



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

“APLICACIÓN DE LA TEORÍA DE RESTRICCIONES Y SU INCIDENCIA EN LOS COSTOS DE PRODUCCIÓN EN LA EMPRESA MIVIRN DE LA CIUDAD DE RIOBAMBA, PROVINCIA DE CHIMBORAZO”

AUTOR: ING. FREDDY ROMÁN GUANANGA DÍAZ

**Investigación presentada ante el instituto de Posgrado y Educación
Continua de la ESPOCH. Como requisito parcial para la obtención del
grado de MAGISTER EN GESTIÓN INDUSTRIAL Y SISTEMAS
PRODUCTIVOS**

Riobamba – Ecuador

Abril - 2017

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

CERTIFICACIÓN

EL TRIBUNAL DE TESIS CERTIFICA QUE:

El trabajo de investigación titulado “Aplicación de la Teoría de Restricciones y su Incidencia en los Costos de Producción en la Empresa MIVIRN, de la ciudad de Riobamba provincia de Chimborazo” Freddy Román Guananga Díaz, ha sido prolijamente revisada y se autoriza su presentación.

Tribunal de Tesis

Ing. Wilson Zuñiga Vinueza MSc

PRESIDENTE

FIRMA

Ing. Gloria Miño Cascante PhD

DIRECTORA

FIRMA

Ing. Carlos Santillán MSc

MIEMBRO DE TRIBUNAL

FIRMA

Ing. Jorge Freire Miranda MSc

MIEMBRO DE TRIBUNAL

FIRMA

Riobamba, Abril 2017

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

Yo, Freddy Román Guananga Díaz, soy responsable de las ideas, doctrinas y resultados expuestos en la tesis y el Patrimonio Intelectual expuestos en la tesis de Grado pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Ing. Freddy Román Guananga Díaz

C.I. 0601995111

DEDICATORIA

El presente trabajo es realizado con el apoyo de personas de reconocida experiencia en la docencia (Tutora y Miembros de tesis), quienes han depositado su confianza y respaldo, razón por lo cual me permito dedicarlo a cada uno de ellos, y muy especialmente a mi esposa por su constante fortaleza motivacional e hijo quienes por siempre serán mi deseo de superación.

Gracias.

AGRADECIMIENTO

Con la satisfacción del trabajo cumplido y un feliz término del mismo, extiendo mis más sinceros agradecimientos a quienes con su acertada labor en el desarrollo del presente tema de investigación me permitieron culminar esta etapa en mi vida profesional, personas con un amplio sentido ético y moral a quienes les doy las gracias.

Tutora de tesis Ing. Gloria Miño Cascante PhD.

Miembro de la tesis Ing. Carlos Santillán MSc.

Miembro de tesis Ing. Jorge Freire Miranda MSc.

Gerente de MIVIRN Riobamba Ing. Gustavo Núñez

Freddy

INDICE GENERAL

CERTIFICACIÓN.....	ii
DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD.....	iii
DEDICATORIA.....	iv
AGRADECIMIENTO.....	v
INDICE GENERAL.....	vi
LISTA DE TABLAS.....	x
LISTA DE FIGURAS.....	xii
RESUMEN.....	xiv
ABSTRACT.....	xv
CAPÍTULO I	
1.1 El problema de investigación	1
1.1.1 Planteamiento del problema	1
1.2 Formulación del problema.....	2
1.3 Sistematización del problema.....	2
1.4 Justificación de la investigación.....	3
1.5 Objetivos de la investigación.....	3
1.5.1 Objetivo general	3
1.5.2 Objetivos específicos.....	4
1.6 Hipótesis.....	4
CAPÍTULO II	
2 MARCO DE REFERENCIA.....	5
2.1 Principios de la teoría de restricciones	5
2.2 Las restricciones	6
2.2.1 Restricciones físicas	6
2.2.2 Restricciones de mercado	6
2.2.3 Restricciones públicas	6
2.3 La meta del sistema empresa	7
2.4 Principios básicos de la TOC.....	8
2.4.1 Balancear el flujo.....	8
2.4.2 Utilización y la activación de un recurso.....	9
2.4.3 Nivel de restricción de los recursos no restrictivos	9
2.4.4 El tiempo en un recurso restrictivo.....	9

2.4.5	Sincronía de los recursos no restrictivos	10
2.4.6	Los cuellos de botella	10
2.4.7	Lote de proceso variable	11
2.4.8	Analizar simultáneo de las restricciones	11
2.4.9	Objetivos de la teoría de las restricciones	11
2.4.10	Alcance de teoría de restricciones	12
2.4.11	Ventajas de la teoría de las restricciones	12
2.4.12	Fundamentos del DBR: Algoritmo de Goldratt.....	12
2.4.13	Contabilidad de costos	14
2.4.13.1	Sistema de costeo por procesos	14
2.4.13.2	Costos directos.....	14
2.4.13.3	Costos Indirectos	15
CAPÍTULO III		
3	DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN	16
3.1	Tipos de estudio.....	16
3.2	Tipo de investigación.....	16
3.2.1	Investigación de Campo	17
3.2.2	Investigación Exploratoria.....	17
3.2.3	Investigación Cuantitativa	17
3.3	Técnica e instrumento de recolección de datos	17
3.3.1	Observación	17
3.4	Generalidades de la empresa	18
3.4.1	Titularidad de la propiedad de la empresa.....	19
3.4.2	Filosofía corporativa.....	19
3.4.3	Misión.....	20
3.4.4	Visión.....	20
3.4.5	Razón social.....	20
3.4.6	Actividad a la que se dedica la empresa	20
3.4.6.1	Creencias y valores	21
3.4.6.2	Principios y convicciones	21
3.4.7	Estrategia empresarial.....	21
3.4.8	Descripción de la empresa.....	22
3.4.8.1	La organización	22

CAPÍTULO IV

4	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	24
4.1	Estudio de la demanda.....	24
4.1.1	Demanda histórica.....	24
4.1.2	Métodos de proyección de la Demanda.....	26
4.2	Diagramas de Procesos.....	31
4.2.1	Diagrama de Procesos para la Construcción de una Concretera.....	31
4.2.2	Diagrama de Procesos para la Construcción de un Elevadoe.....	36
4.3	Descripción de los procesos.....	42
4.3.1	Trazado y corte.....	43
4.3.2	Mecanizado de componentes.....	44
4.3.3	Soldadura.....	44
4.3.4	Ensamble.....	45
4.4	Cálculo del tamaño de muestra.....	46
4.5	Determinación del tiempo estándar.....	59
4.6	El takt time.....	60
4.7	Esquema del problema de Goldratt.....	60
4.8	Determinación de los costos proceso actual.....	62
4.8.1	Materia prima directa.....	63
4.8.2	Mano de obra directa.....	64
4.9	Metodología del Goldratt “El mundo del valor”.....	67
4.9.1	Algoritmo.....	67
4.9.2	Ingreso de datos.....	67
4.9.2.1	Aplicación del modelo Excel.....	68
4.10	Solución por programación lineal.....	71
4.11	Método del balance de línea.....	74
4.11.1	Resultado del balance.....	78
4.11.1.1	Balance de línea teórico.....	78
4.12	Propuesta.....	80
4.12.1	Justificación.....	80
4.12.2	Objetivos.....	81
4.12.2.1	Objetivo general.....	81
4.12.2.2	Objetivos específicos.....	82
4.12.3	Factibilidad.....	82

4.12.4	Proyección de resultados	82
4.12.4.1	Establecimiento del layout propuesto.....	82
4.13	Propuesta evaluada en programación lineal	88
4.13.1	Balance de línea.....	89
4.14	Prueba de Hipótesis	92
4.14.1	Planteamiento de hipótesis	92
4.14.1.1	Hipótesis.	92
4.14.1.2	Resultados.....	92
4.15	Pruebas de normalidad.....	93
4.15.1	Prueba T-Student	94
4.15.2	Decisión.....	94
	CONCLUSIONES.....	96
	RECOMENDACIONES.....	97
	BIBLIOGRAFÍA	
	ANEXOS	

LISTA DE TABLAS

Tabla 1-4 Demanda de concreteteras 2012 -2015	25
Tabla 2-4 Demanda de elevadores	25
Tabla 3-4 Demanda proyectada (Análisis Horizontal-Vertical / Concretetera)	27
Tabla 4-4 Demanda proyectada (Análisis Horizontal-Vertical / Elevador)	29
Tabla 5-4 Resumen actividades proceso concretetera	35
Tabla 6-4 Resumen de actividades construcción de elevador	42
Tabla 7-4 Registro del número de observaciones iniciales.....	47
Tabla 6-4 Registro de tiempos por recursos parte 1	48
Tabla 9-4 Registro de tiempos de cada recurso parte 2	49
Tabla 10-4 Registro de tiempo de cada recurso parte 3.....	50
Tabla 11-4 Registro de tiempo de cada recurso parte 4.....	51
Tabla 12-4 Registro de tiempo de cada recurso parte 5.....	52
Tabla 13-4 Registro de tiempo de cada recurso parte 6.....	53
Tabla 14-4 Registro de tiempo de cada recurso parte 7.....	54
Tabla 15-4 Registro de tiempo de cada recurso parte 8.....	55
Tabla 16-4 Registro de tiempo de cada recurso parte 9.....	56
Tabla 17-4 Registro de tiempo de cada recurso parte 10.....	57
Tabla 18-4 Registro de tiempos cronometrados	58
Tabla 19-4 Cálculo de los tiempos Estándar	59
Tabla 20-4 Cálculo de takt time.....	60
Tabla 21-4 Resumen de recursos y tiempos de concretetera y elevador	62
Tabla 22-4 Materia prima directa (Concretetera)	63
Tabla 23-4 Materia prima directa (Elevador)	63
Tabla 24-4 Mano de obra directa (Departamento de producción).....	64
Tabla 25-4 Costeo proceso de trazado - corte.....	64
Tabla 26-4 Costo variable proceso de mecanizado	65
Tabla 27-4 Costeo proceso de soldado	65
Tabla 28-4 Costeo proceso de ensamble.....	66
Tabla 29-4 Costo unitario (Concretetera - Elevador)	66
Tabla 30-4 Ingreso de datos.....	68
Tabla 31-4 Identificación de la restricción	69

Tabla 32-4 Ganancia / recurso restrictivo	69
Tabla 33-4 Combinación optima producto vs cantidad	70
Tabla 34-4 Resultados según algoritmo de Goldratt (Costeo directo).....	71
Tabla 35-4 Datos de entrada (Programación lineal)	73
Tabla 36-4 Utilidad Operacional	74
Tabla 37-4 Balance de línea.....	75
Tabla 38-4 Costo total (Concreteira - Elevador).....	79
Tabla 39-4 Balance de Línea – Goldratt	79
Tabla 40-4 Datos de entrada (Propuesta).....	84
Tabla 41-4 Proceso de producción propuesta (Concreteira - Elevador)	84
Tabla 42-4 Costos fijos mensuales	85
Tabla 43-4 Mercado potencial	85
Tabla 44-4 Contribución / recurso restrictivo.....	86
Tabla 45-4 Subordinación del recurso restrictivo	86
Tabla 46-4 Contribución / recurso restrictivo.....	87
Tabla 47-4 Utilidad operativa de la propuesta.....	87
Tabla 48-4 datos de entrada propuesta (Programación lineal)	88
Tabla 49-4 Tiempo ocioso de la propuesta	88
Tabla 50-4 Utilidad operativa propuesta	89
Tabla 51-4 Costos situación inicial - Eliminación restricción.....	92
Tabla 52-4 Prueba de normalidad	93
Tabla 53-4 Resumen de resultados	95

LISTA DE FIGURAS

Figura 1-3	Mecánica Industrial Núñez	19
Figura 2-3	Staff de colaboradores Mivirn.....	23
Figura 1-4	Productos elaborados (MIVIRN)	31
Figura 2-4	Diagrama de proceso puente-chasis	32
Figura 3-4	Diagrama de proceso frontal – brazo	33
Figura 4-4	Diagrama de proceso trompo - cabina	34
Figura 5-4	Diagrama de procesos ensamble	35
Figura 6-4	Diagrama de procesos cover - tapa	36
Figura 7-4	Diagrama de procesos sistemas: Marchas-embrague-freno.....	37
Figura 8-4	Diagrama de procesos tambor – portacable	38
Figura 9-4	Diagrama de proceso carcaza y patín.....	39
Figura 10-4	Diagrama de proceso estructura y soporte	40
Figura 11-4	Diagrama de proceso payloder.....	41
Figura 12-4	Corte.....	43
Figura 13-4	Torneado y fresado.....	44
Figura 14-4	Soldado.....	45
Figura 15-4	Ensamble	46
Figura 16-4	Aplicación del esquema de Goldratt	61
Figura 17-4	Layout propuesta de la planta MIVIRN.....	83
Figura 18-4	Prueba T student.....	94

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1-4 Proyección de la demanda de concreteteras 2017	28
Gráfico 2-4 Demanda de elevadores 2017	30
Gráfico 3-4 Balance de línea propuesta elevador (Asistido con Excel)	91

RESUMEN

El presente proyecto de investigación tuvo como objetivo la elaboración una propuesta de mejora para la empresa MIVIRN aplicando la Metodología de la Teoría de Restricciones (TOC), para minimizar los costos de producción. En el desarrollo de la investigación se logra establecer la demanda histórica y en base a esta se proyecta la demanda futura, que permite evaluar y determinar los tiempos estándar, se costea los centros de producción mediante el costeo directo, con estos datos se establece la restricción del sistema aplicando la metodología propuesta por Goldratt para explotar la restricción que impide alcanzar un mejor desempeño productivo en relación a la meta de la empresa, es esencial entonces, tener en cuenta la mejor combinación de recursos para subordinar la restricción, seguidamente se realiza la programación lineal con la ayuda de la herramienta Solver de Excel que permite obtener resultados en tiempo real y así determinar las necesidades de producción, lo que conduce a una adecuada planificación de la producción que contribuye a la mejora continua mediante la optimización del recurso humano y el incremento de las unidades producidas para lograr maximizar la utilidad de la empresa en un 37%. Al elevar la restricción en el proceso de mecanizado de materiales, se propone aumentar la capacidad del sistema, finalmente se comparan los costos luego de eliminada la restricción, demostrando que con la aplicación de la Teoría de Restricciones se disminuyen los costos de producción en la empresa MIVIRN. se reducen en \$495,94 para concreteras y \$476,17 para elevadores por bimestre Se recomienda la oportuna aplicación de la Metodología de Goldratt, para identificar y balancear el recurso restrictivo, que incrementa la eficiencia de trabajo al reducir el tiempo en 1104 minutos ocioso maximizando la utilidad objetivo de toda empresa.

PALABRAS CLAVE: <TECNOLOGÍA Y CIENCIAS DE LA INGENIERÍA>, <INGENIERÍA INDUSTRIAL>, < ALGORITMO DE PROGRAMACIÓN LINEAL> < COSTEO DIRECTO > < INVENTARIO > < RESTRICCIÓN > < UNIDADES EN PROCESO (WIP) >

ABSTRACT

The present investigation Project dealt with the elaboration of an improvement proposal for the MIVIRN enterprise, applying the methodology of the Restriction Theory (TOC), to minimize the production costs. In the investigation development it is possible to establish the historical demand and on this basis the future demand is projected which permits to evaluate and determine the standard times; the production centered are paid for itself through direct paying; with this data the system restriction is established applying the methodology proposed by Goldratt to exploit the restriction which impairs reaching a better productive yield as related to the enterprise goal; therefore, it is essential to take into account the best resource combination to subordinate the restriction; after , the lineal programming is carried out with the help of Solver of Excel tool which permits to obtain results in real time so as to determine the production needs; which leads to an adequate planning of production which contributes to the continuous improvement through the optimization of the human resource and the increment of the produced units to maximize the enterprise benefit by a 37%. Upon increasing the restriction in the process of material mechanization, it is proposed to increase the system capacity: finally the costs are compared after eliminating the restriction, showing that with the application of the Restriction Theory the production costs are diminished at the enterprise MIVIRN; they are reduced by 495.94 USD for concrete mixers and 476.17USD for elevators by semester. An opportune application of the Goldratt Methodology is recommended to identify and balance the restrictive resource which increases the work efficiency upon reducing the time by 1104 minutes idle, maximizing the use, an objective of any enterprise.

