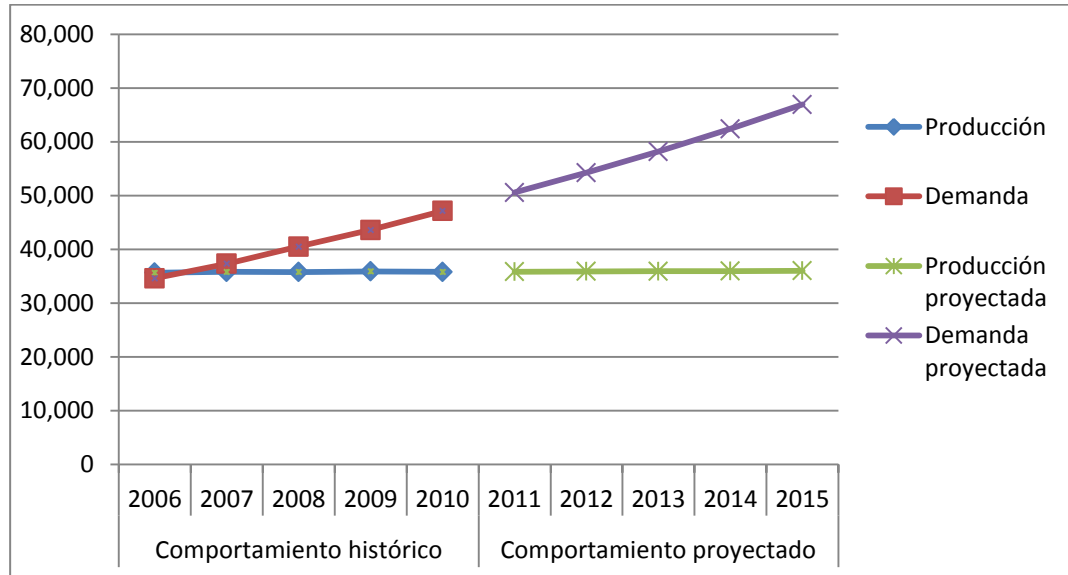
Tabla 8: Comportamiento histórico y proyectado de la producción y la demanda

		Producción	Demanda
Comportamiento histórico	2006	35.640	34.589
	2007	35.793	37.319
	2008	35.764	40.492
	2009	35.893	43.581
	2010	35.797	47.146

Continuación Tabla 8

		Producción	Demanda
Comportamiento proyectado	2011	35.836	50.569
	2012	35.876	54.240
	2013	35.915	58.178
	2014	35.955	62.401
	2015	35.994	66.932

Gráfica 1: Comportamiento histórico y proyectado de la producción y la demanda



Como muestra la Tabla 8 y la Gráfica 1, la demanda sobrepasa a la producción y la capacidad máxima de la planta, por lo que la realización de una propuesta de un plan de mejora en la producción de tubos de concreto queda justificada.

VI. PROPUESTA GENERALIZADA DE MEJORA

Prefabricados de Concreto S.A. es una empresa en busca del crecimiento y expansión a nuevos mercados. Se sabe también que su margen de mejora es amplio, en especial cuando se trata de divisiones de la empresa que no han podido ser mejoradas y desarrolladas tecnológicamente y administrativamente, como si lo han hecho en otras áreas. Por tal razón se proponen una serie de objetivos que resuelvan los problemas en la producción de tubos de concreto de esta compañía.

Se propone en primer lugar, determinar los beneficios de la actualización del área productiva de tubos de concreto de la empresa para que alcancen como mínimo un 10% en la disminución de costos y un 15% en la disminución del tiempo de producción. Con este primer objetivo, se tiene en mente un enfoque de excelencia en la producción y diseño de Prefabricados de Concreto S.A.

Luego se establece como segundo objetivo, el enfoque de excelencia en la administración de fabricación de tubos de concreto. Con esto se busca estandarizar los procesos administrativos que permitan conocer los factores más importantes para la gestión del talento humano por competencias y que permita a la empresa contar con el personal más adecuado para realizar las distintas tareas de producción de tubos de concreto, alcanzando una mejora del 15% en el desempeño actual de los empleados.

Se hace mención de que si bien la propuesta está dirigida a la producción y administración del área de producción de tubos de concreto, en el plan de mejora no se descarta el análisis financiero, pero si se debe considerar que su estudio se hace con menor profundidad, esto es así porque la apertura a esta información de la empresa, no fue tan accesible como con los factores productivos y administrativos de la misma, pero con la información de campo recolectada y proporcionada abiertamente por la empresa, fue suficiente para realizar una propuesta de un plan de mejora generalizado en el área de producción de tubos de concreto de una planta ubicada en Chimaltenango y que cumpla con los objetivos del presente trabajo de graduación.

VII. ANÁLISIS PRODUCTIVO DE LA PROPUESTA

Para la división de tubos de concreto se considera de vital importancia que el tiempo de ciclo de la producción se reduzca. Por tal razón, se desea alcanzar el objetivo de disminuir dicho tiempo en un 15%, considerando los diversos problemas de la empresa, así como los recursos con los que cuenta para poder enfrentarlos y solucionarlos, de tal cuenta que logre mejorar sus procesos de producción.

Una mejora tecnológica al área de producción de tubos de concreto puede lograr alcanzar el objetivo anteriormente descrito. En consecuencia se debe realizar la compra de nueva maquinaria que sustituya a la actual, para lo cual la máquina K-2000, serie 3 de Vifesa (Ver Anexo B) resulta ideal y se analiza a continuación desde el punto de vista de la Ingeniería de Métodos.

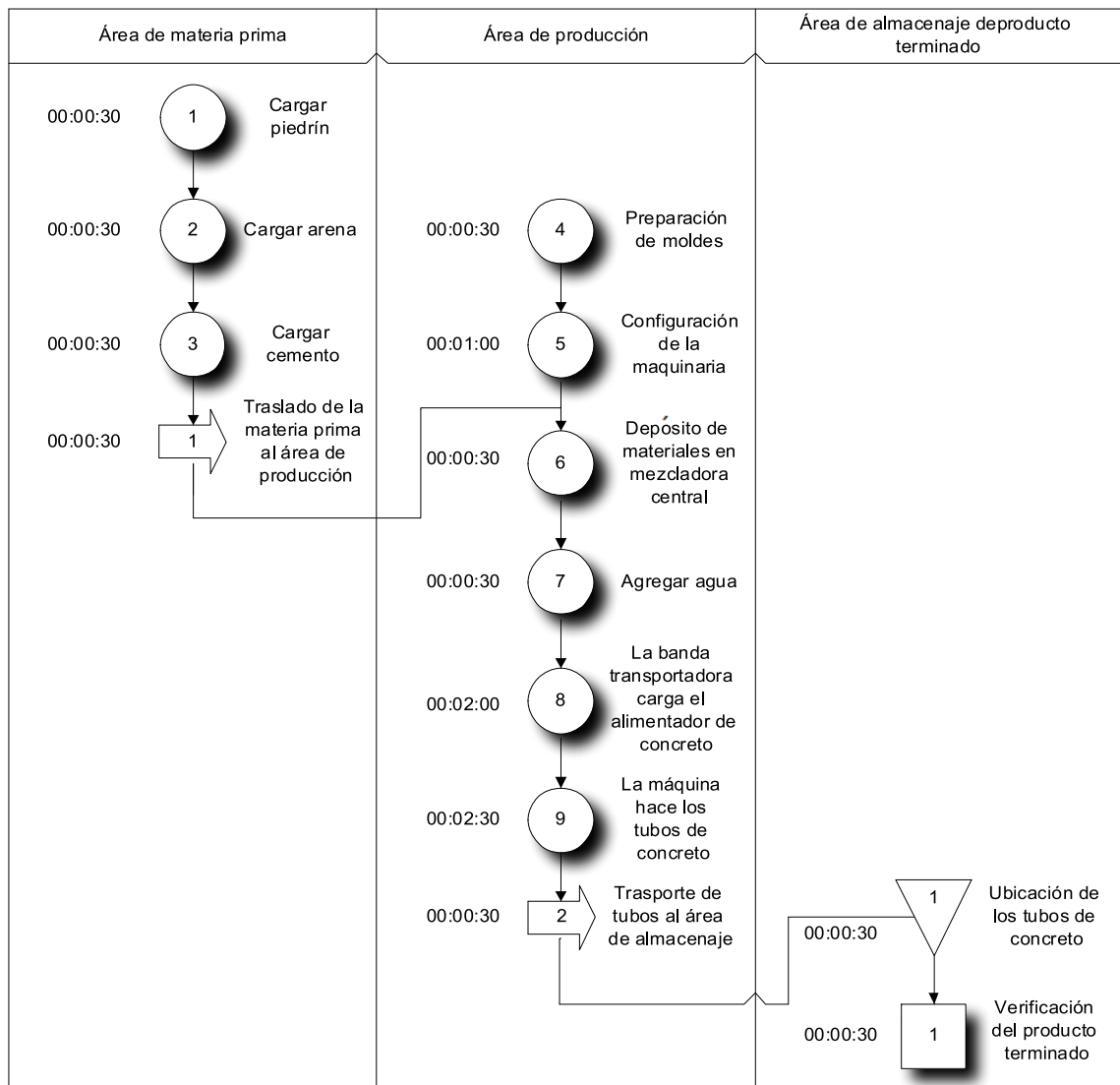
A. Descripción de proceso propuesto

La fabricación de este prefabricado pasaría por tres procesos diferentes, en los cuales se tendría la participación directa de cuatro personas, cuyos puestos son operativos y llevarían a cabo tareas específicas en la elaboración de tubos de concreto. El proceso propuesto se dividirá en las siguientes etapas:

- **Etapas 1:** al comienzo, el Encargado de Materia Prima se dirigiría al área de almacenaje de los materiales, en donde con ayuda de un montacargas trasladaría desde dicha ubicación la materia prima hasta el área de producción de tubos de concreto.
- **Etapas 2:** una vez en ese lugar, se depositaría cada uno de los materiales requeridos para la fabricación de tubos de concreto en una mezcladora central que haciendo uso de mediciones estima la cantidad de mezcla que debe emplear para fabricar un tubo de concreto con las características que un determinado cliente requiere. Cabe señalar que el Encargado de Materia Prima no moverá ni manipulará agua desde un punto a otro ya que la maquina cuenta con el equipo complementario que se encarga de agregar el agua que se requiera a la mezcla de piedrín, arena y cemento.
- **Etapas 3:** posteriormente, una banda transportadora hará el traslado de la mixtura hasta el alimentador de concreto de la máquina K-2000, serie 3 de Vifesa, la cual es operada por el Encargado de Producción.

- **Etapa 4:** una vez que la mezcla se encuentra en el alimentador este la irá dando gradualmente a dicha máquina para que pueda fabricar los tubos que se le requieren.
- **Etapa 5:** luego de un breve momento, la máquina libera los tubos de concreto recién hechos, para que luego el Encargado de Almacenaje los traslade utilizando un montacargas hasta el área de carga, en donde los camiones de la empresa pasaran recibiendo el producto terminado para transportarlos hasta las instalaciones en donde los tubos de concreto realizan el proceso de fraguado.

Ilustración 3: Diagrama de operaciones del proceso propuesto de producción



Continuación Ilustración 3

EVENTO	CANTIDAD	TIEMPO (SEG.)	TIEMPO (MIN.)
Operaciones	9	510	8,5
Inspecciones	1	30	0,5
Transporte	2	60	1
Almacenamiento	1	30	0,5
TOTALES	13	630	10,5

Nota: los tiempos de producción representan un ciclo del sistema, es decir la capacidad máxima de la línea de producción de hacer tubos de concreto antes de volver a empezar dicho ciclo desde el primer proceso.

Ilustración 4: Diagrama de recorrido del proceso propuesto de producción

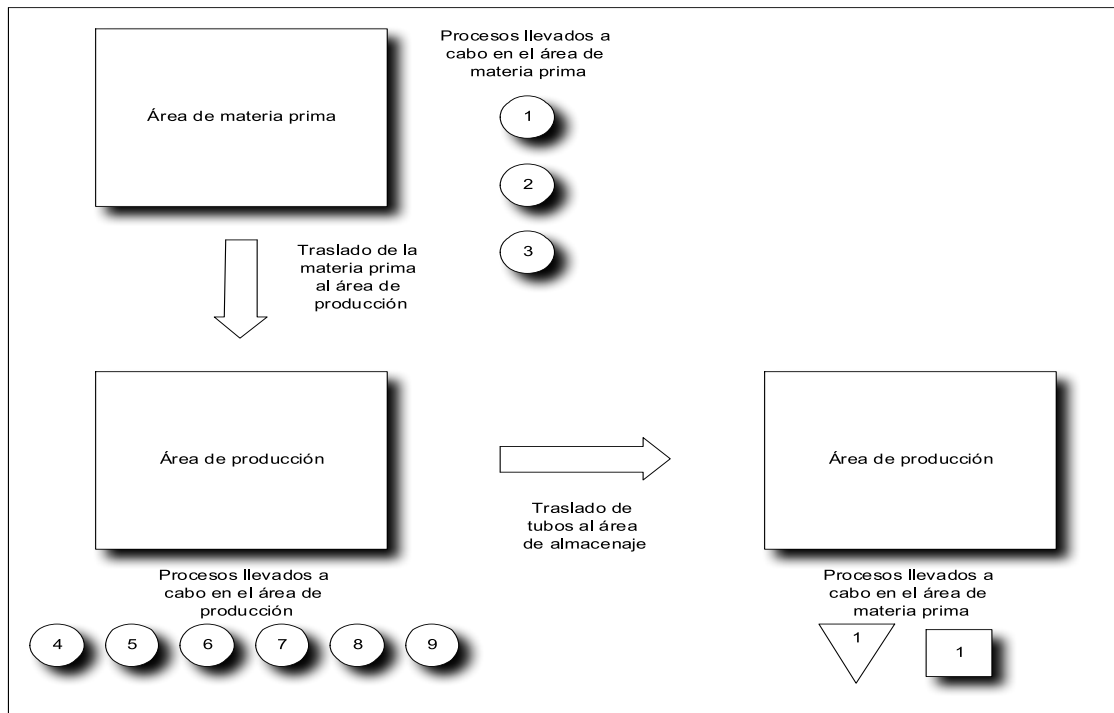
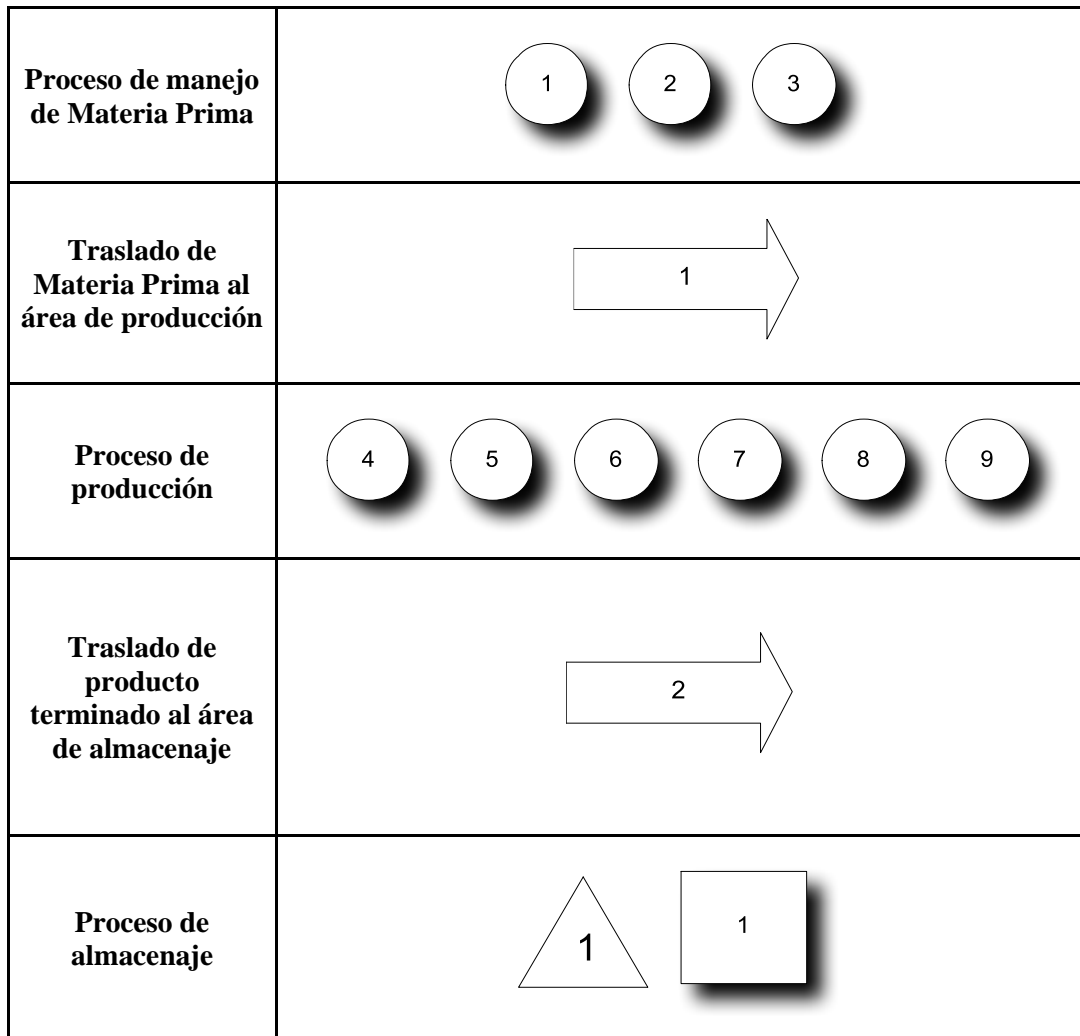


Tabla 9: Detalles del proceso propuesto

Como se observa en la Ilustración 3 e Ilustración 4, el número de operaciones pasaría de diez a nueve en el proceso propuesto y se estarían llevando a cabo durante los procesos de manejo de materia prima y el de producción de tubos de concreto. Dichos procesos son los que mayor grado de automatización adquirirían y por consecuencia se esperaría que el tiempo requerido para realizar ambas tareas se vea disminuido considerablemente. Por lo tanto, si se compara el tiempo de ciclo de la maquinaria actual, que fue de 28.17 minutos o 1630 segundos, con el tiempo de ciclo que tendría la maquinaria propuesta, de 10.5 minutos o 630 segundos, se hace evidente la superioridad de la máquina K-2000, serie 3 de Vifesa. Dichos resultados, muestran una mejora de aproximadamente 62.72% respecto al tiempo en que se completa un ciclo de producción actualmente, lo que convierte a la propuesta de un plan de mejora en una alternativa atractiva de llevar a cabo para modernizar y actualizar la producción de tubos de concreto.