KEY WORDS:< TECHNOLOGY AND ENGINEERING SCIENCES>,<INDUSTRIAL ENGINEERING>,<LINEAL PROGRAMMING ALGORITHM>,<DIRECT PAYING FOR ITSELF>,<INVENTORY>,<RESTRICTION>,<PROCESS UNITS>(WIP)

CAPÍTULO I

1 INTRODUCCIÓN

En el estudio y práctica de la Teoría de Restricciones de Eli Goldratt en el año de 1980, considera resolver los problemas que se presentan en la realidad hasta los que parecen irresolubles o los más sencillos, los del día a día, mediante la adopción de una metodología y una filosofía de como ver las cosas desde el principio con sentido común, “los problemas, mientras más complejos, más simple debe ser la solución”, es así que la Teoría permite abordar hasta los sistemas más complejos y encontrar soluciones de ruptura, de cambios que produzcan mejoras.

El presente capítulo tiene como objetivo presentar los principales conceptos que sustentan la Teoría de Restricciones (TOC), base para ayudar a focalizar acciones a favor de llevar a la productividad a la empresa identificando los aspectos críticos que inciden directamente en la producción.

La TOC nació como solución a un problema de optimización de la producción, hoy en día se ha convertido en un concepto evolucionado que propone alternativas para integrar y mejorar todos los niveles de la organización desde los procesos centrales hasta los problemas diarios. (Leidinger, 2012).

1.1 El problema de investigación

1.1.1 *Planteamiento del problema*

En América Latina entre 65 y 70% de las empresas no llegan a obtener desarrollo organizacional por falta de cultura en cuanto a innovación industrial. En los países en vías de desarrollo las empresas industriales atraviesan crisis por la falta de competitividad frente a las empresas

extranjeras con serias consecuencias en la economía y desarrollo de la localidad, (Berumen 2012), esto se debe principalmente a su capacidad limitada y su enfoque únicamente a los mercados locales donde tienen que competir con productos similares importados dicho de otra forma sufren la desventaja de la globalización.

El sector industrial de Riobamba se encuentra inmerso en este dilema, pues sus pequeñas y medianas empresas enfrentan problemas en la producción que restringen su desarrollo organizacional. La empresa MIVIRN siendo una microempresa que produce maquinaria de la construcción desde 1977, refleja un preocupante estancamiento y deterioro productivo debido a factores tanto externos que tienen influencia de primer orden que son los macroeconómicos por el tema de la baja del precio del petróleo que afectan a la economía del país disminuyendo notablemente la dinamización económica y la inversión en el sector de la construcción, factores internos como la falta de fidelidad de los clientes, resultantes de la insatisfacción del producto y del servicio; por la preferencia de muchas alternativas en maquinaria para la construcción que le superan en calidad y precio, la inexistencia de una planificación adecuada en la producción, un nivel adecuado de inventarios, mantenimiento de la maquinaria e instalaciones, afectando en primer orden al inadecuado aprovechamiento de los recursos y por ende a los costos de producción; convirtiéndose esta falta de control en la producción una restricción que frena el desarrollo organizacional.

1.2 Formulación del problema

¿Cómo incide la aplicación de la Teoría de Restricciones (TOC) en los costos de producción en la empresa MIVIRN?

1.3 Sistematización del problema

¿Cuáles son las bases teóricas en la cual se basa la Teoría de Restricciones (TOC)?

¿Qué restricciones intervienen en el proceso productivo de la empresa MIVIRN y cuál es su costo en la producción?

¿Cómo explotar las restricciones del sistema productivo en la empresa MIVIRN aplicando la Teoría de Restricciones (TOC)?

¿Cuál es el impacto de los costos en la producción después de eliminar las restricciones en la producción?

1.4 Justificación de la investigación

El presente proyecto de investigación se enfoca en la identificación de las restricciones que impiden que la empresa MIVIRN alcance niveles de productividad óptimos y con la aplicación de la Teoría de Restricciones (TOC) analizar los diferentes procesos que intervienen en la construcción de maquinaria y crear una cultura gerencial de aplicación e innovación con la adopción de nuevas técnicas acoplables a la industria manufacturera, comenzar a creer más en nuestras capacidades, de esta forma contrarrestar y minimizar todos los problemas que afectan a la producción industrial óptima.

La justificación social de la empresa, como unidad productora que aporta a la generación de empleo en el Parque Industrial Riobamba; pues los retos empresariales para las pequeñas y medianas empresas del país de carácter privado constituyen gran responsabilidad socioeconómica, siendo principales actores del sector productivo a nivel nacional, ya que las microempresas deben enfocarse en conseguir la posición que les corresponde en una industria eficiente. Es absolutamente imprescindible que alcance una mayor productividad empleando métodos y herramientas que la Ingeniería Industrial nos proporciona, para así conseguir una dirección eficiente, responsable y que junto a la cooperación, colaboración de todos los niveles con una exacta definición de funciones responsabilice a sus actores.

1.5 Objetivos de la investigación

1.5.1 Objetivo general

Elaborar una propuesta de mejora para la empresa MIVIRN aplicando la Metodología de la Teoría de Restricciones (TOC), para minimizar los costos de producción.

1.5.2 *Objetivos específicos*

- Revisar las bases teóricas que sustentan la Teoría de Restricciones (TOC) y la relación con los costos de producción.
- Evidenciar las restricciones que intervienen en el proceso productivo de la empresa MIVIRN y cuál es su costo en la producción.
- Elaborar una propuesta para la empresa MIVIRN aplicando la Metodología de la Teoría de Restricciones (TOC), para minimizar los costos de producción.
- Evaluar el impacto en los costos en la producción después de la explosión de restricciones.

1.6 Hipótesis

Con la aplicación de la Teoría de las Restricciones (TOC) la empresa MIVIRN reduce los costos de producción en la fabricación de maquinaria para la construcción.

CAPÍTULO II

2 MARCO DE REFERENCIA

2.1 Principios de la teoría de restricciones

La teoría de las restricciones se enfoca en el sistema y sus recursos para optimizarlos mediante un conjunto de conceptos y principios, cuyos supuestos fundamentales tienen que ver con la administración de las restricciones, proponiéndonos cinco pasos que conducen a regir los esfuerzos de mejora del sistema; así como las tres medidas para determinar si se logra el objetivo que son: rendimiento inversión y el gasto.

- Cualquier solución dada debe enfocarse en las restricciones identificadas del sistema.
- Las acciones realizadas para mejorar un proceso siempre deben estar orientadas a ayudar al sistema a lograr objetivos.
- El proceso de toma de decisiones debe regirse por el respeto a las personas dado el éxito de la implementación del cambio depende de éstas. (Másmela, 2014, pág. 89)

Estos principios desarrollan un rol importante en la administración de las restricciones que permiten la comprensión de las herramientas que facilitan la optimización del sistema, dichas herramientas se refieren a logísticas y políticas, las primeras se refieren a tambor- amortiguador, cuerda (DBR) en donde se realiza la asignación de recursos en las operaciones de producción, en cambio las herramientas políticas contienen los procesos de pensamiento lógico, así como bases específicas de los cuatro pasos de enfoque supuestos detrás de la teoría de restricciones que son:

- El sistema tiene un propósito, una meta y varias condiciones necesarias para conseguirla.
- El sistema es más que la suma de sus partes.
- El sistema está restringido por pocas variables.
- Contienen relaciones válidas de causa y efecto.

2.2 Las restricciones

Según AYALA (2003), una restricción es aquel aspecto que limita el desempeño de todo el sistema. La TOC ((Theory of Constraints), en español Teoría de Restricciones, define tres tipos principales de restricciones.

2.2.1 Restricciones físicas

Se refiere a la limitación impuesta por una máquina, un material, un proveedor, o en general por cualquier aspecto que pueda ser relacionado con un factor tangible del proceso de producción, como son:

- Capacidad de recurso, es la más frecuente.
- Provisión de materiales.

2.2.2 Restricciones de mercado

Cuando el impedimento al desempeño sea impuesto por condiciones externas a la compañía, como lo es la demanda de sus productos o servicios.

2.2.3 Restricciones públicas

Cuando la compañía ha adoptado prácticas, procedimientos, estímulos o formas de operación que son contrarios a su productividad o conducen a resultados no deseados. Así

mismo, GOMEZ (2004) nos explica que existen tres indicadores importantes para cualquier empresa en procura del objetivo primario de ganar más dinero, los cuales son:

- **Throughput:** se basa en la velocidad con la cual la empresa genera dinero a través de las ventas de sus productos o inventarios. Operativamente, el throughput ha sido definido mediante la siguiente expresión:

$$\text{Throughput} = \text{Precio de Venta} - \text{Costo de Materia Prima}$$

- **Inventario:** para la teoría de las restricciones los inventarios están relacionados única y exclusivamente a los costos de los materiales incorporados al proceso de producción de los mismos.
- **Gastos de Operación:** están relacionados con los gastos que realiza la empresa (maquinarias, mano de obra, local, etc.), excluyendo los relacionados con la materia prima para la producción del inventario.

2.3 La meta del sistema empresa

La Teoría de Restricciones tiene como fundamento la Teoría de Sistemas, cuyo punto de partida es la consideración de que los sistemas son teleológicos; es decir, que tienen un objetivo o propósito. La TOC considera la empresa como un sistema constituido con la intencionalidad de conseguir una meta.

El análisis de la empresa se inicia con el estudio de los subsistemas y sus interrelaciones entre sí para la consecución de las diferentes metas, "la empresa es un agrupamiento humano jerarquizado que pone en acción medios intelectuales, físicos y financieros, para extraer, transformar, transportar y distribuir riquezas o producir servicios, conforme

objetivos definidos por una dirección individual o colegiada, haciendo intervenir, en diversos grados, motivación de beneficio y de utilidad social” . (Aguilera, 2012, pág. 35).

El primer paso es reconocer que el sistema fue constituido para un propósito; no creamos nuestras organizaciones sin ninguna finalidad, así toda acción tomada por cualquier nivel de la empresa debería ser juzgada por su impacto global sobre el propósito de la organización.

Eso implica que antes de lidiar con los mejoramientos de cualquier parte del sistema, primero necesitamos saber cuál es la meta global del mismo y las medidas que van a permitir que podamos juzgar el impacto de cualquier subsistema y de cualquier acción local sobre esa meta global.

La TOC utiliza un proceso continuo que maximiza la explotación de las situaciones, recursos, procesos etc. que impiden una mejor respuesta a la producción, por lo que conduce a tener prioridades en cuanto a:

- Incrementar la utilidad
- Reducción del inventario
- Reducción de costos (AGUILERA, 2013)

2.4 Principios básicos de la TOC

2.4.1 *Balancear el flujo*

En este principio se balancea el flujo productivo teniendo en cuenta los llamados cuellos de botella, es decir los limitantes del flujo de la empresa como un todo, este

balanceamiento presenta efectos tanto en los niveles de inventario de materias primas, productos en proceso y productos terminados que afectan a la meta por su incidencia negativa en la utilidad.

2.4.2 Utilización y la activación de un recurso

La activación consiste en la utilización de aquellos recursos que no constituyen cuellos de botella, en volumen superior al requerido por aquellos recursos que sí son restrictivos, es lo que se considera cadena productiva.

Es importante darle un adecuado manejo a un recurso no restrictivo, puesto que ello provocará una minimización del inventario ya que contribuye al flujo de recursos como incidencia directa, sobre los ingresos directos de manera que aporta al mejoramiento financiero. Como por ejemplo un departamento aumenta el nivel de producción solamente cuando otro departamento levante su nivel de restricción.

2.4.3 Nivel de restricción de los recursos no restrictivos

Este principio sostiene que los recursos internos con capacidad limitada y demanda de mercado, son los parámetros básicos en el gerenciamiento de las restricciones, en tal virtud, la utilización de la fábrica debe ser basada en un flujo que pueda absorber el mercado y que internamente optimice los cuellos de botella. (AGUILERA, 2013)

2.4.4 El tiempo en un recurso restrictivo

Como se ha dicho los recursos restrictivos limitan la eficacia del sistema “throughput”, el punto focal en la teoría de las restricciones es la obtención de beneficios derivados de la

reducción de "setups" en los recursos restrictivos del proceso productivo. Cualquier tiempo perdido en un cuello de botella tiene un impacto sobre el "lead time" de la fábrica, impidiendo que la empresa haga entregas "just in time", y por lo tanto, afectando el mejoramiento del servicio al cliente. Es supremamente importante no afectar la meta de la empresa, siendo así, el tiempo disponible de un recurso restrictivo tiene que ser optimizado, ya sea evitando la producción de piezas defectuosas, fabricando productos que tengan demanda garantizada y no perdiendo tiempo en la preparación de máquinas. Goldratt y Fox (1989), en su libro "The race", recomiendan que:

- a) El inventario de piezas tiene que estar en las cantidades correctas y en el tiempo adecuado.
- b) El inventario en un lugar inadecuado tiene un efecto negativo en el flujo productivo.
- c) Procesar y liberar el material de acuerdo con un programa determinado por las restricciones de la fábrica.
- d) Los administradores deben balancear el flujo productivo y no la capacidad.

(AGUILERA, 2013)

2.4.5 Sincronía de los recursos no restrictivos

Los recursos no restrictivos deben trabajar sincronizadamente con los cuellos de botella, evitando la acumulación de inventarios, para un flujo continuo, conduciendo a que exista un aumento continuo en el proceso.

2.4.6 Los cuellos de botella

Los cuellos de botella producen un desequilibrio en la producción porque hacen también que se acumule el inventario, pues desvirtúan la aplicación del "just a time" al principio de la cadena productiva, así como cambian los objetivos del "Kamban" es decir modifica completamente los resultados de los objetivos del sistema.

La Teoría de las Restricciones propone evitar cualquier atraso producido por fluctuaciones estadísticas u otros eventos aleatorios del proceso a través del concepto de pulmón "buffer". El pulmón, físicamente puede ser definido como un inventario mínimo que asegura la continuidad del proceso manteniendo el flujo ininterrumpido en los recursos con problemas de capacidad. (AGUILERA, 2013)

2.4.7 Lote de proceso variable

La Teoría de las Restricciones defiende la idea de trabajar con lotes variables entre las operaciones productivas. Como es sabido gran parte de los sistemas tradicionales defienden la idea de que el tamaño del lote debe ser fijo durante todas las etapas del proceso productivo. Esta idea imprime rigidez en las operaciones y lleva a problemas de determinación del tamaño del lote antes de cada operación; valga decir que las operaciones individuales presentan características específicas.

2.4.8 Analizar simultáneo de las restricciones

Analizar simultáneamente el conjunto de restricciones del sistema empresa tiene como objetivo optimizar los "lead times" y por consiguiente el resultado obtenido, nos muestra los puntos donde podemos centrar nuestro análisis. Podemos tener restricciones en el mercado proveedor (input), en el mercado comprador (output), y en el proceso interno. (AGUILERA, 2013)

2.4.9 Objetivos de la teoría de las restricciones

Capacitar a los participantes para analizar y entender la problemática de Distribución y Cadena de Suministros, aplicar los conceptos y técnicas estudiadas a través de simulaciones y ejemplos de la vida real, para comprender, visualizar la información.

Cuestionar los indicadores tradicionales para plantear mediciones alternativas que permitan hacer un mejor análisis de la situación global del negocio.

2.4.10 *Alcance de teoría de restricciones*

La TOC, tiene entre otras como finalidad determinar las directrices para la implementación del manejo adecuado de los inventarios en proceso, establecer los cuellos de botella, en otras palabras, que el departamento de planificación y control de la producción de la empresa pueda programar su producción para cumplir los requerimientos de sus clientes. (COLOMBIA, 2010)

2.4.11 *Ventajas de la teoría de las restricciones*

La teoría de restricciones permite el mejoramiento continuo de sistema porque fortalece no solo la posición estratégica de la empresa, sino que incrementa las utilidades, mediante la utilización de los recursos y la implementación de medidas bien enfocadas y direccionadas; que promueven sustancialmente la competitividad y con ello la capacidad de generar utilidades.