VIII. ANÁLISIS ADMINISTRATIVO DE LA PROPUESTA

Para alcanzar una mejora en el desempeño de los empleados, se comenzó por analizar los factores administrativos que más influencia tienen en ellos. Dichos factores están relacionados con la falta de una estructura organizacional actualizada en la división de tubos de concreto, programas de capacitación para los empleados y descriptores de puestos que limiten las responsabilidades y obligaciones de cada trabajador del área de producción.

A. Organigrama

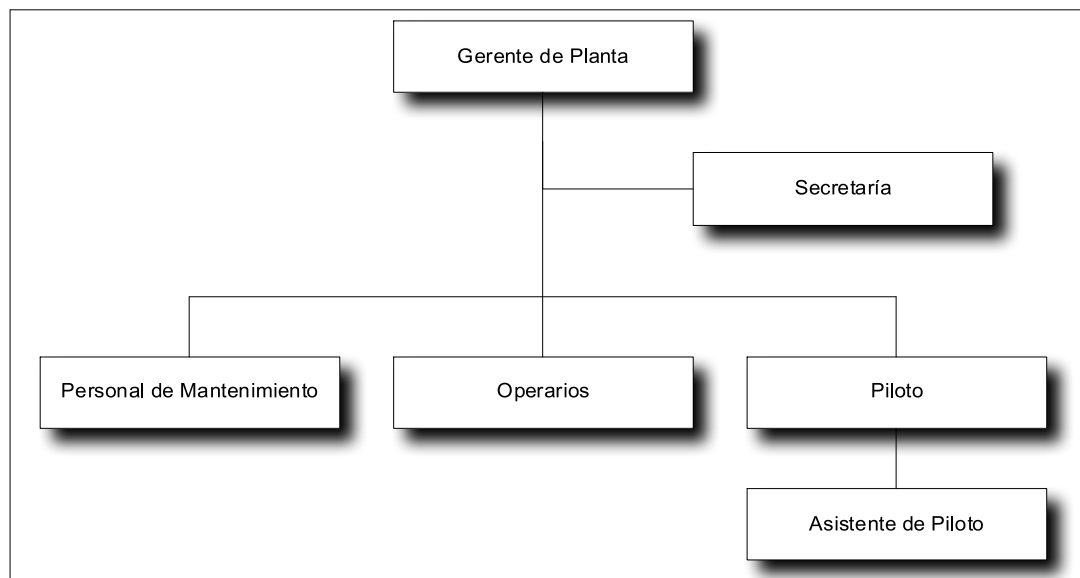
Una vez que se identificaron los aspectos administrativos más relevantes para mejorar el desempeño de los trabajadores del área de producción de tubos de concreto, se procedió a realizar la estructura organizacional. Según el libro *Administración* en su décima edición de Robbins S. y Coulter M., la estructura organizacional puede mostrarse visualmente en un organigrama, el cual tiene muchos propósitos como: dividir el trabajo a realizarse en tareas específicas y departamentos, asignar tareas y responsabilidades asociadas con puestos individuales, coordinar diversas tareas organizacionales, agrupar puestos en unidades, establecer relaciones entre individuos, grupos y departamentos, establecer líneas formales de autoridad y asignar y utilizar recursos de la organización. Con la idea anteriormente mencionada, se dio inicio a la realización del organigrama del área de producción de tubos de concreto.

La forma de organigrama seleccionada, es la departamentalización por funciones, ya que según el libro *Administración* en su décima edición de Robbins S. y Coulter M., este esquema agrupa los puestos de acuerdo a sus funciones, lo cual viene a ser la estructura ideal para el área de producción de tubos de concreto. El análisis realizado para llegar al organigrama propuesto está basado en la naturaleza de la industria en estudio, ya que en el caso de una empresa dedicada a la producción de un solo tipo de producto, la departamentalización por funciones funciona mejor que la departamentalización geográfica, por productos, por procesos y por clientes. Así mismo, en dicho texto se mencionan algunas ventajas de la departamentalización funcional, las cuales son: eficiencia a partir de agrupar especialidades similares y personas con habilidades, conocimientos y orientación comunes, coordinación dentro del área funcional y alta especialización. Sin embargo también se señalan desventajas como: mala comunicación entre áreas funcionales y visión limitada de los objetivos organizacionales.

Luego de decidir la forma de organigrama que se emplearía, se procedió a encontrar todos los puestos que forman parte de la división. Dicha información sobre las plazas de trabajo fue proporcionada por la compañía y reveló los siguientes puestos: empleado de mantenimiento, gerente de planta, secretaria, piloto, asistente de piloto y operario. Posteriormente, se comenzó a analizar el actual organigrama de la división de tubos de concreto, el cual también fue brindado por la empresa. En él se pudo observar que no existen muchos de los puestos que forman parte en la actualidad de la división de tubos de concreto, por lo que la elaboración de un nuevo organigrama se convertía en una necesidad primaria para la empresa. (Ver Anexo C)

Considerando lo anteriormente dicho, el organigrama propuesto para la división de tubos de concreto sería el siguiente:

Ilustración 5: Organigrama propuesto



Como se observa en la Ilustración 5, todas las plazas de trabajo que existen en la actualidad en la división de tubos de concreto aparecen ahora en el organigrama por lo que el primer efecto de esta herramienta administrativa es el mostrar claramente las dependencias que existen entre los miembros del personal de la división.

Con la inclusión de todo el personal a la estructura organizacional de la empresa se tiene ahora una representación clara de la cadena de mando en la división de tubos de concreto. Según el libro *Administración* en su décima edición de Robbins S. y Coulter M., la cadena de mando es la línea de

autoridad que se extiende de los niveles más altos de la organización hacia los más bajos, lo cual especifica quién le reporta a quién.

Con la cita anterior, se puede concluir que la creación de una cadena de mando apoyada por el organigrama, brindará al área productiva de tubos de concreto una mejor comunicación y fluidez de la información relacionada con la toma de decisiones del gerente. También se debe considerar que el organigrama ayudará a realizar una especialización y división del trabajo, lo que indudablemente aumentará el desempeño del personal del área de producción.

B. Descriptores de puesto

Luego de la creación del organigrama, se procedió a la realización de los descriptores de puesto del área de producción de tubos de concreto. Para desarrollar tal herramienta, se empleó la información y los datos relevantes recolectados para la elaboración del organigrama. Se hace mención de que algunos puestos de la División de Tubos de Concreto ya cuentan con un descriptor de puesto realizado por la compañía. Dichos puestos son aquellos que resultan más relevantes e importantes para la empresa o son plazas que se repiten con bastante frecuencia y cuyos descriptores han sido desarrollados para otras divisiones pero pueden ser empleados para cualquier trabajador sin importar el área en que trabaje en la empresa. Los puestos de la división de tubos de concreto que ya cuentan con un descriptor de puesto son: secretaria, piloto, asistente de piloto y personal de mantenimiento.

El desarrollo de dicho instrumento es de suma importancia y ayuda para mejorar el desempeño de los trabajadores, ya que como menciona el libro *Administración de Recursos Humanos* en su quinta edición de Chiavenato I., la descripción del cargo es un proceso que consiste en enumerar las tareas o funciones que lo conforman y lo diferencian de los demás cargos de la empresa; es la enumeración detallada de las funciones o tareas del cargo (qué hace el ocupante), la periodicidad de la ejecución (cuándo lo hace), los métodos aplicados para la ejecución de la funciones o tareas (cómo lo hace) y los objetivos del cargo (por qué lo hace); básicamente es hacer un inventario de los aspectos significativos del cargo y de los deberes y responsabilidades que comprende. Con el anterior concepto en mente, se llevó a cabo un descriptor de puestos para el gerente de planta y para los cuatro puestos en los que se subdivide en la presente propuesta el puesto de operario (Encargado de Materia Prima, Encargado de Producción, Encargado de Almacenaje y Auxiliar de Producción).