En base a la estrategia prioritaria de aumentar utilidades reduciendo costos generalmente se logra conservar o inclusive incrementar puestos de trabajo, por lo tanto se trata de un sistema de gestión que incorpora la responsabilidad social. (COLOMBIA, 2010)

2.4.12 *Fundamentos del DBR: Algoritmo de Goldratt*

La aplicación de la Teoría de las Restricciones (TOC) en una cadena de producción para lograr que una empresa consiga sus objetivos, se realiza a través de la metodología

DBR (Drum, Buffer, Rope), propuesto por Eli Goldrat con su algoritmo, permite identificar las limitaciones a partir de 5 pasos:

Paso 1. Identificar el cuello de botella. Para saber qué elemento es el que provoca ese conflicto, podemos tener en cuenta parámetros como: la carga de trabajo y el tiempo que tiene para realizar la tarea o si es el elemento de la cadena con más inventario a procesar. (Pastrana, 2014)

Paso 2. Decidir cómo explotar el cuello de botella. Un error muy común es intentar parar el cuello de botella, en su lugar, debemos saber explotarlo para evitar que la producción se detenga. ¿Cómo lograrlo? Si el sistema no es capaz de fabricar todos los productos que se demandan habrá que elegir cuáles son los que mayor beneficio aporta a la empresa. Por ejemplo, si fabricamos dos productos y uno de ellos no utiliza la máquina que produce la limitación, debemos apostar por éste: en caso de que ambos lo usen debemos decantar por el que mejor aproveche el tiempo del cuello de botella.

Paso 3 Subordinar todo a la decisión anterior. Una vez sepamos qué queremos hacer con el cuello de botella, debemos convertirlo en el centro de la producción, en el tambor (drum) para que el resto de máquinas trabajen para garantizar que nunca se pare. Para lograrlo se recurre al Buffer, un amortiguador, que en lugar de crear una cantidad adicional de material para evitar el desfase del cuello de botella, hacer llegar material a los puntos críticos con antelación. Así protege el proceso de las interrupciones habituales y asegura que el tambor no se queda sin material. Tanto el Buffer como el tiempo de preparación y ejecución de aquellas piezas que son anteriores al cuello de botella determinan cómo será la cuerda. (Pastrana, 2014)

Paso 4 Elevar el cuello de botella. Si necesitamos aumentar la producción de todo el sistema habrá que aumentar también la capacidad del cuello de botella. Para ello podremos mejorar toda la eficiencia del equipo, buscar maquinaria nueva, subcontratar... (Pastrana, 2014)

Paso 5 Una vez eliminado el cuello de botella, empezar de nuevo. Si se ha aumentado la capacidad de producción, ya no será necesario mejorar esa máquina o punto del proceso eso sí, esta metodología está basada en la búsqueda de la mejora continua por lo que debemos reiniciar el proceso para analizar todo el sistema. (Másmela, 2014)

2.4.13 Contabilidad de costos

Definiendo a la contabilidad como ciencia que permite evaluar el registro del movimiento económico, que registra en forma clasificada las transacciones que ocurren en una organización industrial, Pedro Zapata define a la contabilidad de costos como:

La contabilidad de costos es una técnica especializada de la contabilidad que utiliza métodos y procedimientos apropiados para registrar, resumir e interpretar las operaciones relacionadas con los costos que se requieren, para elaborar un artículo, presentar un servicio, o los procesos y actividades que fueran inherentes a su producción” (Zapata, 2011, pág. 19)

2.4.13.1 Sistema de costeo por procesos

Costos por procesos se refiere a aquellos costos que se cargan a los procesos u operaciones de acuerdo a las unidades que se pretende producir en una producción continua o también llamada en serie en donde la materia prima se considera como una corriente incesante que se sujeta a una transformación parcial de cada proceso. (Colín, 2016)

2.4.13.2 Costos directos

Los costos directos se rastrean fácilmente al objeto del costo, es decir recursos que se pueden identificarse sin mayor esfuerzo.

El costo de la materia prima que tiene cada producto (Área de Producción)

El costo del tiempo de trabajo en fuerza laboral en los procesos de producción (Area de Producción)

2.4.13.3 *Costos Indirectos*

Se refiere a todos y cada uno de los recursos que se aplican para hacer posible el proceso como apoyo también a las áreas de producción que no pueden ser rastreados fácilmente, pero que están implícitos dentro del proceso.

CAPÍTULO III

3 DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

La investigación se efectuó en el departamento de producción de la planta industrial de la empresa MIVIRN en base a hechos que parten de la observación de aspectos útiles para reconocer, analizar y evaluar el proceso productivo con el fin de poder determinar todos los aspectos de la situación actual en busca de las restricciones del sistema para corroborar con la teoría, con el objetivo de proponer cambios que eliminen las restricciones del proceso de producción.

3.1 Tipos de estudio

El presente estudio será observacional y descriptivo para determinar las variables que aportan a la creación de restricciones en la elaboración de maquinaria de la construcción, sin ejercer un control directo en la intervención, para tener la posibilidad de describir situaciones y eventos de cómo es y cuando se manifiesta determinada restricción que afecta al sistema.

3.2 Tipo de investigación

En los diversos tipos de investigación existentes se ha considerado aplicar los que más se acerca a nuestras necesidades como es:

3.2.1 Investigación de Campo

Esta investigación se aplicó in situ por la necesidad de tener datos de fuentes primarias; la manufactura de maquinaria de construcción en la planta de fabricación de la empresa MIVIRN, para tener la posibilidad de llevar esta información a un análisis e identificar cada uno de los factores que intervienen con influencia positiva o negativa en el proceso y la forma cómo estos afectan o aportan a todo el sistema.

3.2.2 Investigación Exploratoria

La investigación exploratoria contribuyó a obtener datos preliminares de la planta de producción con los archivos existentes en la empresa, en donde se verifica el número de pedidos, ventas, repuestos, materiales y sus costos, información fundamental que permitió alcanzar los objetivos de investigación planteada.

3.2.3 Investigación Cuantitativa

la investigación cualitativa fue de gran ayuda para describir el proceso de producción, la calidad y acabado de los materiales cuando ya han sido insertados en el proceso de producción que brinda la maquinaria actual de la planta, por qué tipo de defectos se realiza el reproceso de las actividades.

3.3 Técnica e instrumento de recolección de datos

3.3.1 Observación

La observación, permite realizar el planteamiento adecuado de la problemática a estudiar, puesto que sirve para introducirse en el ámbito de los movimientos operativos que se

efectúan dentro de la producción para tomar información, registrarla y analizarla de acuerdo a los escenarios reales que se presentan en el día a día, para concluir en todos y cada uno de los recursos que forman parte del proceso de producción.

3.4 Generalidades de la empresa

La empresa MIVIRN es una entidad productiva iniciada por un emprendedor, que demostrando sus destrezas en el área metal mecánica inicia sus actividades por el año 1977, donde el Sr. Víctor Raúl Núñez empieza como artesano calificado sus habilidades en la mecánica industrial, permite ofrecer trabajos en la fabricación y montaje de soluciones metalmecánicas para la industria agrícola, productora y mecánica, así como en la reconstrucción de partes y piezas de reparación y rectificación mecánica. Con el pasar del tiempo, crea fuentes de trabajo en su taller artesanal, diversificando así sus servicios, satisfaciendo la demanda de diversas actividades económicas dentro del área metal mecánica, posteriormente a pedido de sus clientes y por la demanda creciente de maquinaria para la construcción incrementa en su taller la línea de fabricación de maquinaria industrial, consecutivamente se convierte en una empresa familiar reconocida a nivel local por la fabricación de maquinaria para la construcción de concretaras, elevadores, contando con un equipo especializado de colaboradores, tecnología, maquinaria diversa y una infraestructura adecuada.

MIVIRN es la empresa pionera en la ciudad de Riobamba que se insertó en el mundo de la construcción de maquinaria y pudo cubrir las necesidades de cientos de clientes cuya actividad principal es la construcción de infraestructura. Actualmente ofrece maquinaria de varias capacidades, costos y modelos.

Actualmente MIVIRN enfrenta el desafío de acomodarse a las exigencias del mundo globalizado y a la creciente competencia, en donde se refleja una incesante necesidad de innovar su proceso de producción para conservar los primeros lugares de preferencia de los clientes por su calidad y precio.



Figura 1-3 Empresa MIVIRN
Elaborado por: Freddy Guananga, 2016.

3.4.1 Titularidad de la propiedad de la empresa

La empresa está inscrita en la Cámara de la Pequeña Industria a nombre de Ángel Gustavo Núñez, es su gerente propietario, y su número de R.U.C. es el 0600120015001, además se encuentra afiliado a la Cámara de la Construcción Riobamba.

3.4.2 Filosofía corporativa

MIVIRN se compromete a fabricar maquinaria de la construcción, así como prestar servicios que cumplan con los requisitos técnicos que demandan sus clientes en cuanto a la maquinaria se refiere; mejorando continuamente los procesos de fabricación, el nivel tecnológico y eficiencia de sus procesos a través de la adecuada optimización de sus recursos.

3.4.3 Misión

Proveer maquinaria de construcción eficiente y eficaz para brindar soluciones integrales a las necesidades del área metalmecánica en Riobamba, mediante la fabricación y comercialización maquinaria de la construcción, con altos estándares de durabilidad generando valor para sus proveedores, empleados y clientes.

3.4.4 Visión

Ser en el año 2017 una empresa líder en la fabricación de maquinaria de la construcción en la zona sierra del territorio nacional, garantizando eficiencia, durabilidad y confiabilidad de los productos puestos a consideración de los profesionales y talento humano dedicado al sector de la construcción, generando rentabilidad, confianza y satisfacción para los clientes y colaboradores.

3.4.5 Razón social

La empresa se llama “MIVIRN”, y significa mecánica Industrial Víctor Raúl Núñez.

3.4.6 Actividad a la que se dedica la empresa

Producción y comercialización de maquinaria para la construcción y como actividad secundaria diseña requerimientos específicos de los clientes en lo que se refiere a soluciones del área metal mecánica.

3.4.6.1 *Creencias y valores*

El propietario de la empresa, ha influido mucho sobre las actitudes y decisiones que ha tomado dentro de la empresa durante sus años de funcionamiento en el aspecto laboral, familiar y social, razón por la cual trata de impartir y difundir los valores a sus colaboradores.

3.4.6.2 *Principios y convicciones*

Entre los principios que la empresa procura mantener para realizar sus actividades se pueden encontrar los siguientes:

- Honestidad
- Verdad
- Respeto
- Transparencia

3.4.7 *Estrategia empresarial*

La empresa aplica la estrategia de seguimiento post-venta, es decir se encuentra monitoreando la opinión de los clientes en cuanto a la efectividad de maquinaria, asesorando y recomendando mantenimiento preventivo; así mismo para el mantenimiento correctivo, ofrece stock de repuestos y gestiona oportunamente su aprovisionamiento en el caso de repuestos de menor vida útil.

3.4.8 Descripción de la empresa

3.4.8.1 La organización

Esta empresa está relativamente organizada ya que las definiciones de autoridad y mando están a cargo del gerente, en la formalización de los cargos no existe la documentación respectiva, pero cada uno de los involucrados cumple a cabalidad sus funciones encomendadas.

En el departamento de producción, la mayoría de productos son en base a pedidos de los clientes, el aprovisionamiento del inventario de materiales se lo realiza en torno a los pedidos confirmados, información útil para la planeación de las compras cuya estrategia es aprovechar promociones y descuentos de los materiales, es decir el departamento de compras planifica de acuerdo a los requerimientos, evalúa constantemente los precios de los proveedores y realiza comparaciones con nuevos proveedores que ingresan a ofertar materiales para escoger la propuesta más competitiva con la finalidad de sacar ventajas de las oportunidades de mercado.

La distribución en planta se considera adecuada porque facilita el flujo normal del proceso., tanto la maquinaria como el flujo del personal no tiene interferencias ni conflictos por el espacio físico, en los procedimientos internos existe falta de organización en la documentación y registro de inventarios.

En lo que respecta a logística existen altos costos de manejo de materiales y bodegajes por la falta de codificación y clasificación de los mismos, tomando mayor tiempo del requerido, en identificarlos para su ingreso al proceso de producción, ya que en los empaques no existe la denominación estandarizada que dificulta el proceso, demora y consume tiempo del operario provocando tiempos muertos en la producción.



Figura 2-3 Staff de colaboradores Mivirn

Elaborado por: MIVIRN

CAPÍTULO IV

4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Estudio de la demanda

El análisis de la demanda pretende describir el comportamiento histórico de las ventas de los dos productos con la finalidad de pronosticar las mismas como punto de partida de la programación de la producción.

4.1.1 *Demanda histórica*

La recolección de información de fuentes primarias mediante la observación como la facturación a partir del año 2012 al 2016, fue la técnica utilizada para determinar la cantidad de concreteras y elevadores que se han facturado, con la finalidad de proyectar las ventas para el año 2017, por lo que en la tabla 4-1 se establece la cantidad bimestral de concreteras y elevadores que se han vendido.

Tabla 1-4 Demanda de concreteras (und.) 2012 -2016

PERIODO (MESES)	2012	2013	2014	2015	2016
Bimestre I	2	1	1	3	2
Bimestre II	6	4	6	3	1
Bimestre III	4	5	5	5	2
Bimestre IV	4	2	4	2	2
Bimestre V	6	6	4	4	3
Bimestre VI	2	4	5	5	5
Total (und.)	16	12	16	13	15

Fuente: Facturación MIVIRN

Elaborado por: Freddy Guananga, 2016.

La demanda bimestral de concreteras asciende en el año 2012 a 16 unidades anuales, que representa la cantidad mayor de la serie histórica, para el año 2013 la menor demanda de la serie con 12 concreteras, ésta obedece a la variabilidad de comportamiento en el precio de los productos importados.

Tabla 2-4 Demanda de elevadores (und.) 2012-2016

PERIODO (MESES)	2012	2013	2014	2015	2016
Bimestre I	3	3	2	2	3
Bimestre II	5	5	4	1	2
Bimestre III	4	3	3	1	1
Bimestre IV	3	3	2	2	1
Bimestre V	2	5	1	2	2
Bimestre VI	1	4	1	4	2
Total (und.)	18	23	13	12	11

Fuente: Facturación MIVIRN

Elaborado por: Freddy Guananga, 2016.

La demanda bimestral de elevadores asciende en el año 2012 a 18 unidades anuales, que representa la cantidad mayor de la serie histórica, y para el año 2013 se incrementa a 23 unidades, mientras que para en el año 2016, es la menor demanda de toda la serie, esto

obedece a la variabilidad del comportamiento en el precio de los productos importados y la baja de la inversión en la industria de la construcción.

4.1.2 Métodos de proyección de la Demanda

Las técnicas de pronósticos estadísticos comúnmente utilizados en la administración de sistemas de producción es la regresión lineal cuya fórmula es:

$$A = \frac{n(\sum X'Y) - (\sum X') * (\sum Y)}{n(\sum X'^2) - (\sum X')^2}$$

$$B = \bar{Y} - A\bar{X}'$$

Donde:

n = número de datos

B es la ordenada en el origen, es decir, es la altura a la que la recta corta al eje Y. Se denomina también término independiente.

A: también denominada pendiente es la inclinación de la recta, es decir, es el incremento que se produce en la variable. Y: cuando la variable X aumenta una unidad. Se utilizó también las funciones logarítmicas de proyección, dado que este método sirve para proyectar datos de gran variabilidad.

Tabla 3-4 Demanda proyectada (Análisis Horizontal-Vertical / Concretera)

PERIODO (MESES)	PROMEDIO	DESVIACIÓN ESTANDAR	COEFICIENTE R ²	Lineal	Logaritmica	Percentil
Bimestre I	2,00	1,00	0,40	3,2	2,62	3,00
Bimestre II	4,60	1,34	0,35	3,1	3,30	6,00
Bimestre III	4,75	0,50	0,60	5,8	5,48	5,00
Bimestre IV	3,00	1,15	0,20	1,6	2,10	4,00
Bimestre V	5,00	1,15	0,80	2,2	3,35	6,00
Bimestre VI	4,00	1,41	0,83	7,5	6,29	5,00
	23,35			23,4	23,13	29

Del análisis de la demanda y sus estimaciones, resulta la cantidad requerida de producción =	Und.
	6,00

Elaborado por: Freddy Guananga, 2016.

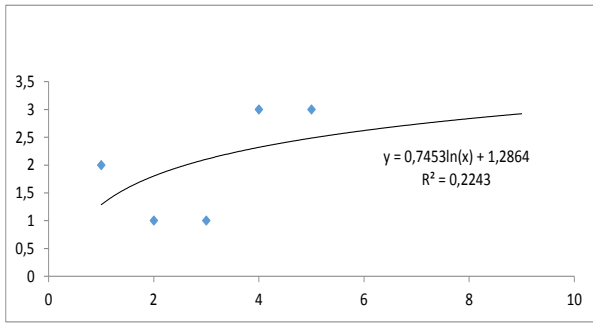
La tabla 3-4 analiza los diferentes métodos de pronósticos, el método promedio arroja un valor mínimo de 2 a un máximo de 5 unidades por bimestre, la desventaja del método es que únicamente hace un análisis horizontal, su proyección posee menor exactitud que los demás métodos.

En el método de regresión lineal aplicada en la tabla 3-4 se visualiza resultados bimestrales cuyo mínimo valor está en el cuarto semestre de 1.6 unidades, un máximo valor en el sexto bimestre de 7,5 unidades, por lo que no resulta un dato conveniente, ya que el coeficiente de correlación es baja, por lo que tampoco se aconseja.

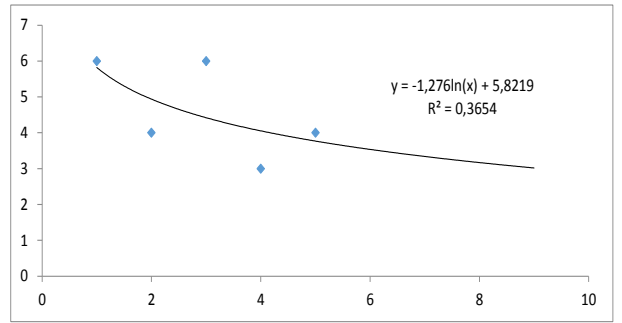
La proyección logarítmica siendo más consistente que la regresión lineal, es un modelo de regresión alternativo, cuando el modelo lineal no logra un coeficiente de determinación apropiado como en nuestro caso, aun así solo realiza únicamente un análisis horizontal.

En el método de percentil da a conocer el comportamiento de los datos, para el caso es el más apropiado, ya que incluye un análisis horizontal y vertical, por lo que mantiene mayor exactitud del pronóstico, dando como resultado que en el segundo y quinto bimestre se debe planificar una producción mínima de 6 unidades, en el tercer y sexto bimestre 5 unidades, en el cuarto bimestre 4, y en el primer bimestre 3 unidades.

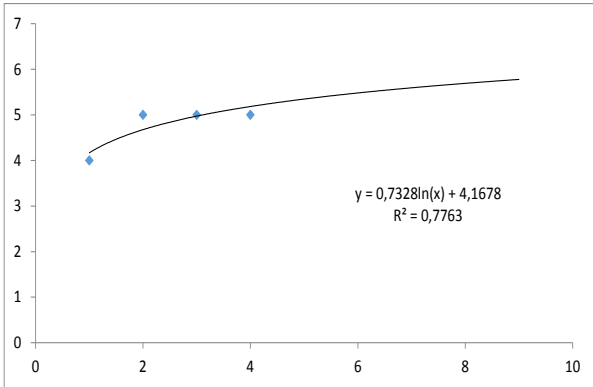
Bimestre I	2	1	1	3	3
------------	---	---	---	---	---



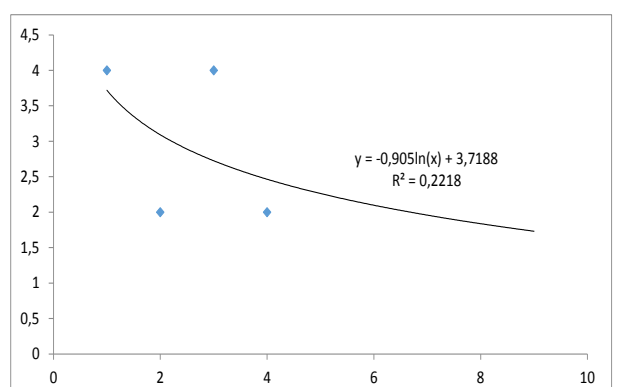
Bimestre II	6	4	6	3	4
-------------	---	---	---	---	---



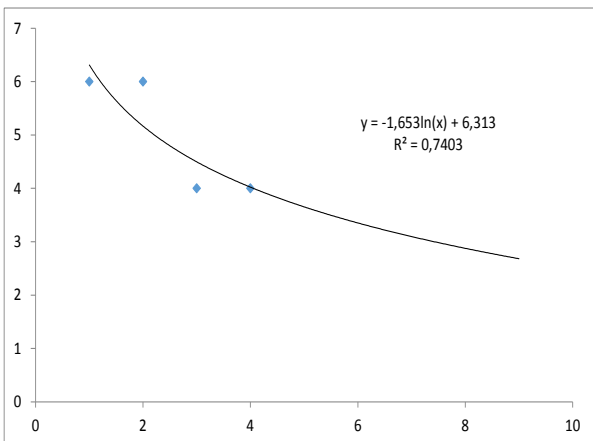
Bimestre III	4	5	5	5	
--------------	---	---	---	---	--



Bimestre IV	4	2	4	2	
-------------	---	---	---	---	--



Bimestre V	6	6	4	4	
------------	---	---	---	---	--



Bimestre VI	2	4	5	5	
-------------	---	---	---	---	--

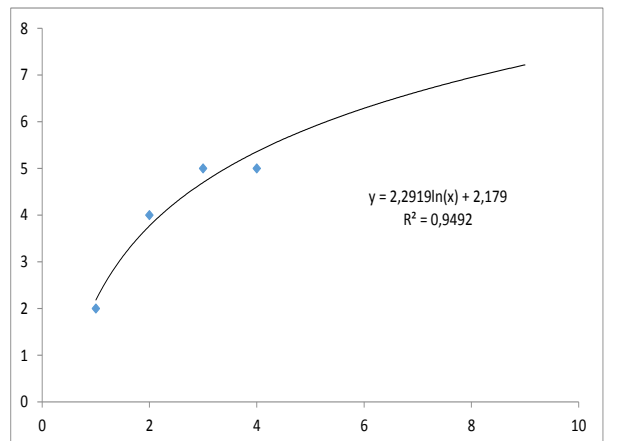


Gráfico 4-1 Proyección de la demanda de concreteras 2017

Elaborado por: Freddy Guananga, 2016.

En el gráfico 1-4 se describe el comportamiento bimestral de las ventas de concreteras, donde se observa a la ecuación que gobierna a las variables como herramienta básica para sustentar el método de proyección elegida.

Tabla 4-1 Demanda proyectada (Análisis Horizontal-Vertical / Elevador)

PERIODO (MESES)	PROMEDIO	DESVIACIÓN ESTANDAR	COEFICIENTE R ²	Lineal	Logaritmica	Percentil
Bimestre I	2,60	0,55	0,08	2,3	2,31	3,00
Bimestre II	3,20	2,05	0,86	-0,4	0,89	4,26
Bimestre III	2,75	1,26	0,85	-0,4	0,93	3,00
Bimestre IV	2,50	0,58	0,80	1,1	1,68	2,69
Bimestre V	2,50	1,73	0,09	1,1	1,94	2,00
Bimestre VI	2,50	1,73	0,20	4,6	3,85	3,08
	16,05			8,3	11,6020674	18,0288

Del análisis de la demanda y sus estimaciones, resulta la cantidad requerida de producción =	Und.
	3,00

Elaborado por: Freddy Guananga, 2016.

De acuerdo a los resultados de la tabla 4-4 la proyección de los elevadores que muestra la demanda en el segundo bimestre corresponde a 4 unidades, siendo la mayor demanda bimestral del año 2017, totalizando en el año 18 elevadores que serán fabricados y comercializados.

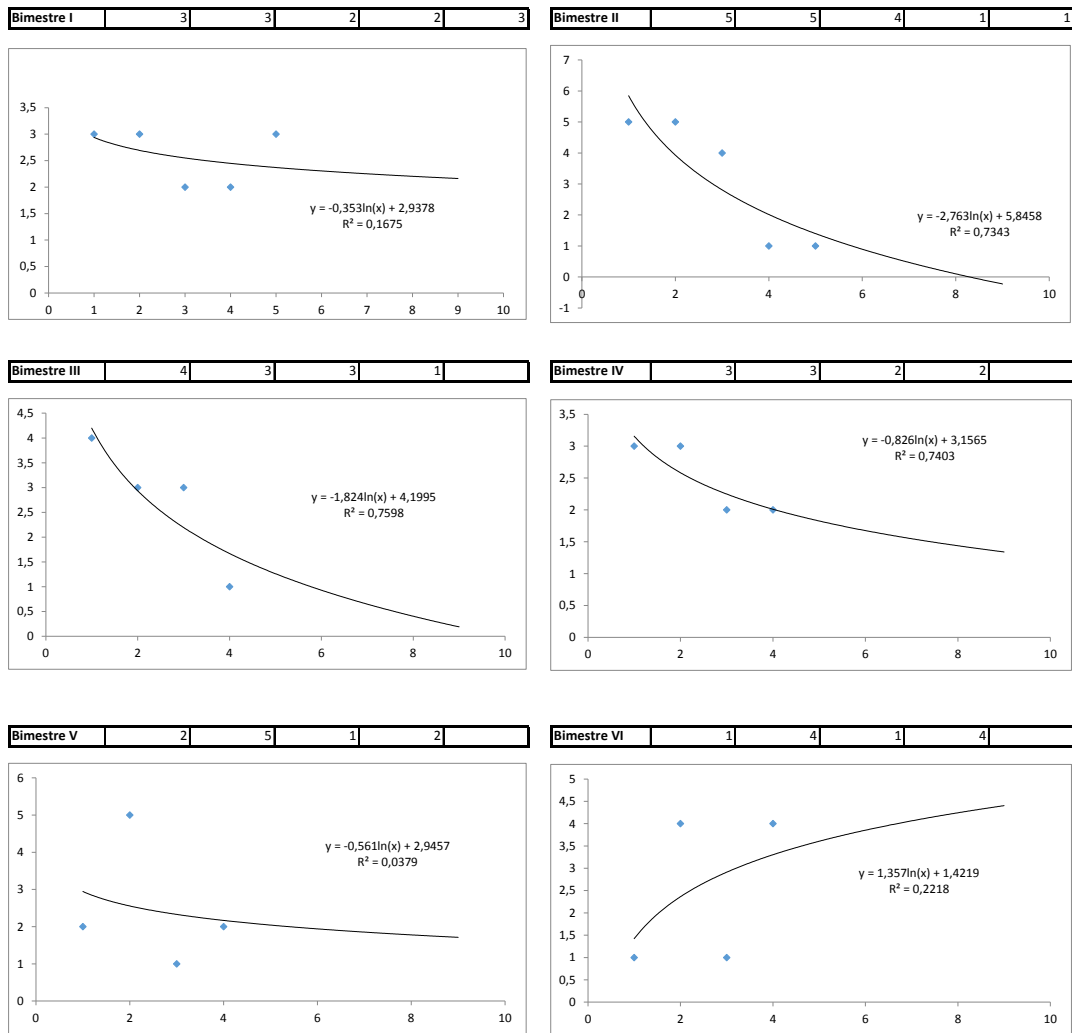


Gráfico 2-4 Demanda de elevadores 2017

Elaborado por: Freddy Guananga, 2016.

En el gráfico 2-4 se describe el comportamiento bimestral de las ventas de elevadores por el método de regresión lineal, donde se observa a la ecuación que gobierna a las variables como herramienta básica para la planeación de la producción.



Figura 1-4 Productos elaborados (MIVIRN)

Fuente: MIVIRN

4.2 Diagramas de Procesos

La elaboración de diagramas se realiza con el fin de señalar el proceso para la construcción de las maquinarias, tanto para el elevador de 500Kg como para la concreteira de saco y medio, donde se representa todas las operaciones, transporte, inspecciones, retrasos y almacenamientos que se tiene durante el proceso, información que se considere necesaria para el análisis, como el tiempo requerido y distancias recorridas.

4.2.1 Diagrama de Procesos para la Construcción de una Concreteira

El diagrama de proceso de la concreteira empieza con la fabricación del puente y chasis, para posteriormente fabricar el trompo y cabina en la presente figura 4-2 se resume el resultado obtenido, esto permitió tener en cuenta la cantidad de operaciones implicadas, la distancia que recorren los materiales y el tiempo empleado en cada actividad.

EMPRESA		MIVIRN		Hoja N° 1			
Producto :		CONCRETERA		Empieza :			
Elaborado por:		Ing. Freddy Guananga Díaz		Termina:			
Revisado por:		Ing. Gloria Miño Cascante		Dpto: Producción			
				Propuesto			
Dist. m	Tpo. min	SIMB OLOS					DESCRIPCIÓN
		□	○	D	⇨	▽	MÓDULO N° 1 : PUENTE
17,20	360,3	□	○	D	⇨	▽	Almacenado en bodega para perfiles
15,45		□	○	D	⇨	▽	Se transporta manualmente por el operario
	2	□	○	D	⇨	▽	Colocar en el piso
	10	□	○	D	⇨	▽	Cortar el perfil en secciones de 115 cm
21,78	0	□	○	D	⇨	▽	Se transporta manualmente a la sección de soldadura
	31	□	○	D	⇨	▽	Permanece sobre mesa de trabajo
	48	□	○	D	⇨	▽	Soldar Puente y Ejes de ruedas
	12	□	○	D	⇨	▽	Montaje de Rodamiento Posterior
	7	□	○	D	⇨	▽	Montaje de Manzana
	288	□	○	D	⇨	▽	Montaje de Rodamiento Delantero y Rodela plana
	8	□	○	D	⇨	▽	Montaje de Tuerca Castilla ¾"
	8	□	○	D	⇨	▽	Montaje de Tapón
	68	□	○	D	⇨	▽	Montaje de Aro y Neumático
	39	□	○	D	⇨	▽	Montaje de Pernos M16 (6)
	24	□	○	D	⇨	▽	Inspección de partes ensambladas
	21	□	○	D	⇨	▽	Permanece en puesto con las demás partes
							MÓDULO N° 2 : CHASIS
15,43		□	○	D	⇨	▽	Almacenado en sección para perfiles
	4	□	○	D	⇨	▽	Se transporta manualmente por el operario
	40	□	○	D	⇨	▽	Colocar en el piso
27,8		□	○	D	⇨	▽	Cortar el perfil según requerimientos
	16	□	○	D	⇨	▽	Se transporta manualmente a la sección de soldadura
	57	□	○	D	⇨	▽	Permanece sobre la mesa de trabajo
15,45		□	○	D	⇨	▽	Soldar Perfil UPN
	24	□	○	D	⇨	▽	Se transporta a la sección de corte
	36	□	○	D	⇨	▽	Colocar en el piso
6,78		□	○	D	⇨	▽	Cortar de acuerdo a su aplicación
0	37	□	○	D	⇨	▽	Se traslada a la sección taladrado
27,8		□	○	D	⇨	▽	Perforar M14 (4)
	40	□	○	D	⇨	▽	Se traslada a la sección soldadura
		□	○	D	⇨	▽	Soldar perfil ángulo (75×8)
2,25		□	○	D	⇨	▽	Almacenado en depósito de Planchas
	25	□	○	D	⇨	▽	Se traslada a sección de corte
	31	□	○	D	⇨	▽	Colocar en mesa de corte
36,8		□	○	D	⇨	▽	Cortar el elemento
0	23	□	○	D	⇨	▽	Se traslada a sección taladrado
21,78		□	○	D	⇨	▽	Taladrar M14 (2)
	67	□	○	D	⇨	▽	Se traslada a sección soldadura
	21	□	○	D	⇨	▽	Soldar todos los elementos del chasis
1,94	421	□	○	D	⇨	▽	Inspección de partes ensambladas
		□	○	D	⇨	▽	Se traslada a ensamble 1ra. Fase

Figura 2-4 Diagrama de proceso puente-chasis

Elaborado por: Freddy Guananga, 2016.