Cuadro 1: Descriptor de puesto de Gerente de Planta

Ubicación administrativa	División de tubos de concreto
Puesto	Gerente de Planta
Categoría	Productivo
Depende de:	-
Supervisa a:	Dirección Productiva y Dirección Técnica

DESCRIPCIÓN GENERAL

Es la persona encargada de la supervisión y control en el área de producción de tubos de concreto. Debe encargarse también de desempeñar tareas que ayuden a la toma de decisiones y que solucionen problemas en su área de competencia. Finalmente, le corresponde llevar a cabo labores que sirvan de apoyo al Gerente de Planta.

FUNCIONES DEL PUESTO

- Asignar las funciones y responsabilidades a cada una de las personas de su área.
- Regular los inventarios de materia prima y producto terminado.
- Eliminar el movimiento innecesario de materia prima y producto terminado.
- Optimizar el uso del espacio dentro de la planta.
- Entregar reportes al Gerente de Planta sobre las actividades y tareas llevadas a cabo durante la jornada.
- Controlar y supervisar los procesos de producción de tubos de concreto.
- Atender las solicitudes del personal a su cargo.

EDUCACIÓN Y FORMACIÓN

- Graduado de Nivel Universitario con conocimientos de la carrera de Ingeniería Industrial, Ingeniería Administrativa o Administración de Empresas.
- Experiencia de 5 años o más en un puesto similar.
- Conocimientos informáticos de paquetes como Microsoft Office y programas similares.
- Bilingüe (Español e Inglés)

HABILIDADES

- Manejo de grupos de trabajo
- Liderazgo
- Toma de decisiones
- Capacidad de organización, planeación y coordinación
- Actitud dinámica
- Trabajo bajo presión

REQUISITOS FÍSICOS

- 70% del trabajo será de pie en el área de producción de tubos de concreto.
- 30% del trabajo se realizará en oficina.

CONDICIONES DE TRABAJO

- Ambiente ruidoso en área de producción y silencioso en oficina.

Cuadro 2: Descriptor de puesto de Encargado de Materia Prima

Ubicación administrativa	División de tubos de concreto
Puesto	Encargado de Materia Prima
Categoría	Productivo
Depende de:	Gerente de Planta
Supervisa a:	Ninguno

DESCRIPCIÓN GENERAL

Es la persona encargada de realizar el manejo y traslado de materia prima desde el área de almacenaje de la misma hasta el área de producción en el momento que se requiera realizar dicha acción. También debe realizar tareas de apoyo hacia las actividades del Encargado de Producción cuando sea requerido.

FUNCIONES DEL PUESTO

- Trasladar la materia prima desde el área de descarga hasta el área de producción.
- Apoyar en la eliminación del movimiento innecesario de materia prima.
- Apoyar en la optimización del uso del espacio dentro de la planta.
- Manejar la materia prima evitando la merma.

EDUCACIÓN Y FORMACIÓN

- Graduado de Nivel Diversificado.
- Experiencia en manejo de montacargas.
- Conocimientos matemáticos y razonamiento básico.

HABILIDADES

- Toma de decisiones
- Manejo de montacargas
- Trabajo bajo presión
- Capacidad de organización

REQUISITOS FÍSICOS

- 80% del trabajo se hará utilizando un montacargas.
- 20% del trabajo se hará de pie en área de descarga de materia prima o en área de producción

CONDICIONES DE TRABAJO

- Ambiente ruidoso en área de producción y silencioso en área de descarga.

Cuadro 3: Descriptor de puesto de Encargado de Producción

Ubicación administrativa	División de tubos de concreto
Puesto	Encargado de Producción
Categoría	Productivo
Depende de:	Gerente de Planta
Supervisa a:	Ninguno
DESCRIPCIÓN GENERAL	
Es la persona encargada de realizar los manejos y controles de la maquinaria empleada para la producción de tubos de concreto.	
FUNCIONES DEL PUESTO	
<ul style="list-style-type: none"> • Manejar y controlar la maquinaria empleada para la producción de tubos de concreto. 	
EDUCACIÓN Y FORMACIÓN	
<ul style="list-style-type: none"> • Graduado de Nivel Diversificado. • Experiencia en manejo de maquinaria pesada. • Conocimientos matemáticos y razonamiento básico 	
HABILIDADES	
<ul style="list-style-type: none"> • Toma de decisiones • Manejo de maquinaria pesada • Trabajo bajo presión 	
REQUISITOS FÍSICOS	
<ul style="list-style-type: none"> • 100% del trabajo se hará utilizando la maquinaria para producir tubos de concreto. 	
CONDICIONES DE TRABAJO	
<ul style="list-style-type: none"> • Ambiente ruidoso en área de producción. 	

Cuadro 4: Descriptor de puesto de Encargado de Almacenaje

Ubicación administrativa	División de tubos de concreto
Puesto	Encargado de Almacenaje
Categoría	Productivo
Depende de:	Gerente de Planta
Supervisa a:	Ninguno

DESCRIPCIÓN GENERAL

Es la persona encargada de realizar el traslado y manejo de los tubos de concreto ya terminados del área de producción hasta el área de carga. También debe realizar tareas de apoyo hacia las actividades del Encargado de Producción cuando sea requerido.

FUNCIONES DEL PUESTO

- Trasladar los tubos de concreto ya terminados del área de producción al área de carga.
- Apoyar en la eliminación del movimiento innecesario de producto terminado.
- Apoyar en la optimización del uso del espacio dentro de la planta.
- Manejar los tubos de concreto evitando la merma.

EDUCACIÓN Y FORMACIÓN

- Graduado de Nivel Diversificado.
- Experiencia en manejo de montacargas.
- Conocimientos matemáticos y razonamiento básico.

HABILIDADES

- Toma de decisiones
- Manejo de montacargas
- Trabajo bajo presión
- Capacidad de organización

REQUISITOS FÍSICOS

- 80% del trabajo se hará utilizando un montacargas.
- 20% del trabajo se hará de pie en el área de producción o el área de carga.

CONDICIONES DE TRABAJO

- Ambiente ruidoso en área de producción y silencioso en área de carga.

Cuadro 5: Descriptor de puesto de Auxiliar de Producción

Ubicación administrativa	División de tubos de concreto
Puesto	Auxiliar de Producción
Categoría	Productivo
Depende de:	Gerente de Planta
Supervisa a:	Ninguno

DESCRIPCIÓN GENERAL

Es la persona encargada de realizar tareas complementarias en el área de descarga, área de producción y área de carga que apoyen las actividades desempeñadas por el Encargado de Materia Prima, el Encargado de Producción y el Encargado de Almacenaje.

EDUCACIÓN Y FORMACIÓN

- Graduado de Nivel Diversificado.
- Experiencia en manejo de montacargas.
- Conocimientos matemáticos y razonamiento básico

FUNCIONES DEL PUESTO

- Apoyar al Encargado de Materia Prima, el Encargado de Producción y el Encargado de Almacenaje.
- Apoyar en la optimización del uso del espacio dentro de la planta.
- Apoyar la eliminación del movimiento innecesario de materia prima y producto terminado.

HABILIDADES

- Toma de decisiones
- Manejo de montacargas
- Trabajo bajo presión
- Capacidad de organización

REQUISITOS FÍSICOS

- 20% del trabajo se hará utilizando un montacargas.
- 80% del trabajo se hará de pie en el área de almacenaje, área de producción o área de carga.

CONDICIONES DE TRABAJO

- Ambiente ruidoso en área de producción y silencioso en área de descarga y área de carga.

C. Plan de capacitación

La propuesta de un plan de mejora en la producción de tubos de concreto contempla la compra y utilización de nueva maquinaria para realizar esta tarea y cubrir con la demanda. Dicha mejora tecnológica abre nuevas oportunidades para la empresa pero también crea nuevos desafíos. Entre los obstáculos que se pronostica que pueden ocurrir están la resistencia al cambio y la falta de conocimientos y experiencia en el manejo de la nueva maquinaria y equipo. Por tal razón es necesario proponer un plan de capacitación para los empleados.

Para crear dicho plan fue necesario escoger primero el tipo de capacitación que se brindaría a los empleados. Según el libro *Administración* en su décima edición de Robbins S. y Coulter M., existen dos opciones, la primera era la capacitación general que enseña al operario las tareas y actividades que llevará a cabo de forma amplia y no personalizada, y la segunda opción era la capacitación específica que busca que el empleado aprenda sus tareas de forma detallada y personalizada. Dada la naturaleza de las actividades que se estarían realizando en el área de producción, se escogió que la mejor manera de capacitar a los empleados sería por medio de una capacitación específica que les brindara habilidades básicas de trabajo, creatividad, manejo del cambio y conocimiento del producto.