EMPRESA		MIVIRN		Hoja N° 2			
Producto :		CONCRETERA		Empieza :			
Elabora do por:		Ing. Freddy Guananga Diaz		Termina :			
Revisado por:		Ing. Gloria Miño Cascante		Dpto: Producción			
				Propuesto			
Dist. m	Tpo. min	SIMBOLOS					DESCRIPCIÓN
		□	○	D	⇨	▽	MÓDULO N° 3 : FRONTAL
2,25		□	○	D	⇨	▽	Almacenado en bodega para planchas
	13	□	○	D	⇨	▽	Se transporta manualmente a mesa de trabajo
	62	□	○	D	⇨	▽	Trazar piezas
2,62		□	○	D	⇨	▽	Cortar las diferentes piezas
	5	□	○	D	⇨	▽	Se transporta a la sección de tala drado
	16	□	○	D	⇨	▽	Permanece sobre mesa de trabajo
17,55		□	○	D	⇨	▽	Realizar perforaciones 4 M17
	9	□	○	D	⇨	▽	Se transporta a la sección dobla do
	163	□	○	D	⇨	▽	En espera mientras se selecciona el patrón
13,13		□	○	D	⇨	▽	Doblar los elementos del frontal
	26	□	○	D	⇨	▽	Se transporta a sección soldadura
	106	□	○	D	⇨	▽	Permanece en espera mientras selecciona partes
	18	□	○	D	⇨	▽	Soldar frontal
	48	□	○	D	⇨	▽	Soldar Base
	325	□	○	D	⇨	▽	Soldar Placa base y Guia de tiro
	457	□	○	D	⇨	▽	Montaje de Chumacera cuadrada con pernos M14 (4)
	38	□	○	D	⇨	▽	Montaje Manzana – Volante – Eje de volante
	39	□	○	D	⇨	▽	Montaje Piñón
	13	□	○	D	⇨	▽	Soldar Pe dadera
	40	□	○	D	⇨	▽	Montaje Resorte
	27	□	○	D	⇨	▽	Montaje Tiro
	22	□	○	D	⇨	▽	Soldar Pa sador
36	1426	□	○	D	⇨	▽	Inspeccionar correcto ensamble
							MÓDULO N° 4 : BRAZO
2,25		□	○	D	⇨	▽	Almacenado en bodega para planchas
	26	□	○	D	⇨	▽	Se transporta manualmente a mesa de trabajo
	875	□	○	D	⇨	▽	Trazar piezas mediante plantillas
21,8	0	□	○	D	⇨	▽	Cortar las diferentes piezas
	13	□	○	D	⇨	▽	Se transporta a la sección soldadura
	501	□	○	D	⇨	▽	Permanece sobre mesa de trabajo
	119	□	○	D	⇨	▽	Soldar partes del brazo
	66	□	○	D	⇨	▽	Soldar Bocín con partes del brazo
	48	□	○	D	⇨	▽	Soldar Buje Frontal
	40	□	○	D	⇨	▽	Soldar Buje Posterior
	48	□	○	D	⇨	▽	Soldar Placa Base RD
	70	□	○	D	⇨	▽	Montaje Rueda Denta da Frontal con pernos M14 (4)
	79	□	○	D	⇨	▽	Montaje Chumacera Frontal – Rodamiento – Eje Frontal
	37	□	○	D	⇨	▽	Montaje Piñón Motriz – Eje Motriz
	22	□	○	D	⇨	▽	Montaje Chumacera del Motriz – Rodamiento
		□	○	D	⇨	▽	Se inspecciona el correcto ensamble

Figura 3-4 Diagrama de proceso frontal – brazo

Elaborado por: Freddy Guananga, 2016.

EMPRESA		MIVIRN		Hoja N° 3			
Producto:		CONCRETERA		Empieza:			
Elaborado por:		Ing. Freddy Guananga Diaz		Termina:			
Revisado por:		Ing. Gloria Miño Cascante		Dpto: Producción			
				Propuesto			
Dist. m	Tpo. min	SIMBOLOS					DESCRIPCIÓN
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	MÓDULO N° 5 : TROMPO
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Almacenado en bodega para planchas
2,25		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Se transporta manualmente a mesa de trabajo
	26	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Trazar piezas mediante plantillas
	642	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Cortar las diferentes piezas
26,38		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Se transporta a la sección de barolado
	18	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Permanece en el piso
	774	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Barolado en cilindro y conos
9,56		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Se transporta a la sección soldadura
	66	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	En espera mientras se prepara el hornado
	84	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Hornar las piezas
	774	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Soldar partes del Trompo
	48	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Soldar Anillo de Boca
	141	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Soldar Cono Nervado
	79	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Montaje eje del trompo con pemo de Fijación M14
	70	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Soldar Aletas
	79	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Montaje Cinta dentada con Perno de fijación M17 (6)
	119	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Maquinado con moladora de las suelas
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Se transporta a máquina de cilindrar y centrar piezas
	44	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Permanece en espera mientras se prepara máquina de c
	92	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Centrado y balanceo de las piezas
	22	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Se inspecciona el correcto ensamble
38,19	3077	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Se transporta al ensamble 4ta. Fase (producto final)
							MÓDULO N° 6 : CABINA
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Almacenado en bodega para planchas
2,25		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Se transporta manualmente a mesa de trabajo
	26	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Trazar piezas
	106	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Cortar las diferentes piezas
17,55		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Se transporta a la sección doblado
	13	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	En espera mientras se selecciona el patrón
	404	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Realizar el doblado de las piezas
3,4		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Se transporta a la sección soldadura
	31	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	En espera mientras se prepara el hornado
	404	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Hornado de partes
	123	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Soldar Cuerpo de cabina
	79	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Soldar Tapa de Cabina
	31	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Soldar Placa de Refuerzo
	26	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Montaje de Tapa con Perno pasador M17 (2)
	22	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Se inspecciona el correcto ensamble
	79	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Montaje Piñón Motriz – Eje Motriz
	37	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Montaje Chumacera del Motriz – Rodamiento
	22	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Se inspecciona el correcto ensamble

Figura 4-1 Diagrama de proceso trompo - cabina

Elaborado por: Freddy Guananga, 2016.

EMPRESA			MIVIRN				Hoja N°	4
Producto :		CONCRETERA		Empieza :		MÉTODO		
Elaborado por:		Ing. Freddy Guananga Díaz		Termina:		Actual X		
Revisado por:		Ing. Gloria Miño Cascante		Dpto:		Producción Propuesto		
Dist. m	Tpo. min	SIMBOLOS					DESCRIPCIÓN	
		□	○	D	⇒	▽	ENSAMBLE PRODUCTO FINAL	
	62	□	○	D	⇒	▽	Ensamble producto final 1ra. Etapa	
	84	□	○	D	⇒	▽	Ensamble producto final 2da. Etapa	
	122	□	○	D	⇒	▽	Ensamble producto final 3ra. Etapa	
	127	□	○	D	⇒	▽	Ensamble producto final 4ta. Etapa	
	70	□	○	D	⇒	▽	Ensamble producto final 5ta. Etapa	
	48	□	○	D	⇒	▽	En espera mientras se prepara equipo de pintura	
	163	□	○	D	⇒	▽	Pintado del producto	
	426	□	○	D	⇒	▽	En espera mientras se seca la pintura	
	62	□	○	D	⇒	▽	Ensamble de piezas y accesorios (Opcional)	
	23	□	○	D	⇒	▽	Inspección del funcionamiento del producto	
		□	○	D	⇒	▽	Se transporta el producto a puesto de exhibición	
	1187	□	○	D	⇒	▽	Almacenaje del producto terminado en lugar de	
312	9888	7	70	18	29	8		

Figura 5-4 Diagrama de procesos ensamble

Elaborado por: Freddy Guananga, 2016.

Tabla 5-4 Resumen actividades proceso concretera

ACTIVIDADES		ACTUAL	PROPUESTO	DIFERENCIA
□	Inspección	7	-	-
○	Operación	70	-	-
D	Espera	18	-	-
⇒	Transporte	29	-	-
▽	Almacenaje	8	-	-
Total	Actividades	132		
Distancia	mtrs.	312		
Tmpo. Total	min	9888		

Elaborado por: Freddy Guananga, 2016.

El diagrama de proceso de la figura 4-4 a la 5-4 se muestra de manera pormenorizada las actividades que se elabora para la manufactura de la concretera, empieza con la fabricación del puente y chasis donde se describen las actividades de inspección, operación, espera, transporte y almacenaje, así como la descripción del proceso de fabricación del trompo, cabina y ensamblaje.

En la tabla 5-4 se resumen y se totalizan cada una de las actividades, su distancia total y el tiempo total de todo el proceso expresado en minutos, se resume el resultado obtenido, esto facilita tener en cuenta la cantidad de operaciones implicadas, la distancia que recorren los materiales y el tiempo empleado en cada proceso.

4.2.2 Diagrama de Procesos para la Construcción de un Elevador

EMPRESA		MIVIRN		Hoja N° 1			
Producto :		ELEVADOR		MÉTODO			
Elaborado por:		Ing. Freddy Guananga Diaz		Actual X			
Revisado por:		Ing. Gloria Miño Cascante		Propuesto			
Dpto:		Producción					
Dist.	Tpo.	SIMBOLOS					DESCRIPCIÓN
m	min	□	○	D	⇌	▽	MODULO N° 1 COVER Y TAPA
		□	○	D	⇌	▽	Almacenado en bodega para planchas
	2	□	○	D	⇌	▽	Selección de la plancha de 4 mm
	31	□	○	D	⇌	▽	Trazado de la carcasa en la plancha
	29	□	○	D	⇌	▽	Cortar con plasma la plancha
30	4	□	○	D	⇌	▽	Se transporta hacia la mesa de trabajo por el operario
	36	□	○	D	⇌	▽	Retiro de las rebabas del corte por plasma
8	1	□	○	D	⇌	▽	Se transporta hacia la dobladora hidráulica por el
	89	□	○	D	⇌	▽	Doblado de la carcasa del carrete
40	4	□	○	D	⇌	▽	Se transporta hacia el taladro vertical
	54	□	○	D	⇌	▽	Taladrar los agujeros de las ruedas
25	2	□	○	D	⇌	▽	Se transporta hacia la sección de suelda por el operario
	107	□	○	D	⇌	▽	Demora hasta realización de los soportes de la carcasa
		□	○	D	⇌	▽	Almacenado en bodega para platinas
	2	□	○	D	⇌	▽	Selección de la platina de 1 1/2" x 1/4"
8	1	□	○	D	⇌	▽	Se transporta hacia la mesa de trabajo
	68	□	○	D	⇌	▽	Trazado, cortado y doblado de la platina
10	1	□	○	D	⇌	▽	Se transporta hacia el taladro vertical
	21	□	○	D	⇌	▽	Realización del agujero en la platina
25	2	□	○	D	⇌	▽	Se transporta hacia la sección de suelda por el operario
	161	□	○	D	⇌	▽	Armado de la carcasa con las platinas y soporte
45	4	□	○	D	⇌	▽	Se transporta hacia el almacén de suministros

Figura 6-4 Diagrama de procesos cover - tapa

Elaborado por: Freddy Guananga, 2016.

EMPRESA		MIVIRN		Hoja N° 2			
Producto :		ELEVADOR		Empieza :			
Elaborado por :		Ing. Freddy Guananga Diaz		Termina :			
Revisado por :		Ing. Gloria Miño Cascante		Dpto: Producción			
				MÉTODO			
				Actual X			
				Propuesto			
Dist.	Tpo.	SIMBOLOS					DESCRIPCIÓN
m	min						MÓDULO N° 2 : SISTEMA DE MARCHA
	3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Selección del eje de $\sigma 3/4"$ de acero 705 y de 3"
15	3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Se transporta hacia la cortadora eléctrica el eje 705
	71	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Corte del eje para el piñón Z = 33 y eje motor
15	3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Se transporta hacia el torno por el operario los ejes
	214	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Torneado del eje motor y el piñón Z = 33
	7	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Inspección general del eje motor y el piñón Z = 33
25	4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Se transporta hacia la fresadora el eje motor y el piñón
	357	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Fresado del piñón Z=33, y agujeros para las chavetas en
	7	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Inspección general de fresado realizado
15	3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Se transporta hacia el almacén de suministros
25	4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Se transporta hacia la prensa hidráulica el piñón Z=33
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Almacenaje del eje motor hasta el envío a tratamiento
	71	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Realización del canal en el piñón Z=33 en la prensa
	18	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Inspección y limpieza del canal realizado
25	4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Se transporta hacia el almacén de suministros
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Almacenaje hasta el envío a tratamiento térmico
							MÓDULO N° 3 : SISTEMA DE EMBRAGUE Y FRENO
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Almacenaje de los ejes de transmisión
	3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Selección del acero de transmisión de $\sigma 3 1/2"$ y 1"
15	4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Se transporta hacia la cortadora eléctrica los ejes
	43	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Corte del eje de las ruedas del elevador
20	3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Se transporta hacia el torno por el operario
	285	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Torneado del eje y las ruedas del elevador
	5	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Inspección del eje y las ruedas del elevador
25	3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Se transporta hacia la sección de suelda el eje y las
	71	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Demora hasta realizar la placa de soporte de las ruedas
20	3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Se transporta hacia la sección de planchas
0	4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Selección de la plancha de 4 mm
0	29	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Trazado y corte de la plancha de soporte de las ruedas
35	4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Se transporta hacia la mesa de trabajo la plancha
	71	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Limado y limpiado de la escoria de la plancha de soporte
35	4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Se transporta hacia la prensa hidráulica
0	71	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Doblado de la placa de la rueda
45	4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Se transporta hacia el taladro vertical la placa doblada
	29	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Trazado y taladrado de los agujeros
25	3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Se transporta hacia la sección de suelda la placa
	43	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Colocado de la placa con las ruedas
	18	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Limpieza de la rueda realizada
	5	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Inspección general de la rueda del elevador
50	4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Se transporta hacia la bodega de suministros industriales

Figura 7-4 Diagrama de procesos sistemas: Marchas-embrague-freno

Elaborado por: Freddy Guananga, 2016.

EMPRESA		MIVIRN		Hoja N° 3			
Producto :		ELEVADOR		MÉTODO			
Elaborado por:		Ing. Freddy Guananga Diaz		Actual X			
Revisado por:		Ing. Gloria Miño Cascante		Propuesto			
Dist.	Tpo.	SIMBOLOS					DE SCRIPCION
m	min						MÓDULO N° 4: TAMBOR PORTA CABLE
	2	□	○	D	⇒	▽	Selección plancha 4 mm
	29	□	○	D	⇒	▽	Trazado de la plancha del cilindro v disco 1 v 2 del
	18	□	○	D	⇒	▽	Corte de la plancha trazado con plasma
35	4	□	○	D	⇒	▽	Se transporta hacia la mesa de trabajo las planchas
	11	□	○	D	⇒	▽	Limpido v limado la escoria de las planchas cortadas
30	4	□	○	D	⇒	▽	Se transporta hacia la baladora la plancha del cilindro
	54	□	○	D	⇒	▽	Balorado del cilindro
25	3	□	○	D	⇒	▽	Se transporta hacia el torno por el operario
	214	□	○	D	⇒	▽	Refrentado de los filos de los discos v del cilindro
	2	□	○	D	⇒	▽	Se transporta hacia la sección de suelda
	232	□	○	D	⇒	▽	Demora hasta realizar las manzanas del carrete
35	4	□	○	D	⇒	▽	Se transporta hacia la sección de los ejes
	4	□	○	D	⇒	▽	Selecciona el eje de $\varnothing 2\frac{3}{4}$ "
20	3	□	○	D	⇒	▽	Se transporta hacia la cortadora eléctrica
	52	□	○	D	⇒	▽	Trazado v corte de dos manzanas del carrete
15	2	□	○	D	⇒	▽	Se transporta hacia el torno por el operario las dos
	232	□	○	D	⇒	▽	Torneado de las dos manzanas del carrete
32	4	□	○	D	⇒	▽	Se transporta hacia la prensa hidráulica
	178	□	○	D	⇒	▽	Realización del canal en las manzanas
28	3	□	○	D	⇒	▽	Se transporta hacia la sección de suelda por el operario
	161	□	○	D	⇒	▽	Suelda de manzanas en el disco del carrete
	11	□	○	D	⇒	▽	Limpieza de la escoria de la suelda realizada
	214	□	○	D	⇒	▽	Suelda del disco del carrete con el cilindro
	11	□	○	D	⇒	▽	Limpieza de la escoria realizada
	5	□	○	D	⇒	▽	Inspección general del carrete realizado
45	4	□	○	D	⇒	▽	Se transporta hacia el almacén de suministro del carrete

Figura 8-4 Diagrama de procesos tambor – portacable

Elaborado por: Freddy Guananga, 2016.

EMPRESA		MIVIRN		Hoja N° 4			
Producto :		ELEVADOR		MÉTODO			
Elaborado por:		Ing. Freddy Guananga Diaz		Actual X			
Revisado por:		Ing. Gloria Miño Cascante		Propuesto			
Dpto:		Producción					
Dist.	Tpo.	SIMBOLOS					DESCRIPCIÓN
m	min						MÓDULO N°5: CARCAZA Y PATIN
	3	□	○	D	⇒	▽	Selecciona la plancha de 3 mm
	11	□	○	D	⇒	▽	Trazado y corte de la plancha de 3 mm
25	3	□	○	D	⇒	▽	La plancha cortada hacia la prensa hidráulica
	18	□	○	D	⇒	▽	Prensado de la tapa
30	4	□	○	D	⇒	▽	Se transporta hacia la mesa de trabajo
	18	□	○	D	⇒	▽	Limado de la tapa prensada
	4	□	○	D	⇒	▽	Trazado de los agujeros para los pernos
8	2	□	○	D	⇒	▽	Se transporta hacia el taladro vertical
	11	□	○	D	⇒	▽	Taladrado de los cuatro agujeros de $\varnothing \frac{1}{4}$ "
25	4	□	○	D	⇒	▽	Se transporta hacia la sección de suelda
	3	□	○	D	⇒	▽	Se pone en posición la carcasa
	11	□	○	D	⇒	▽	Coloca la tapa sobre la carcasa y traza los agujeros
25	4	□	○	D	⇒	▽	Se transporta la carcasa hacia la sección de taladrado
	11	□	○	D	⇒	▽	Taladrado de cuatro agujeros de $\varnothing \frac{1}{4}$ "
10	3	□	○	D	⇒	▽	Se transporta hacia la mesa de trabajo
	29	□	○	D	⇒	▽	Machuelado de los orificios y colocado de la tapa
10	3	□	○	D	⇒	▽	Se transporta hacia la fresadora la carcasa realizada
	321	□	○	D	⇒	▽	Rectificado de los bordes de la caja y agujeros
	5	□	○	D	⇒	▽	Inspección general de la caja de transmisión
	214	□	○	D	⇒	▽	Demora hasta la suelda con la caja de transmisión y tapa
	4	□	○	D	⇒	▽	Selecciona la plancha 9 mm
	18	□	○	D	⇒	▽	Traza la tapa y bordes de la caja de transmisión
	29	□	○	D	⇒	▽	Corte de la tapa y bordes de transmisión de fuerza
30	4	□	○	D	⇒	▽	Se transporta hacia la mesa de trabajo las planchas
	71	□	○	D	⇒	▽	Limado y limpiado de los bordes de corte
	36	□	○	D	⇒	▽	Doblado del borde realizado
20	4	□	○	D	⇒	▽	Se transporta hacia la sección de suelda
	54	□	○	D	⇒	▽	Colocado del molde y armado de la tapa y borde
20	4	□	○	D	⇒	▽	Se transporta hacia la sección de ángulo y platina
	4	□	○	D	⇒	▽	Selecciona la platina cuadrada para el refuerzo
20	3	□	○	D	⇒	▽	Se transporta hacia la mesa de trabajo
	18	□	○	D	⇒	▽	Trazado y corte de los refuerzos del borde
	36	□	○	D	⇒	▽	Limado y doblado del refuerzo del borde
25	4	□	○	D	⇒	▽	Se transporta hacia la sección de suelda los refuerzos
	89	□	○	D	⇒	▽	Armado y suelda de los refuerzos
30	4	□	○	D	⇒	▽	Se transporta hacia la sección de planchas
	3	□	○	D	⇒	▽	Selecciona la plancha de 12 mm
	18	□	○	D	⇒	▽	Trazado y corte de la placa y los nervios
30	4	□	○	D	⇒	▽	Se transporta hacia la mesa de trabajo
	71	□	○	D	⇒	▽	Limpiado de la placa base y los nervios
	243	□	○	D	⇒	▽	Suelda de la placa base y los nervios
	36	□	○	D	⇒	▽	Limpeza de la suelda de la placa y del nervio de la
30	1	□	○	D	⇒	▽	Se transporta hacia la sección de ángulos
	3	□	○	D	⇒	▽	Selecciona el ángulo $2 \times 1 \frac{1}{4}$ " e = 6 mm

Figura 9-4 Diagrama de proceso carcaza y patín

Elaborado por: Freddy Guananga, 2016.

EMPRESA		MIVIRN		Hoja N° 5		
Producto :		ELEVADOR		MÉTODO		
Elaborado por:		Ing. Freddy Guananga Diaz		Actual X		
Revisado por:		Ing. Gloria Miño Cascante		Propuesto		
Dpto:		Producción				
Dist.	Tpo.	SIMBOLOS				DESCRIPCIÓN
m	min	□	○	D	⇒	▽
	4	□	○	D	⇒	▽
8	1	□	○	D	⇒	▽
	11	□	○	D	⇒	▽
30	3	□	○	D	⇒	▽
25	2	□	○	D	⇒	▽
	107	□	○	D	⇒	▽
35	3	□	○	D	⇒	▽
	7	□	○	D	⇒	▽
	36	□	○	D	⇒	▽
15	1	□	○	D	⇒	▽
	0	□	○	D	⇒	▽
	54	□	○	D	⇒	▽
15	1	□	○	D	⇒	▽
0	36	□	○	D	⇒	▽
	3	□	○	D	⇒	▽
	11	□	○	D	⇒	▽
35	3	□	○	D	⇒	▽
	21	□	○	D	⇒	▽
8	1	□	○	D	⇒	▽
	7	□	○	D	⇒	▽
25	2	□	○	D	⇒	▽
	7	□	○	D	⇒	▽
	11	□	○	D	⇒	▽
	4	□	○	D	⇒	▽
8	1	□	○	D	⇒	▽
	18	□	○	D	⇒	▽
15	4	□	○	D	⇒	▽
MÓDULO N° 6 : ESTRUCTURA Y SOPORTE						
Selección del tubo de 1" y varilla lisa de 3/4"						
Se transporta hacia la mesa de trabajo						
Trazado y corte del tubo y varilla lisa						
Se transporta hacia la prensa hidráulica la varilla lisa						
Se transporta el tubo de 1" hacia la dobladora						
Prensado de la varilla en forma de U						
Se transporta hacia el taladro vertical						
Taladrado del soporte del elevador de forma U						
Limado y pulido la U taladrada						
Se transporta hacia la mesa de ensamble la U realizada						
Almacenaje hasta que lo requieran						
Doblado del tubo						
Se transporta hacia la sección de suelda						
Demora hasta realizar la placa de soporte						
Selección de la placa de 4 mm						
Trazado y corte de la plancha seleccionada						
Se transporta hacia la mesa la plancha cortada						
Limado y pulido del corte realizado						
Se transporta hacia el taladro vertical la plancha limada						
Taladrado de la plancha						
Se transporta hacia la sección de suelda por el operario						
Armado de la base de soporte del motor						
Suelda general del soporte						
Limpieza del soporte						
Se transporta hacia la sección de pintura						
Pintado de la base del motor						
Se transporta hacia el almacén de suministros						

Figura 10-4 Diagrama de proceso estructura y soporte

Elaborado por: Freddy Guananga, 2016.

EMPRESA		MIVIRN		Hoja N° 6			
Producto :		ELEVADOR		Empieza :			
Elaborado por:		Ing. Freddy Guananga Diaz		Termina:			
Revisado por:		Ing. Gloria Miño Cascante		Dpto: Producción			
				MÉTODO			
				Actual X			
				Propuesto			
Dist. m	Tpo. min	SIMBOLOS					DESCRIPCIÓN
		□	○	D	⇌	▽	MÓDULO N° 7 PAYLODER
	2	□	○	D	⇌	▽	Selección plancha de 18 mm
	29	□	○	D	⇌	▽	Trazado de la tapa fondo en la plancha
	18	□	○	D	⇌	▽	Corte de la tapa de fondo
9	4	□	○	D	⇌	▽	Se transporta hacia la mesa de trabajo
	11	□	○	D	⇌	▽	Retiro de las limallas y rebabas del corte
7,5	3	□	○	D	⇌	▽	Se transporta hacia el torno por el operario
	457	□	○	D	⇌	▽	Torneado de la plancha
	7	□	○	D	⇌	▽	Inspección de la tapa fondo
15,5	3	□	○	D	⇌	▽	Se transporta hacia la fresadora
	214	□	○	D	⇌	▽	Fresado de la plancha y realización de los agujeros
	4	□	○	D	⇌	▽	Limpieza del fresado realizado
25	4	□	○	D	⇌	▽	Se transporta hacia la sección de suelda por el operario
	36	□	○	D	⇌	▽	Demora hasta que realice el bocin guía
	3	□	○	D	⇌	▽	Selecciona el eje de transmisión de $\phi 2 \frac{1}{4}$ "
10	4	□	○	D	⇌	▽	Se transporta hacia la cortadora eléctrica el eje seleccionado
	29	□	○	D	⇌	▽	Trazado y corte del eje para el bocin
10	3	□	○	D	⇌	▽	Se transporta hacia el torno por el operario
	107	□	○	D	⇌	▽	Torneado del bocin
15,5	4	□	○	D	⇌	▽	Se transporta hacia la sección de suelda
	43	□	○	D	⇌	▽	Suelda del bocin con la tapa fondo del elevador
15,5	4	□	○	D	⇌	▽	Se transporta hacia el torno la tapa base soldada
	2	□	○	D	⇌	▽	Selección de la plancha de 6 mm
	11	□	○	D	⇌	▽	Trazado del cuerpo de la carcasa
	18	□	○	D	⇌	▽	Corte con plasma la carcasa del embrague
	6	□	○	D	⇌	▽	Limpieza de la escoria de la caja de transmisión
25	3	□	○	D	⇌	▽	Se transporta hacia la baladora la plancha del cuerpo cortado
	29	□	○	D	⇌	▽	Balorado del cuerpo de la carcasa
20	3	□	○	D	⇌	▽	Se transporta hacia la sección de suelda la plancha balorada
	71	□	○	D	⇌	▽	Demora hasta realizar las demás piezas
15	4	□	○	D	⇌	▽	Se transporta hacia la sección de las planchas
	7	□	○	D	⇌	▽	Selecciona la plancha de 5 mm
	29	□	○	D	⇌	▽	Traza la placa superior, la placa de soporte y la de curva
	54	□	○	D	⇌	▽	Corte con plasma las placas
25	4	□	○	D	⇌	▽	Se transporta hacia la mesa de trabajo
	321	□	○	D	⇌	▽	Doblado y limado de las tres planchas
10	3	□	○	D	⇌	▽	Se transporta hacia la sección de suelda
	1070	□	○	D	⇌	▽	Armado de la carcasa y suelda
30	4	□	○	D	⇌	▽	Se transporta hacia la sección de suministros industriales
	2	□	○	D	⇌	▽	Selección de la barra
15	3	□	○	D	⇌	▽	Se transporta hacia la mesa de trabajo
	11	□	○	D	⇌	▽	Corte de tacos de soporte de la tapa
15	3	□	○	D	⇌	▽	Se transporta hacia la mesa de trabajo
	36	□	○	D	⇌	▽	Suelda de los tacos en la carcasa
	178	□	○	D	⇌	▽	Pulido y retiro de las rebabas soldadas
	214	□	○	D	⇌	▽	Demora hasta realizar la tapa

Figura 11-4 Diagrama de proceso payloeder

Elaborado por: Freddy Guananga, 2016.

Tabla 6-4 Resumen de actividades construcción de elevador

ACTIVIDADES		ACTUAL	PROPUESTO	DIFERENCIA
□	Inspección	8	-	-
○	Operación	106	-	-
D	Espera	5	-	-
⇒	Transporte	75	-	-
▽	Almacenaje	10	-	-
Total	Actividades	204		
Distancia	mtrs.	1678		
Tmpo. Total	min	8407		

Elaborado por: Freddy Guananga, 2016.

El diagrama de proceso del elevador empieza en la figura 6-4 hasta la 10-4, con la manufactura del cover y tapa, para posteriormente fabricar las marchas-embrague-freno, tambor, porta cable, carcaza, patín, estructura y soporte.

La tabla 6-4 resume el resultado obtenido en la que se totaliza la cantidad de operaciones implicadas, la distancia que recorren los materiales y el tiempo empleado en este proceso, de manera resumida, su distancia total que asciende a 1678 m y el tiempo total de 8407 minutos.

4.3 Descripción de los procesos

Como punto de partida se describirán los procesos asociados a la manufactura de dos máquinas que manufactura la empresa MIVIRN que son las concreteras y elevadores, éstos dos productos actualmente comparten etapas del proceso y corresponde al 65% del total de la actividad empresarial, el 35% de actividades de la planta de producción se dedica a la creación de elementos mecánicos; así como actividades de soldadura, maquinado y elaboración de partes y piezas de diversa variedad, razón por la cual se gestiona y distribuye recursos, eventos y procesos para cumplir con las ordenes de pedido de los clientes por lo que se exige un fuerte enfoque en la disponibilidad de inventarios de materia prima, maquinaria así como mano de obra, ésta descripción de los procesos de producción

se visualiza en el conjunto de acciones que se interrelacionan de forma lógica y secuencial, en donde intervienen todos los recursos disponibles.

4.3.1 Trazado y corte

Representa el proceso al cual se transforma la materia prima, iniciándose con el trazado en las planchas de acero de las partes estructurales de las máquinas, los puentes, chasis, frontal, brazo, trompo y la cabina; seguidamente al trazado y corte de los materiales se realiza el mecanizado, esto en el caso de la concretara. En el caso del elevador se tiene el trazado, corte y rectificado por el tipo de especificación que requiere la carcasa del elevador; es importante mencionar el corte para los diversos piñones necesarios para el elevador, así como el material para el embrague, cuya materia prima necesaria son los ejes de acero, el mecanizado es la actividad que pule las rebabas e imperfecciones de los contornos de los materiales, dejándolo listo para el ensamble.



Figura 12-4 Corte

Elaborado por: Freddy Guananga, 2016.

4.3.2 Mecanizado de componentes

Una vez realizados los cortes y trazados de la concretera como los del elevador, se procede al mecanizado para la fabricación de los piñones en donde se tornea la materia prima previamente cortada para luego ser conducida al área de fresado, concluyendo con la forma de piñones que representan piezas claves para el funcionamiento adecuado del mecanismo, cabe indicar que éste proceso es el más crítico y requieren cuidado y habilidad máxima, pues un mínimo desvío en la exactitud de las medidas con respecto a los planos puede producir grandes vibraciones del producto terminado influyendo directamente en su buen o mal funcionamiento, es decir es un factor de primer orden que determina la calidad de desempeño de la máquina.

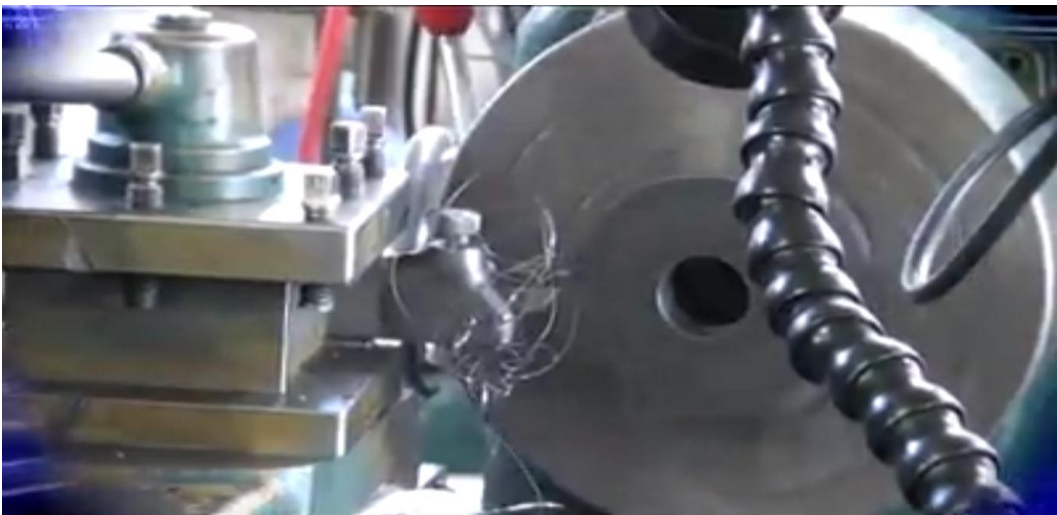


Figura 13-4 Torneado y fresado

Elaborado por: Freddy Guananga, 2016.

4.3.3 Soldadura

La soldadura con arco eléctrico es un proceso en el cual la unión de las partes se obtiene por fusión mediante el calor de un arco eléctrico entre un electrodo y el material de trabajo para ensamblar las diferentes partes y piezas de la maquinaria, un aspecto crítico de la calidad de producto porque también se requiere habilidad y experiencia por parte del

soldador, ya que por tratarse de soldadura manual con arco eléctrico la calidad de la unión fundida depende de la habilidad y ética de trabajo del soldador. Terminado el proceso de soldado se procede al ensamble de las partes principales del puente, chasis, frontal, trompo, cabina y carcasa, mediante la soldadura eléctrica.



Figura 14-2 Soldado

Elaborado por: Freddy Guananga, 2016.