Posteriormente, se procedió a escoger el método de capacitación a utilizarse. Entre las opciones que existen se contaba con los métodos tradicionales de capacitación y los métodos de capacitación basados en la tecnología. Nuevamente, el libro *Administración* en su décima edición de Robbins S. y Coulter M., propone algunas ideas y técnicas como parte de los métodos de capacitación anteriormente mencionados. Dichas ideas y técnicas están enfocadas a diversos ámbitos laborales y diferentes puestos de trabajo, lo que indudablemente hace que el método escogido o la combinación de ambos para realizar la capacitación resulte en un programa sumamente eficiente de adiestramiento de los empleados que están involucrados en alguno de los procesos llevados a cabo en el área de producción de tubos de concreto.

Las ideas y técnicas propuestas por el libro *Administración* en su décima edición de Robbins S. y Coulter M. son:

Tabla 10: Métodos de capacitación

Métodos tradicionales de capacitación	
En el trabajo	Los empleados aprenden cómo hacer las tareas simplemente llevándolas a cabo, por lo general después de una introducción inicial a la tarea.
Rotación de puestos	Los empleados trabajan en diferentes puestos dentro de un área en particular, lo que los expone a distintas tareas.
Mentoreo y entrenamiento	Los empleados trabajan con un empleado experimentado (mentor) quien les proporciona información, soporte y aliento; en algunas industrias se les llama aprendices.
Ejercicios de experiencia	Los empleados juegan un papel en simulaciones, o en otros tipos de capacitación cara a cara.
Manuales / Cuadernos de trabajo	Los empleados utilizan manuales y cuadernos de trabajo para obtener la información.
Conferencia en el salón de clase	Los empleados asisten a conferencias diseñadas para transmitirles información específica.
Métodos de capacitación basados en la tecnología	
CD-ROM / DVD / cintas de audio / podcasts	Los empleados escuchan o ven medios seleccionados para transmitir información o demostrar ciertas técnicas.
Videoconferencias / teleconferencias / TV vía satélite	Los empleados atienden o participan mientras se transmite la información o se demuestran ciertas técnicas.
Aprendizaje en línea	Capacitación basada en Internet, donde los empleados participan en simulaciones multimedia o en otros módulos interactivos

Una vez analizados los dos métodos propuestos, se decidió que la combinación de ambos era la mejor opción, ya que los métodos tradicionales de capacitación proporcionan una base práctica de la utilización de la nueva maquinaria, mientras que los métodos de capacitación basados en la tecnología dan al empleado la base teórica de las tareas que estará llevando a cabo, de tal manera que de ambos métodos se seleccionaron las siguientes técnicas.

Tabla 11: Técnicas seleccionadas de los métodos de capacitación propuestos

Métodos tradicionales de capacitación	Métodos de capacitación basados en la tecnología
En el trabajo	CD-ROM / DVD / cintas de audio / podcasts
Manuales / Cuadernos de trabajo	Aprendizaje en línea

Es necesario hacer mención de que los métodos más utilizados serán los de capacitación basada en la tecnología por su bajo costo y alta disponibilidad. Esto no quiere decir que los métodos tradicionales serán un recurso secundario, sino que usarán como una opción de reserva por si es necesario realizar refuerzos en el aprendizaje de los empleados.

D. Desempeño esperado con la implementación de la propuesta

Con la estandarización de los procesos administrativos se espera llegar a conocer los factores más importantes para la gestión del talento humano por competencias. De tal acción, se podría especular que la empresa llegaría a contar con el personal más adecuado para realizar las distintas tareas de producción de tubos de concreto y también que los empleados alcanzarían como mínimo una mejora del 15% en su desempeño comparando con el que tienen hoy en día. Esta mejora en su trabajo también sería producto de la actualización y modernización de la maquinaria empleada para la producción del prefabricado en estudio. Con tales expectativas, se esperaría que el desempeño de los tres trabajadores involucrados directamente en la producción de tubos de concreto (Encargado de Materia Prima, Encargado de Producción y Encargado de Almacenaje) sea el siguiente:

Tabla 12: Calificaciones esperadas de los operarios

Operario	Habilidad		Esfuerzo	
	Calificación	% Equivalente	Calificación	% Equivalente
Encargado de Materia Prima	B1	11%	B1	10%
Encargado de Producción	A1	15%	B1	10%
Encargado de Almacenaje	B1	11%	B1	10%
Operario	Condiciones		Consistencia	
	Calificación	% Equivalente	Calificación	% Equivalente
Encargado de Materia Prima	A	6%	B	3%
Encargado de Producción	A	6%	B	3%
Encargado de Almacenaje	A	6%	B	3%
Operario	Calificación de desempeño			
	Calificación	% Equivalente		
Encargado de Materia Prima	Ideal	130%		
Encargado de Producción	Ideal	134%		
Encargado de Almacenaje	Ideal	130%		

- Encargado de Materia Prima:** se espera que con la automatización del proceso de traslado y preparación de la materia prima, la división del trabajo y limitación de responsabilidades señaladas por el descriptor de puesto del Encargado de Materia Prima, el desempeño del operario que realiza las tareas relacionadas con el abastecimiento de materia prima a la maquinaria empleada para la producción de tubos de concreto aumente en un porcentaje superior al 15% respecto al desempeño que tiene en la actualidad.

- **Encargado de Producción:** sin lugar a dudas el puesto de trabajo que mayores expectativas genera respecto a su mejora de desempeño es el del Encargado de Producción, ya que este trabajador es el que usará la maquinaria que sustituirá a la giropresadora. Es importante notar que la máquina encargada de producir tubos de concreto es la que debe recibir mayor mantenimiento y cuidados que permitan que siempre esté en condiciones de operar. Así mismo se debe hacer mención de que el empleado que ocupe el puesto de Encargado de Producción deberá ser el que mayor desempeño muestre, ya que de su trabajo depende el éxito de la compañía de lograr cubrir la demanda de tubos de concreto que hoy en día y con la maquinaria actual no puede abastecer.
- **Encargado de Almacenaje:** se confía que con la automatización del proceso de traslado del producto terminado, se tengan resultados similares a los del Encargado de Materia Prima. También se especula con que el aumento del desempeño del Encargado de Almacenaje sea en un porcentaje superior al 15% respecto al desempeño que tiene en la actualidad. Cabe resaltar que los diagramas bimanuales y la calificación de los tres empleados analizados, se hace en base a un ciclo, es decir que a lo largo de la jornada laboral estarán haciendo muchos de estos ciclos a fin de cumplir con la demanda.

Como dato importante, se calculó que el promedio de la calificación de desempeño de los tres empleados en análisis fue de 131,34%, lo cual es 19,34% superior a la calificación anterior (112%). Así mismo, es importante hacer mención de que el Auxiliar de Producción debe estar capacitado para realizar las tareas de cualquiera de los tres puestos de trabajo anteriormente analizados y que su desempeño en dichas actividades sea con una destreza igual o muy parecida a cualquiera de las habilidades que posean el Encargado de Materia Prima, el Encargado de Producción o el Encargado de Almacenaje.

IX. ANÁLISIS FINANCIERO DE LA PROPUESTA

Durante el año 2010, el costo unitario de los tubos de concreto fue de Q45.66. Si se toma en cuenta el dato anterior y además se considera que la cantidad de tubos producidos a lo largo de dicho año fue de 35.797 tubos (Ver Tabla 4), se sabe entonces que el costo de producción total del ciclo fue de Q1.634.481,71.

Tabla 13: Costos del año 2010

(Cifras expresadas en Quetzales)					
	Cantidad	Unidad de Medida	Valor Unitario	Valor Total	Costo Total
Materia Prima					
Arena	0,30	Metros cúbicos	8,00	2,40	85.912,80
Piedrín	0,25	Metros cúbicos	10,00	2,50	89.492,50
Agua	2,50	Galones	0,03	0,08	2.684,78
Cemento	45,00	Kilogramos	0,21	9,45	338.281,65
Mano de obra directa					
Operarios	6	-	1,17	7,02	251.294,94
Gastos de fabricación					
Electricidad	0,012	Kilowatts	57,00	0,68	24.485,15
Mantenimiento	1	-	1,11	1,11	39.734,67
Depreciación maquinaria y equipo	-	-	1,39	1,39	49.757,83
Depreciación edificio	-	-	0,97	0,97	34.723,09
Prestaciones	-	-	2,36	2,36	84.480,92
Cuota patronal (Mano de obra directa e indirecta)	-	-	1,02	1,02	36.512,94
Gastos Administrativos y Ventas					
Gerente	1	-	3,35	3,35	119.919,95
Secretaria	1	-	1,22	1,22	43.672,34
Piloto	2	-	0,78	1,56	55.843,32
Transportista	2	-	0,76	1,52	54.411,44
Camión	2	-	0,13	0,26	9.307,22
Prestaciones	-	-	2,23	2,23	79.853,80
Depreciaciones	-	-	5,58	5,58	199.747,26
Cuota patronal (Administración y Ventas)	-	-	0,96	0,96	34.365,12
Costos				45,66	1.634.481,71

Si el objetivo propuesto es el disminuir los costos de producción de tubos de concreto en un 10%, es necesario entonces realizar la compra de nueva maquinaria para el área de de producción. Por tal razón se analizó financieramente dicha propuesta, con el fin de comprobar si alcanzar ese objetivo resulta ser rentable o no para la compañía.