4.3.4 Ensamble

El ensamble es el proceso de manufactura en el que se une todas las partes ya fabricadas, éstas partes son agregadas en secuencia, unidas de manera mecánica con suelda y otros métodos de rodadura y presión. La función básica de proceso de ensamble representa un conjunto completo de actividades que requieren otros productos como remaches, suelda, tornillos, pasadores, cuñas y uniones por ajuste a presión y la colocación de neumáticos.

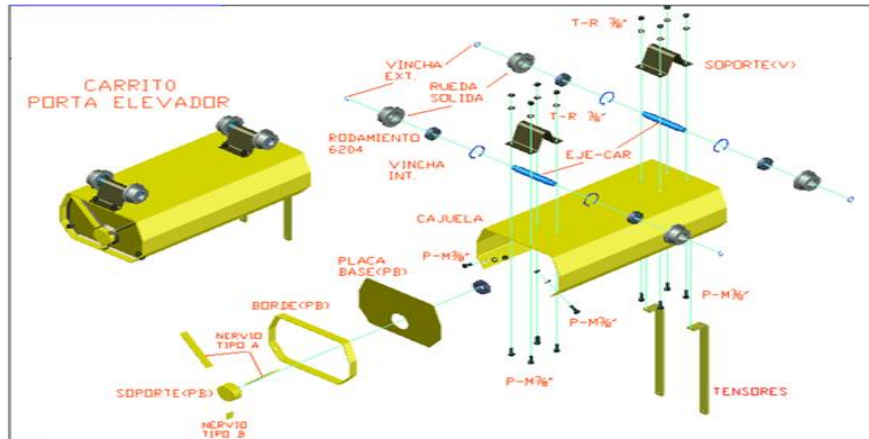


Figura 15-4 Ensamble

Elaborado por: Freddy Guananga, 2016.

4.4 Cálculo del tamaño de muestra

La técnica escogida para medir los tiempos de los procesos de la fabricación de maquinaria, es el cronometraje que consiste en la determinación del número de mediciones que se observan en el desempeño de cada actividad de los procesos. Con un nivel de confianza determinado, el proceso tiene como objetivo determinar el valor del promedio representativo para cada elemento. El método estadístico requiere que se efectúen cierto número de observaciones preliminares (n') para luego poder aplicar la siguiente fórmula:

$$n = \left(\frac{40 \sqrt{n' \sum x^2 - \sum(x)^2}}{\sum x} \right)^2$$

$$n = \left(\frac{40 \sqrt{7(43709528) - 17436^2}}{17436} \right)^2 = 10$$

Margen de error = 5,55%

n = Número de observaciones que debemos realizar en la medición

n' = Número de observaciones de la toma de datos

Σ = Sumatoria de observaciones del estudio preliminar

x = Valor de las observaciones.

40 = Constante para un nivel de confianza de 94,45%

Tabla 7-4 Registro del número de observaciones iniciales

Observaciones	Tiempo de proceso (min.) x	x ²
1	2487	6185169
2	2480	6150.400
3	2478	6140.484
4	2477	6135.529
5	2885	8323.225
6	2489	6195.121
7	2140	4579600
SUMA	17.436	43.709.528

Elaborado por: Freddy Guananga, 2016.

$$n = \left(\frac{40\sqrt{7(43709528) - 17436^2}}{17436} \right)^2 = 10,28$$

Del cálculo anterior por el método estadístico el tamaño de la muestra es 10 observaciones de tiempos cronometrados los cuales serán registrados considerando el recurso que consume para su elaboración con la finalidad de obtener el tiempo promedio requerido por el recurso y posterior cálculo del tiempo normal a través del porcentaje de valoración del trabajador y su correspondiente tiempo suplementario relacionado a la actividad que realiza el trabajador en su puesto de trabajo obteniéndose como resultado final el tiempo estándar de cada actividad conforme lo determinan las normas de la Organización Internacional de Trabajo (OIT) según las siguientes expresiones.

$$T_p = t_1 + t_2 + \dots + t_n / n ;$$

% Vt = Valoración Trabajador

$$T_N = T_p * \% Vt$$

% TS = % tiempo Suplementario

$$T_E = T_N(1 + \% TS) = T_N + T_N * \% TS$$

Tabla 8-4 Registro de tiempos por recursos parte 1

Empresa:		MIVIRN		Sujeto del Diagrama:		REGISTRO DE TIEMPOS DE CADA RECURSO				Código		Sección					
Dpto.		Producción		Elaborado por:		Freddy R. Guananga D.				Trazado- Corte Estructura		(A)					
Hoja N° 1		02-abr		Revisado por:		Ing Gloria Miño Cascante M D E Phd				Mecanizado Componentes		(B)					
										Soldadura Estr. Comp		(C)					
										Ensamblado y Acabado		(D)					
CONCRETERA						ELEVADOR											
Parte No.	Partes	Operación	Recurso	Tiempo de operación por Recurso				Parte No.	Partes	Operación	Recurso	Tiempo de operación por Recurso					
				(A)	(B)	(C)	(D)					(A)	(B)	(C)	(D)		
1	Puente	Corte	(A) Trazado- Corte Estructura	61				1	Cover y Tapa	Corte	(A) Trazado- Corte Estructura	259					
		Soldadura	(C) Soldadura Estr. Comp			103					Soldadura	(C) Soldadura Estr. Comp			184		
		Montaje (Pzas. Acces.)	(D) Ensamblado y Acabado				269				Maquinado	(B) Mecanizado Componentes		1682			
		Inspección	(D) Ensamblado y Acabado				25				Montaje (Pzas. Acces.)	(D) Ensamblado y Acabado				219	
2	Chasis	Corte	(A) Trazado- Corte Estructura	81				2	Sistema de Marcha	Corte	(A) Trazado- Corte Estructura	88					
		Soldadura	(C) Soldadura Estr. Comp			192					Maquinado	(B) Mecanizado Componentes		1353			
		Inspección	(D) Ensamblado y Acabado				28				Montaje (Pzas. Acces.)	(D) Ensamblado y Acabado				118	
3	Frontal	Trazado	(A) Trazado- Corte Estructura	153				3	Sistema de Embrague y freno	Trazado	(A) Trazado- Corte Estructura	100					
		Corte	(A) Trazado- Corte Estructura	183							Corte	(A) Trazado- Corte Estructura	124				
		Perforado	(A) Trazado- Corte Estructura	132							Perforado	(A) Trazado- Corte Estructura	82				
		Doblado	(A) Trazado- Corte Estructura	129							Maquinado	(B) Mecanizado Componentes		1141			
		Soldadura	(C) Soldadura Estr. Comp			251					Soldadura	(C) Soldadura Estr. Comp			135		
		Montaje (Pzas. Acces.)	(D) Ensamblado y Acabado				604				Montaje (Pzas. Acces.)	(D) Ensamblado y Acabado				74	
Inspección	(D) Ensamblado y Acabado				35		Inspección	(D) Ensamblado y Acabado				53					
4	Brazo	Trazado	(A) Trazado- Corte Estructura	250				4	Tambor porta cable	Trazado	(A) Trazado- Corte Estructura	103					
		Corte	(A) Trazado- Corte Estructura	336							Corte	(A) Trazado- Corte Estructura	92				
		Soldadura	(C) Soldadura Estr. Comp			410					Soldadura	(C) Soldadura Estr. Comp			102		
		Montaje (Pzas. Acces.)	(D) Ensamblado y Acabado				859				Montaje (Pzas. Acces.)	(D) Ensamblado y Acabado				54	
		Inspección	(D) Ensamblado y Acabado				39				Inspección	(D) Ensamblado y Acabado				29	
5	Trompo	Trazado	(A) Trazado- Corte Estructura	112				5	Carcaza y Patin	Trazado	(A) Trazado- Corte Estructura	114					
		Corte	(A) Trazado- Corte Estructura	224							Corte	(A) Trazado- Corte Estructura	166				
		Barolado	(A) Trazado- Corte Estructura	173							Doblado	(A) Trazado- Corte Estructura	85				
		Hormado	(D) Ensamblado y Acabado				269				Maquinado	(B) Mecanizado Componentes		960			
		Soldadura	(C) Soldadura Estr. Comp			667					Soldadura	(C) Soldadura Estr. Comp			148		
		Maquinado	(B) Mecanizado Componentes		1222						Montaje (Pzas. Acces.)	(D) Ensamblado y Acabado				104	
		Cilindrado	(B) Mecanizado Componentes		863						Corte	(A) Trazado- Corte Estructura	144				
		Montaje (Pzas. Acces.)	(D) Ensamblado y Acabado				470				Doblado	(A) Trazado- Corte Estructura	68				
		Inspección	(D) Ensamblado y Acabado				41				Soldadura	(C) Soldadura Estr. Comp			42		
6	Cabina	Trazado	(A) Trazado- Corte Estructura	92				7	Payloader	Trazado	(A) Trazado- Corte Estructura	80					
		Corte	(A) Trazado- Corte Estructura	192							Corte	(A) Trazado- Corte Estructura	142				
		Doblado	(A) Trazado- Corte Estructura	138							Soldadura	(C) Soldadura Estr. Comp			104		
		Hormado	(A) Trazado- Corte Estructura	236							Montaje (Pzas. Acces.)	(D) Ensamblado y Acabado				125	
		Soldadura	(C) Soldadura Estr. Comp			539					Inspección	(D) Ensamblado y Acabado				32	
		Maquinado	(B) Mecanizado Componentes		503												
		Inspección	(D) Ensamblado y Acabado				37										
Σ tiempos de c / recurso				2493	2588	2162	2675	Σ tiempos de c / recurso				1647	5136	716	906		

Elaborado por: Freddy Guananga, 2016.

Tabla 9-4 Registro de tiempos de cada recurso parte 2

Empresa:	MIVIRN	Sujeto del Diagrama:	REGISTRO DE TIEMPOS DE CADA RECURSO				Código				Sección					
							Trazado- Corte Estructura	Mecanizado Componentes	Soldadura Estr. Comp	Ensamblado y Acabado	(A)	(B)	(C)	(D)		
Dpto.	Producción	Elaborado por:	Freddy R. Guananga D.													
Hoja N°	2	Revisado por:	Ing Gloria Miño Cascante M D E PhD													
CONCRETERA						ELEVADOR										
Parte No.	Partes	Operación	Recurso	Tiempo de operación por Recurso				Parte No.	Partes	Operación	Recurso	Tiempo de operación por Recurso				
				(A)	(B)	(C)	(D)					(A)	(B)	(C)	(D)	
1	Puenete	Corte	(A) Trazado- Corte Estructura	60				1	Cover y Tapa	Corte	(A) Trazado- Corte Estructura	262				
		Soldadura	(C) Soldadura Estr. Comp			103								186		
		Montaje (Pzas. Acces.)	(D) Ensamblado y Acabado				268						1682			
		Inspección	(D) Ensamblado y Acabado				26								215	
2	Chasis	Corte	(A) Trazado- Corte Estructura	79				2	Sistema de Marcha	Corte	(A) Trazado- Corte Estructura	89				
		Soldadura	(C) Soldadura Estr. Comp			193							1353			
		Inspección	(D) Ensamblado y Acabado				28								116	
3	Frontal	Trazado	(A) Trazado- Corte Estructura	151				3	Sistema de Embrague y freno	Trazado	(A) Trazado- Corte Estructura	100				
		Corte	(A) Trazado- Corte Estructura	181									126			
		Perforado	(A) Trazado- Corte Estructura	131									83			
		Doblado	(A) Trazado- Corte Estructura	128										1141		
		Soldadura	(C) Soldadura Estr. Comp			252									137	
		Montaje(Pzas.Acces.)	(D) Ensamblado y Acabado				603									73
		Inspección	(D) Ensamblado y Acabado				36									
4	Brazo	Trazado	(A) Trazado- Corte Estructura	246				4	Tambor porta cable	Trazado	(A) Trazado- Corte Estructura	104				
		Corte	(A) Trazado- Corte Estructura	332									93			
		Soldadura	(C) Soldadura Estr. Comp			411								103		
		Montaje(Pzas.Acces.)	(D) Ensamblado y Acabado				858								53	
		Inspección	(D) Ensamblado y Acabado				41									22
5	Trompo	Trazado	(A) Trazado- Corte Estructura	111				5	Carcaza y Patin	Trazado	(A) Trazado- Corte Estructura	115				
		Corte	(A) Trazado- Corte Estructura	221									167			
		Barolado	(A) Trazado- Corte Estructura	171									86			
		Hormado	(D) Ensamblado y Acabado				268							960		
		Soldadura	(C) Soldadura Estr. Comp			668									150	
		Maquinado	(B) Mecanizado Componentes			1223										102
		Cilindrado	(B) Mecanizado Componentes			863										
		Montaje(Pzas.Acces.)	(D) Ensamblado y Acabado				469									
Inspección	(D) Ensamblado y Acabado				43											
6	Cabina	Trazado	(A) Trazado- Corte Estructura	90				6	Estructura Soporte	Corte	(A) Trazado- Corte Estructura	145				
		Corte	(A) Trazado- Corte Estructura	189									69			
		Doblado	(A) Trazado- Corte Estructura	136										43		
		Hormado	(A) Trazado- Corte Estructura	233											96	
		Soldadura	(C) Soldadura Estr. Comp			540										
		Maquinado	(B) Mecanizado Componentes			503										
		Inspección	(D) Ensamblado y Acabado				38									
Σ tiempos de c / recurso				2459	2589	2167	2678					Σ tiempos de c / recurso	1663	5136	725	863

Elaborado por: Freddy Guananga, 2016.

Tabla 10-4 Registro de tiempo de cada recurso parte 3

Empresa:		MIVIRN	Sujeto del Diagrama:		REGISTRO DE TIEMPOS DE CADA RECURSO				Código				Sección				
Dpto.		Producción	Elaborado por:		Freddy R. Guananga D.				Trazado- Corte Estructura				(A)				
Hoja N°		02-abr	Revisado por:		Ing Gloria Miño Cascante M D E PhD				Mecanizado Componentes				(B)				
									Soldadura Estr. Comp				(C)				
									Ensamblado y Acabado				(D)				
CONCRETERA							ELEVADOR										
Parte No.	Partes	Operación	Recurso	Tiempo de operación por Recurso				Parte No.	Partes	Operación	Recurso	Tiempo de operación por Recurso					
				(A)	(B)	(C)	(D)					(A)	(B)	(C)	(D)		
1	Puenete	Corte	(A) Trazado- Corte Estructura	61				1	Cover y Tapa	Corte	(A) Trazado- Corte Estructura	260					
		Soldadura	(C) Soldadura Estr. Comp				102								183		
		Montaje (Pzas. Acces.)	(D) Ensamblado y Acabado									1689					
		Inspección	(D) Ensamblado y Acabado													240	
2	Chasis	Corte	(A) Trazado- Corte Estructura	81				2	Sistema de Marcha	Corte	(A) Trazado- Corte Estructura	88					
		Soldadura	(C) Soldadura Estr. Comp				192					1358					
		Inspección	(D) Ensamblado y Acabado												129		
3	Frontal	Trazado	(A) Trazado- Corte Estructura	153				3	Sistema de Embrague y freno	Trazado	(A) Trazado- Corte Estructura	100					
		Corte	(A) Trazado- Corte Estructura	184							Corte	(A) Trazado- Corte Estructura	125				
		Perforado	(A) Trazado- Corte Estructura	133							Perforado	(A) Trazado- Corte Estructura	82				
		Doblado	(A) Trazado- Corte Estructura	129							Maquinado	(B) Mecanizado Componentes		1146			
		Soldadura	(C) Soldadura Estr. Comp				250				Soldadura	(C) Soldadura Estr. Comp				134	
		Montaje(Pzas.Acces.)	(D) Ensamblado y Acabado								Montaje(Pzas.Acces.)	(D) Ensamblado y Acabado					81
		Inspección	(D) Ensamblado y Acabado								Inspección	(D) Ensamblado y Acabado					43
4	Brazo	Trazado	(A) Trazado- Corte Estructura	250				4	Tambor porta cable	Trazado	(A) Trazado- Corte Estructura	103					
		Corte	(A) Trazado- Corte Estructura	336							Corte	(A) Trazado- Corte Estructura	93				
		Soldadura	(C) Soldadura Estr. Comp				409				Soldadura	(C) Soldadura Estr. Comp				101	
		Montaje(Pzas.Acces.)	(D) Ensamblado y Acabado								Montaje(Pzas.Acces.)	(D) Ensamblado y Acabado				59	
		Inspección	(D) Ensamblado y Acabado								Inspección	(D) Ensamblado y Acabado				23	
5	Trompo	Trazado	(A) Trazado- Corte Estructura	112				5	Carcaza y Patin	Trazado	(A) Trazado- Corte Estructura	114					
		Corte	(A) Trazado- Corte Estructura	224							Corte	(A) Trazado- Corte Estructura	166				
		Barolado	(A) Trazado- Corte Estructura	173							Doblado	(A) Trazado- Corte Estructura	85				
		Hormado	(D) Ensamblado y Acabado				267				Maquinado	(B) Mecanizado Componentes		963			
		Soldadura	(C) Soldadura Estr. Comp				664				Soldadura	(C) Soldadura Estr. Comp				147	
		Maquinado	(B) Mecanizado Componentes				1221				Montaje(Pzas.Acces.)	(D) Ensamblado y Acabado				114	
		Cilindrado	(B) Mecanizado Componentes				862				Corte	(A) Trazado- Corte Estructura	145				
		Montaje(Pzas.Acces.)	(D) Ensamblado y Acabado								Doblado	(A) Trazado- Corte Estructura	69				
Inspección	(D) Ensamblado y Acabado						Soldadura	(C) Soldadura Estr. Comp				42					
6	Cabina	Trazado	(A) Trazado- Corte Estructura	92				6	Estructura Soporte	Montaje(Pzas.Acces.)	(D) Ensamblado y Acabado				107		
		Corte	(A) Trazado- Corte Estructura	192							Trazado	(A) Trazado- Corte Estructura	80				
		Doblado	(A) Trazado- Corte Estructura	138							Corte	(A) Trazado- Corte Estructura	142				
		Hormado	(A) Trazado- Corte Estructura	237							Soldadura	(C) Soldadura Estr. Comp				103	
		Soldadura	(C) Soldadura Estr. Comp				537				Montaje(Pzas.Acces.)	(D) Ensamblado y Acabado				137	
		Maquinado	(B) Mecanizado Componentes				503				Inspección	(D) Ensamblado y Acabado				26	
		Inspección	(D) Ensamblado y Acabado														
Σ tiempos de c / recurso				2494	2586	2154	2674					Σ tiempos de c / recurso	1652	5155	710	958	

Elaborado por: Freddy Guananga, 2016.