A. Inversión Inicial

Para comenzar con el análisis financiero es necesario en primer lugar definir cuál será la inversión inicial que deberá realizar Prefabricados de Concreto S.A. para comprar la nueva maquinaria. Por tal razón, se decidió realizar la cotización de la máquina K-2000, serie 3, marca Vifesa, la cual se presenta a continuación:

Tabla 14: Inversión Inicial

Descripción	Costo unitario	Unidades	Total
Máquina K-2000	Q2.160.000,00	1	Q2.160.000,00
Vibrado para tubos grandes	Q133.500,00	1	Q133.500,00
Gasto de mecánico montador de la maquinaria	Q35.000,00	2	Q70.000,00
Aro machimbrado sin refuerzo	Q436,94	490	Q214.100,60
Capacitación para los empleados	Q6.083,00	1	Q6.083,00
Traslados de maquinaria hasta lugar de instalación	Q435.000,00	1	Q435.000,00
Equipo de apoyo	Q186.750,00	2	Q373.500,00
Limpieza y preparación del lugar de instalación de la maquinaria	Q306.200,00	1	Q306.200,00
Molde exterior de 150 ctms. de altura y boquilla de 36 plgs. de diámetro	Q79.000,00	1	Q79.000,00
Molde exterior de 150 ctms. de altura y boquilla de 24 plgs. de diámetro	Q47.000,00	1	Q47.000,00
Molde exterior de 150 ctms. de altura y boquilla de 20 plgs. de diámetro	Q32.000,00	1	Q32.000,00
Molde exterior de 150 ctms. de altura y boquilla de 16 plgs. de diámetro	Q19.000,00	1	Q19.000,00
Molde exterior de 150 ctms. de altura y boquilla de 12 plgs. de diámetro	Q8.000,00	1	Q8.000,00
TOTAL DE LA INVERSIÓN INICIAL			Q3.883.383,60

Dicha máquina es descrita según la página en Internet de la compañía como:

- Máquina múltiple
- Ciclo automático
- Diámetro máximo 150 cm.
- Longitudes hasta 250 cm.
- Vibración interna
- Tubos cilíndricos
- Tubos con campana
- Grandes producciones

Además, se dice también en la página oficial de Vifesa que las máquinas de la serie K-2000 al igual que las series K-1250, ofrecen una extensa posibilidad de fabricación múltiple, pero con la ventaja de fabricar productos hasta 2,50 m de longitud. Su ciclo de fabricación automático con un solo operario y sus grandes producciones la hacen una máquina igualmente muy competitiva con unos bajos costos de fabricación en mano de obra y una gran calidad final en el producto. Su rango de fabricación standard va desde 30 hasta 150 cm de diámetro interior con longitudes hasta 2,50 m,

también permite fabricar tubos o piezas con menor longitud. Puede incorporar un sistema de cambio rápido de moldes para agilizar y optimizar la fabricación de distintas medidas en el día. Su gama de fabricación ira desde: tubos lisos, tubos con campana y junta de goma, tubos ovoides, de drenaje, anillos de pozo, conos de registro, piezas Caz, arquerías cónicas, etc.

B. Costos de los próximos cinco años

Si se considera que con la nueva maquinaria se tiene un mayor grado de automatización y ya solo necesita de cuatro operarios para funcionar, el costo unitario de los tubos de concreto sería el siguiente:

Tabla 15: Costos de producción con la nueva maquinaria

(Cifras expresadas en Quetzales)					
	2,011	2,012	2,013	2,014	2,015
Materia Prima					
Arena	121,365.60	130,176.00	139,627.20	149,762.40	160,636.80
Piedrín	126,422.50	135,600.00	145,445.00	156,002.50	167,330.00
Agua	3,792.68	4,068.00	4,363.35	4,680.08	5,019.90
Cemento	477,877.05	512,568.00	549,782.10	589,689.45	632,507.40
	729,457.83	782,412.00	839,217.65	900,134.43	965,494.10
Mano de obra directa					
Operarios	167,529.96	167,529.96	167,529.96	167,529.96	167,529.96
	167,529.96	167,529.96	167,529.96	167,529.96	167,529.96
Gastos de fabricación					
Electricidad	34,589.20	37,100.16	39,793.75	42,682.28	45,781.49
Mantenimiento	39,734.67	39,734.67	39,734.67	39,734.67	39,734.67
Depreciación maquinaria y equipo	613,220.12	613,220.12	613,220.12	613,220.12	613,220.12
Depreciación edificio	34,723.09	34,723.09	34,723.09	34,723.09	34,723.09
Prestaciones	47,967.98	47,967.98	47,967.98	47,967.98	47,967.98
Cuota patronal (Mano de obra directa e indirecta)	20,762.26	20,762.26	20,762.26	20,762.26	20,762.26
	790,997.32	793,508.28	796,201.87	799,090.40	802,189.61
Gastos administrativos y ventas					
Gerente	119,919.95	119,919.95	119,919.95	119,919.95	119,919.95
Secretaria	43,672.34	43,672.34	43,672.34	43,672.34	43,672.34
Piloto	55,843.32	55,843.32	55,843.32	55,843.32	55,843.32
Transportista	54,411.44	54,411.44	54,411.44	54,411.44	54,411.44
Camión	9,307.22	9,307.22	9,307.22	9,307.22	9,307.22
Prestaciones	79,853.80	79,853.80	79,853.80	79,853.80	79,853.80
Depreciaciones	199,747.26	199,747.26	199,747.26	199,747.26	199,747.26
Cuota patronal (administración y ventas)	34,365.12	34,365.12	34,365.12	34,365.12	34,365.12
	597,120.45	597,120.45	597,120.45	597,120.45	597,120.45
Total de Costos	2,285,105.55	2,340,570.69	2,400,069.93	2,463,875.24	2,532,334.12

Además de contar con un costo menor por el salario de menos empleados, también se tiene una reducción en el rubro de las prestaciones y la cuota patronal de los gastos de fabricación.

Cabe señalar que si con la instalación de nueva maquinaria se puede cumplir con el 100% de la demanda proyecta a partir del año 2011 (Ver Tabla 7), los costos de los próximos cinco años serían:

Tabla 16: Costos de los próximos cinco años

(Cifras expresadas en Quetzales)					
	2011	2012	2013	2014	2015
Materia Prima	729,457.83	782,412.00	839,217.65	900,134.43	965,494.10
Mano de obra directa	167,529.96	167,529.96	167,529.96	167,529.96	167,529.96
Gastos de fabricación	790,997.32	793,508.28	796,201.87	799,090.40	802,189.61
Gastos administrativos y ventas	597,120.45	597,120.45	597,120.45	597,120.45	597,120.45
Total	2,285,105.56	2,340,570.69	2,400,069.93	2,463,875.24	2,532,334.12

Como podemos ver en la anterior tabla, los costos totales de producción de los próximos años, crecerían en relación directa con la cantidad de tubos de concreto que se tendría que producir, por lo que la proyección de la demanda presentada en la Tabla 7 se constituye en la base del costo total de producción de cada año.

C. Punto de Equilibrio

Es importante conocer en qué punto la venta de tubos de concreto será igual a los costos totales de producción. Por tal razón, se presentan a continuación los montos totales de rubros indispensables para el cálculo del punto de equilibrio:

Tabla 17: División de los costos

(Cifras expresadas en Quetzales)					
	2011	2012	2013	2014	2015
Ventas	4,551,210.00	4,881,600.00	5,236,020.00	5,616,090.00	6,023,880.00
(-) Costos Fijos	1,521,058.53	1,521,058.53	1,521,058.53	1,521,058.53	1,521,058.53
(-) Costos Variables	764,047.02	819,512.16	879,011.40	942,816.71	1,011,275.59
(=) Total	2,266,104.45	2,541,029.31	2,835,950.07	3,152,214.76	3,491,545.88
(-) Impuestos	702,492.38	787,719.09	879,144.52	977,186.58	1,082,379.22
(=) Utilidad	1,563,612.07	1,753,310.22	1,956,805.55	2,175,028.18	2,409,166.66

Conociendo las ventas totales, los costos fijos y los costos variables de cada año, se puede ahora estimar el punto de equilibrio en valor monetario y en unidades por ejercicio. Para tal tarea, se emplea la fórmula siguiente para conocer el valor monetario:

$$Q^* = Cf / (1 - Cv/p)$$

Q* = Punto de Equilibrio (en Quetzales)

Cf = Costo Fijo

Cv = Costo Variable

p = Ventas

Mientras que para conocer el punto de equilibrio en unidades se emplea la siguiente fórmula:

$$Q^* = Cf / (Pv - CVU)$$

Q* = Punto de Equilibrio (en Unidades)

Cf = Costo fijo

Pv = Precio de venta

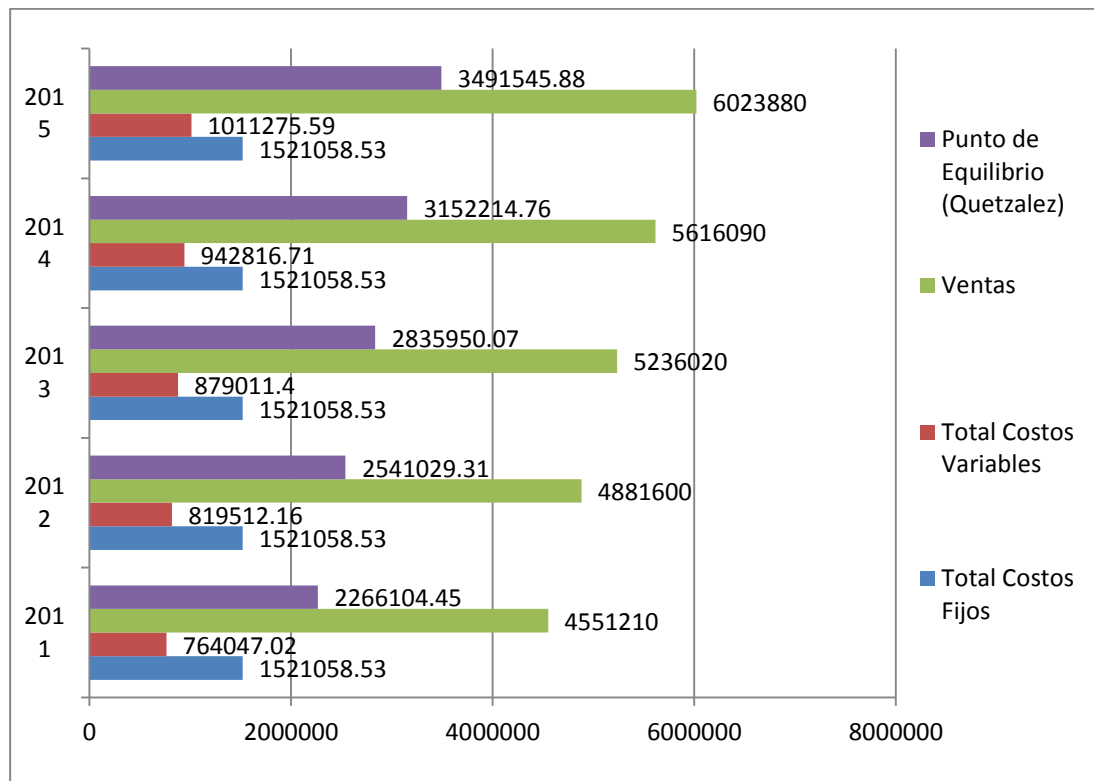
CVU = Costo Variable Unitario

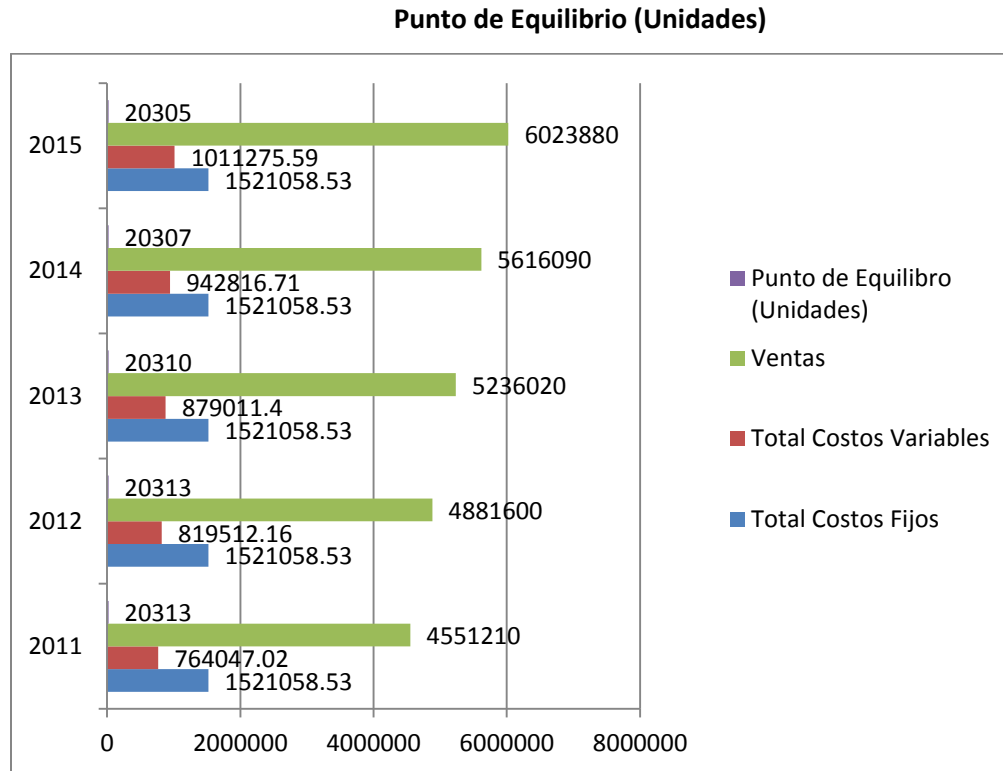
Tabla 18: Punto de Equilibrio

(Cifras expresadas en Quetzales)					
	2011	2012	2013	2014	2015
Total Costos Fijos	1,521,058.53	1,521,058.53	1,521,058.53	1,521,058.53	1,521,058.53
Costo Variable Unitario	15.12	15.12	15.11	15.10	15.09
Precio de Venta	90.00	90.00	90.00	90.00	90.00
Total Costos Variables	764,047.02	819,512.16	879,011.40	942,816.71	1,011,275.59
Ventas	4,551,210.00	4,881,600.00	5,236,020.00	5,616,090.00	6,023,880.00
Punto de Equilibrio (Unidades)	20313	20313	20310	20307	20305
Punto de Equilibrio (Quetzales)	2,266,104.45	2,541,029.31	2,835,950.07	3,152,214.76	3,491,545.88

Gráfica 2: Punto de Equilibrio

Punto de Equilibrio (Quetzales)





En conclusión, la Tabla 18 y la Gráfica 2, presentan el comportamiento esperado de los costos y las ventas en los próximos cinco años. Con dichos datos fue posible encontrar el punto de equilibrio de cada ejercicio, lo que permite hacer la observación de que las ventas crecerán a un mayor ritmo de lo que lo harán los costos, por lo que con el paso del tiempo la brecha o margen de utilidades se irá ampliando.

D. Tasa Interna de Retorno del proyecto

Tomando en cuenta los costos de producción (Tabla 16) y las utilidades de cada período (Tabla 17), se debe proceder ahora al cálculo de la tasa interna de retorno del proyecto. Para calcular dicho dato es necesario en primera instancia contar con el estado de caja de los próximos cinco años, que sirve de referencia sobre el estado estimado de las finanzas de la empresa. Por tal razón, se presenta a continuación la tabla que hace referencia al flujo de efectivo de los ejercicios en consideración en este estudio.

Tabla 19: Estado de caja de los próximos cinco años

(Cifras expresadas en Quetzales)						
	Año 0	2011	2012	2013	2014	2015
Ingresos						
Ventas		4,551,210.00	4,881,600.00	5,236,020.00	5,616,090.00	6,023,880.00
Saldo de inicio del período		0.00	2,411,302.54	5,012,303.23	7,816,799.25	10,839,517.90
Inversión Inicial	3,883,383.60					
Total	3,883,383.60	4,551,210.00	7,292,902.54	10,248,323.23	13,432,889.25	16,863,397.90
Egresos						
Inversión en activos fijos	3,883,383.60					
Materia Prima		729,457.83	782,412.00	839,217.65	900,134.43	965,494.10
Mano de obra directa		167,529.96	167,529.96	167,529.96	167,529.96	167,529.96
Electricidad		34,589.20	37,100.16	39,793.75	42,682.28	45,781.49
Mantenimiento		39,734.67	39,734.67	39,734.67	39,734.67	39,734.67
Prestaciones (Mano de obra directa e indirecta)		47,967.98	47,967.98	47,967.98	47,967.98	47,967.98
Cuota patronal (Mano de obra directa e indirecta)		20,762.26	20,762.26	20,762.26	20,762.26	20,762.26
Gerente		119,919.95	119,919.95	119,919.95	119,919.95	119,919.95
Secretaría		43,672.34	43,672.34	43,672.34	43,672.34	43,672.34
Piloto		55,843.32	55,843.32	55,843.32	55,843.32	55,843.32
Transportista		54,411.44	54,411.44	54,411.44	54,411.44	54,411.44
Camión		9,307.22	9,307.22	9,307.22	9,307.22	9,307.22
Prestaciones (administración y ventas)		79,853.80	79,853.80	79,853.80	79,853.80	79,853.80
Cuota patronal (administración y ventas)		34,365.12	34,365.12	34,365.12	34,365.12	34,365.12
Impuestos		702,492.38	787,719.09	879,144.52	977,186.58	1,082,379.22
Total	3,883,383.60	2,139,907.46	2,280,599.31	2,431,523.98	2,593,371.35	2,767,022.87

Posteriormente, se procede a calcular el valor actual neto de las utilidades que se tendrían durante los próximos años (Tabla 17). Para dicho dato se considero un 15% como factor de actualización, el cual toma en cuenta la inflación de cada uno de los períodos en los que se analizan las utilidades y las expectativas de los inversionistas. De tal forma que se presenta la siguiente tabla:

Tabla 20: Valor Actual Neto de las utilidades

(Cifras expresadas en Quetzales)				
	Inversión	Utilidad	Factor de actualización (15%)	Valor actualizado
Año 0	3,883,383.60	-	1.0000	-3,883,383.60
2011	-	1,563,612.07	0.8696	1,359,717.06
2012	-	1,753,310.22	0.7562	1,325,853.19
2013	-	1,956,805.55	0.6575	1,286,599.65
2014	-	2,175,028.18	0.5718	1,243,681.11
2015	-	2,409,166.66	0.4972	1,197,837.66
Valor Actual Neto				2,530,305.07

Para finalizar el proceso de calcular la tasa interna de retorno se debe estimar el valor actual neto con un factor de actualización del 18%, que considere también los diversos aspectos que pueden afectar el valor del dinero en el tiempo. Una vez que se cuenta con dicho dato se utiliza la siguiente fórmula:

$$\text{TIR} = \text{F.A.1} + (\text{F.A.2} - \text{F.A.1}) * ((\text{VAN TIR}) / (\text{VAN TIR} - \text{VAN Utilidades}))$$

Tabla 21: Tasa Interna de Retorno

(Cifras expresadas en Quetzales)				
	Inversión	Utilidad	Factor de actualización (18%)	Valor actualizado
Año 0	3,883,383.60	-	1.0000	-3,883,383.60
2011	-	1,563,612.07	0.8475	1,325,161.23
2012	-	1,753,310.22	0.7182	1,259,227.40
2013	-	1,956,805.55	0.6082	1,190,129.14
2014	-	2,175,028.18	0.5158	1,121,879.54
2015	-	2,409,166.66	0.4371	1,053,046.75
Valor Actual Neto				2,066,060.45

TIR del Proyecto = 31,35%

Para continuar, es necesario comparar la TIR del proyecto con la TMAR de los inversionistas. De tal forma que para conocer una TMAR que podría ser la base de referencia de los inversores, se toma en cuenta el porcentaje de retorno que desean obtener por su inversión, el cual está entre 15 y 18 por ciento. Por lo tanto se puede concluir que el valor actual del proyecto si generaría una rentabilidad arriba de lo que se ganaría o pagaría en una entidad bancaria, lo que significa que la tasa interna de retorno superaría los requerimientos de los inversionistas.

Cabe resaltar que el costo de los tubos de concreto con la nueva maquinaria sería de (Ver Tabla 22), lo cual es en promedio un 9,37% más barato que el costo actual que es de Q45.66 (Ver Tabla 13) y por lo tanto no se logra cumplir con el objetivo de disminuir en al menos un 10% el costo de producción de los tubos de concreto.

Tabla 22: Costo unitario por año

(Cifras expresadas en Quetzales)						
	2011	2012	2013	2014	2015	Promedio
Costo unitario	45.19	43.15	41.25	39.48	37.83	41.38

X. CONCLUSIONES

- El análisis del área administrativa reveló que con la creación e implementación de herramientas administrativas, el desempeño promedio de los empleados puede aumentar hasta un 19.34%, cumpliendo así con el objetivo específico de un 15% el desempeño actual de los empleados.
- En términos monetarios, el análisis crítico reveló que si se llega a realizar una inversión inicial de Q3.883.383,60 en maquinaria y equipo nuevo para la producción de tubos de concreto, se tendría luego de cinco años una Tasa Interna de Retorno 31,35%, la cual es superior a la TMAR, que tiene un Valor Mínimo de 15%.
- Se estimó también que con la nueva maquinaria el costo de producción de un tubo de concreto sería de Q41,38, lo cual es un 9,37% más barato que el costo actual que es de Q45,66. Sin embargo con dicho porcentaje de ahorro no se logra cumplir con el objetivo de disminuir en al menos un 10% el costo de producción de los tubos de concreto.
- En el análisis crítico de operaciones, se calculó que la modernización y automatización de los procesos de producción de tubos de concreto, lograría disminuir hasta un 62,72% el tiempo de producción de un lote idéntico al que se podría fabricar en un ciclo de la maquinaria actual, cumpliendo así el objetivo específico de reducir un 15% el tiempo de fabricación de los tubos de concreto.
- El punto de equilibrio de cada ejercicio, revela que las ventas crecerán a un mayor ritmo de lo que lo harán los costos, por lo que con el paso del tiempo la brecha o margen de utilidades que la empresa obtiene se irá ampliando.

XI. RECOMENDACIONES

- Se recomienda realizar un estudio de las operaciones logísticas, como el manejo de inventario de tubos de concreto, ya que se percibe pudiera tener una mejora considerable que tendría como consecuencia la disminución de costos y aumento de ganancias para Prefabricados de Concreto S.A.
- Se sugiere crear programas de motivación para los empleados para que mantengan un nivel alto de desempeño durante la jornada laboral. Así mismo se considera conveniente que la comunicación entre el Gerente de Planta y los empleados debe ser constante para que exista una retroalimentación que ayude a mejorar los procesos de producción y encuentre soluciones a los problemas que se puedan presentar. Dichos programas de motivación también deben darse a todo nivel de la organización.
- Se recomienda realizar una concientización y un estudio de clima laboral para disminuir la resistencia al cambio en la implementación de la propuesta al plan de mejora en la producción de tubos de concreto.
- Se recomienda desarrollar un estudio financiero más profundo que incluya el acceso a toda la información monetaria de la compañía con el fin de determinar de mejor manera el impacto económico que tendría la implementación de la propuesta del plan de optimización en la producción de tubos de concreto.
- Se recomienda que la alta gerencia de la empresa Prefabricados de Concreto S.A. asigne más recursos de diferente índole a la mejora de la División de Tubos de Concreto, ya que es una rama de la empresa que tiene un amplio potencial de mejora y representa una oportunidad importante de obtener más utilidades para los socios de la compañía.

XII. BIBLIOGRAFÍA

1. Americas Standard's and Poors (2011). *Performance Data S&P 500*. Recuperado el 28 de Septiembre de 2011, de S&P 500. <http://www.standardandpoors.com/indices/sp-500/en/us/?indexId=spusa-500-usdof--p-us-l-->
2. Banco de Guatemala (2011). *Comportamiento de las principales variables monetarias, cambiarias y crediticias*. Recuperado el 16 de Septiembre de 2011, de Banco de Guatemala. <http://www.banguat.gob.gt/inc/ver.asp?id=vmc/vmc06&e=564>
3. Chiavenato Idalberto. 2000. *Administración de Recursos Humanos*. Quinta edición. Bogotá. McGraw-Hill. 699 págs.
4. Newman Donald, Lavelle Jerome, Eschenbach Ted. 2009. *Engineering Economic Analysis*. Décima Edición. Nueva York. Oxford University Press. 612 págs.
5. Nievels Benjamin, Freivalds Andris. 2009. *Ingeniería Industrial: métodos, estándares y diseño de trabajo*. Duodécima edición. México D.F. McGraw-Hill. 586 págs.
6. Robbins Stephen, Coulter Mary. 2010. *Administración*. Décima Edición. México D.F. Prentice-Hall. 565 págs.
7. Silva Salazar César. 2009. <<PROPUESTA DE UN PLAN DE MEJORA A LA EMPRESA INDUSTRIAS QUÍMICAS CENTURY, S.A. ENFOCADO EN EL ÁREA DE PRODUCCIÓN DE DESENGRASANTES DE AUTOMÓVILES>> Tesis Universidad del Valle de Guatemala. 81 págs.
8. Vifesa (2008). *Máquina K-2000 Serie 3*. Recuperado el 10 de Octubre de 2011, de Vifesa. <http://www.vifesa.es/k2000.html>

XIII. ANEXOS

Anexo A

Ilustraciones A.1: se observan los tubos de concreto que la empresa fabrica a base de piedrín, agua, arena y cemento. El concreto específico del que están formados los tubos es de concreto ordinario.



Anexo B

Ilustraciones B.1: se observa el equipo que forma parte de la máquina K-2000, serie 3 de Vifesa.



Continuación Ilustraciones B.1



Continuación Ilustraciones B.1



Anexo C

Ilustraciones C.1: se observa a continuación el organigrama actual de la división de tubos de concreto de Prefabricados de Concreto S.A.