Tabla 11-4 Registro de tiempo de cada recurso parte 4

Empresa:		MIVIRN		Sujeto del Diagrama:		REGISTRO DE TIEMPOS DE CADA RECURSO				Código				Sección													
Dpto.		Producción		Elaborado por:		Freddy R. Guananga D.				Trazado- Corte Estructura				(A)													
Hoja N°		02-abr		Revisado por:		Ing Gloria Miño Cascante M D E PhD				Mecanizado Componentes				(B)													
										Soldadura Estr. Comp				(C)													
										Ensamblado y Acabado				(D)													
CONCRETERA														ELEVADOR													
Parte No.	Partes	Operación	Recurso	Tiempo de operación por Recurso				Parte No.	Partes	Operación	Recurso	Tiempo de operación por Recurso															
				(A)	(B)	(C)	(D)					(A)	(B)	(C)	(D)												
1	Puente	Corte	(A) Trazado- Corte Estructura	61				1	Cover y Tapa	Corte	(A) Trazado- Corte Estructura	260															
		Soldadura	(C) Soldadura Estr. Comp				102								185												
		Montaje (Pzas. Acces.)	(D) Ensamblado y Acabado									1682															
		Inspección	(D) Ensamblado y Acabado												217												
2	Chasis	Corte	(A) Trazado- Corte Estructura	80				2	Sistema de Marcha	Corte	(A) Trazado- Corte Estructura	88															
		Soldadura	(C) Soldadura Estr. Comp				192						1353														
		Inspección	(D) Ensamblado y Acabado											117													
3	Frontal	Trazado	(A) Trazado- Corte Estructura	152				3	Sistema de Embrague y freno	Trazado	(A) Trazado- Corte Estructura	100															
		Corte	(A) Trazado- Corte Estructura	182									125														
		Perforado	(A) Trazado- Corte Estructura	131									82														
		Doblado	(A) Trazado- Corte Estructura	128										1141													
		Soldadura	(C) Soldadura Estr. Comp				251								136												
		Montaje(Pzas.Acces.)	(D) Ensamblado y Acabado													73											
4	Brazo	Inspección	(D) Ensamblado y Acabado											60													
		Trazado	(A) Trazado- Corte Estructura	248				4	Tambor porta cable	Trazado	(A) Trazado- Corte Estructura	103															
		Corte	(A) Trazado- Corte Estructura	334									92														
		Soldadura	(C) Soldadura Estr. Comp				410							102													
Montaje(Pzas.Acces.)	(D) Ensamblado y Acabado												53														
5	Trompo	Inspección	(D) Ensamblado y Acabado											33													
		Trazado	(A) Trazado- Corte Estructura	111				5	Carcaza y Patin	Trazado	(A) Trazado- Corte Estructura	114															
		Corte	(A) Trazado- Corte Estructura	223									166														
		Barolado	(A) Trazado- Corte Estructura	172									85														
		Hormado	(D) Ensamblado y Acabado				269							960													
		Soldadura	(C) Soldadura Estr. Comp												149												
		Maquinado	(B) Mecanizado Componentes				1197																				
		Cilindrado	(B) Mecanizado Componentes				845									103											
Montaje(Pzas.Acces.)	(D) Ensamblado y Acabado													471													
6	Cabina	Inspección	(D) Ensamblado y Acabado											41													
		Trazado	(A) Trazado- Corte Estructura	91				6	Estructura Soporte	Corte	(A) Trazado- Corte Estructura	144															
		Corte	(A) Trazado- Corte Estructura	190									69														
		Doblado	(A) Trazado- Corte Estructura	137										42													
		Hormado	(A) Trazado- Corte Estructura	235											97												
		Soldadura	(C) Soldadura Estr. Comp				538																				
Maquinado	(B) Mecanizado Componentes				493									124													
7	Payloader	Inspección	(D) Ensamblado y Acabado											37													
		Trazado	(A) Trazado- Corte Estructura	80				7	Payloader	Soldadura	(C) Soldadura Estr. Comp				104												
		Corte	(A) Trazado- Corte Estructura	142											124												
		Soldadura	(C) Soldadura Estr. Comp				538								37												
Maquinado	(B) Mecanizado Componentes				493																						
Σ tiempos de c / recurso				2474	2535	2160	2680	Σ tiempos de c / recurso				1651	5136	719	913												

Elaborado por: Freddy Guananga, 2016.

Tabla 12-4 Registro de tiempo de cada recurso parte 5

Empresa:	MIVIRN	Sujeto del Diagrama:	REGISTRO DE TIEMPOS DE CADA RECURSO				Código		Sección						
							Trazado- Corte Estructura		(A)						
Dpto.	Producción	Elaborado por:	Freddy R. Guananga D.				Mecanizado Componentes		(B)						
Hoja N°	5	Revisado por:	Ing Gloria Miño Cascante M D E PhD				Soldadura Estr. Comp		(C)						
CONCRETERA						ELEVADOR									
Parte No.	Partes	Operación	Recurso	Tiempo de operación por Recurso				Parte No.	Partes	Operación	Recurso	Tiempo de operación por Recurso			
				(A)	(B)	(C)	(D)					(A)	(B)	(C)	(D)
1	Puente	Corte	(A) Trazado- Corte Estructura	61				1	Cover y Tapa	Corte	(A) Trazado- Corte Estructura	260			
		Soldadura	(C) Soldadura Estr. Comp			102				Soldadura	(C) Soldadura Estr. Comp			186	
		Montaje (Pzas. Acces.)	(D) Ensamblado y Acabado				272			Maquinado	(B) Mecanizado Componentes		1683		
		Inspección	(D) Ensamblado y Acabado				22			Montaje (Pzas. Acces.)	(D) Ensamblado y Acabado				203
2	Chasis	Corte	(A) Trazado- Corte Estructura	80				2	Sistema de Marcha	Corte	(A) Trazado- Corte Estructura	88			
		Soldadura	(C) Soldadura Estr. Comp			192				Maquinado	(B) Mecanizado Componentes		1353		
		Inspección	(D) Ensamblado y Acabado				25			Montaje (Pzas. Acces.)	(D) Ensamblado y Acabado				109
3	Frontal	Trazado	(A) Trazado- Corte Estructura	152				3	Sistema de Embrague y freno	Trazado	(A) Trazado- Corte Estructura	100			
		Corte	(A) Trazado- Corte Estructura	182						Corte	(A) Trazado- Corte Estructura	125			
		Perforado	(A) Trazado- Corte Estructura	131						Perforado	(A) Trazado- Corte Estructura	82			
		Doblado	(A) Trazado- Corte Estructura	128						Maquinado	(B) Mecanizado Componentes		1142		
		Soldadura	(C) Soldadura Estr. Comp			251				Soldadura	(C) Soldadura Estr. Comp			137	
		Montaje (Pzas. Acces.)	(D) Ensamblado y Acabado				612			Montaje (Pzas. Acces.)	(D) Ensamblado y Acabado				69
4	Brazo	Inspección	(D) Ensamblado y Acabado				31	Inspección	(D) Ensamblado y Acabado				44		
		Trazado	(A) Trazado- Corte Estructura	248				Trazado	(A) Trazado- Corte Estructura	103					
		Corte	(A) Trazado- Corte Estructura	334				Corte	(A) Trazado- Corte Estructura	93					
		Soldadura	(C) Soldadura Estr. Comp			409		Soldadura	(C) Soldadura Estr. Comp			103			
		Montaje (Pzas. Acces.)	(D) Ensamblado y Acabado				870	Montaje (Pzas. Acces.)	(D) Ensamblado y Acabado				50		
5	Trompo	Inspección	(D) Ensamblado y Acabado				35	Inspección	(D) Ensamblado y Acabado				24		
		Trazado	(A) Trazado- Corte Estructura	111				5	Carcaza y Patin	Trazado	(A) Trazado- Corte Estructura	114			
		Corte	(A) Trazado- Corte Estructura	223						Corte	(A) Trazado- Corte Estructura	166			
		Barolado	(A) Trazado- Corte Estructura	172						Doblado	(A) Trazado- Corte Estructura	85			
		Hormado	(D) Ensamblado y Acabado				272			Maquinado	(B) Mecanizado Componentes		960		
		Soldadura	(C) Soldadura Estr. Comp			665				Soldadura	(C) Soldadura Estr. Comp			150	
		Maquinado	(B) Mecanizado Componentes		1207					Montaje (Pzas. Acces.)	(D) Ensamblado y Acabado				96
		Cilindrado	(B) Mecanizado Componentes		852					6	Estructura Soporte	Corte	(A) Trazado- Corte Estructura	145	
Montaje (Pzas. Acces.)	(D) Ensamblado y Acabado				476	Doblado	(A) Trazado- Corte Estructura					69			
6	Cabina	Inspección	(D) Ensamblado y Acabado				37	Soldadura	(C) Soldadura Estr. Comp			43			
		Trazado	(A) Trazado- Corte Estructura	91				Montaje (Pzas. Acces.)	(D) Ensamblado y Acabado				91		
		Corte	(A) Trazado- Corte Estructura	190				Trazado	(A) Trazado- Corte Estructura	80					
		Doblado	(A) Trazado- Corte Estructura	137				Corte	(A) Trazado- Corte Estructura	142					
		Hormado	(A) Trazado- Corte Estructura	235				Soldadura	(C) Soldadura Estr. Comp			105			
		Soldadura	(C) Soldadura Estr. Comp			537		Montaje (Pzas. Acces.)	(D) Ensamblado y Acabado				116		
		Maquinado	(B) Mecanizado Componentes		497			Inspección	(D) Ensamblado y Acabado				27		
Inspección	(D) Ensamblado y Acabado				33										
Σ tiempos de c / recurso				2474	2557	2157	2684	Σ tiempos de c / recurso				1652	5138	725	829

Elaborado por: Freddy Guananga, 2016.

Tabla 13-4 Registro de tiempo de cada recurso parte 6

Empresa:		MIVIRN	Sujeto del Diagrama:		REGISTRO DE TIEMPOS DE CADA RECURSO				Código				Sección				
Dpto.		Producción	Elaborado por:		Freddy R. Guananga D.				Trazado- Corte Estructura				(A)				
Hoja N°		02-abr	Revisado por:		Ing Gloria Miño Cascante M D E PhD				Mecanizado Componentes				(B)				
									Soldadura Estr. Comp				(C)				
									Ensamblado y Acabado				(D)				
CONCRETERA								ELEVADOR									
Parte No.	Partes	Operación	Recurso	Tiempo de operación por Recurso				Parte No.	Partes	Operación	Recurso	Tiempo de operación por Recurso					
				(A)	(B)	(C)	(D)					(A)	(B)	(C)	(D)		
1	Puente	Corte	(A) Trazado- Corte Estructura	61				1	Cover y Tapa	Corte	(A) Trazado- Corte Estructura	262					
		Soldadura	(C) Soldadura Estr. Comp			103					Soldadura	(C) Soldadura Estr. Comp			185		
		Montaje (Pzas. Acces.)	(D) Ensamblado y Acabado				270				Maquinado	(B) Mecanizado Componentes		1681			
		Inspección	(D) Ensamblado y Acabado				23				Montaje (Pzas. Acces.)	(D) Ensamblado y Acabado				239	
2	Chasis	Corte	(A) Trazado- Corte Estructura	80				2	Sistema de Marcha	Corte	(A) Trazado- Corte Estructura	89					
		Soldadura	(C) Soldadura Estr. Comp			192					Maquinado	(B) Mecanizado Componentes		1351			
		Inspección	(D) Ensamblado y Acabado				26				Montaje (Pzas. Acces.)	(D) Ensamblado y Acabado				129	
3	Frontal	Trazado	(A) Trazado- Corte Estructura	152				3	Sistema de Embrague y freno	Trazado	(A) Trazado- Corte Estructura	101					
		Corte	(A) Trazado- Corte Estructura	183							Corte	(A) Trazado- Corte Estructura	126				
		Perforado	(A) Trazado- Corte Estructura	132							Perforado	(A) Trazado- Corte Estructura	83				
		Doblado	(A) Trazado- Corte Estructura	129							Maquinado	(B) Mecanizado Componentes		1140			
		Soldadura	(C) Soldadura Estr. Comp			251					Soldadura	(C) Soldadura Estr. Comp			136		
		Montaje (Pzas. Acces.)	(D) Ensamblado y Acabado				608				Montaje (Pzas. Acces.)	(D) Ensamblado y Acabado				81	
Inspección	(D) Ensamblado y Acabado				32		Inspección	(D) Ensamblado y Acabado				46					
4	Brazo	Trazado	(A) Trazado- Corte Estructura	249				4	Tambor porta cable	Trazado	(A) Trazado- Corte Estructura	104					
		Corte	(A) Trazado- Corte Estructura	335							Corte	(A) Trazado- Corte Estructura	93				
		Soldadura	(C) Soldadura Estr. Comp			411					Soldadura	(C) Soldadura Estr. Comp			103		
		Montaje (Pzas. Acces.)	(D) Ensamblado y Acabado				864				Montaje (Pzas. Acces.)	(D) Ensamblado y Acabado				59	
Inspección	(D) Ensamblado y Acabado				37		Inspección	(D) Ensamblado y Acabado				25					
5	Trompo	Trazado	(A) Trazado- Corte Estructura	112				5	Carcaza y Patín	Trazado	(A) Trazado- Corte Estructura	115					
		Corte	(A) Trazado- Corte Estructura	223							Corte	(A) Trazado- Corte Estructura	168				
		Barolado	(A) Trazado- Corte Estructura	172							Doblado	(A) Trazado- Corte Estructura	86				
		Hormado	(D) Ensamblado y Acabado				270				Maquinado	(B) Mecanizado Componentes		959			
		Soldadura	(C) Soldadura Estr. Comp			667					Soldadura	(C) Soldadura Estr. Comp			149		
		Maquinado	(B) Mecanizado Componentes		1210						Montaje (Pzas. Acces.)	(D) Ensamblado y Acabado				113	
		Cilindrado	(B) Mecanizado Componentes		854						Corte	(A) Trazado- Corte Estructura	146				
		Montaje (Pzas. Acces.)	(D) Ensamblado y Acabado				473				Doblado	(A) Trazado- Corte Estructura	69				
Inspección	(D) Ensamblado y Acabado				38		Soldadura	(C) Soldadura Estr. Comp			43						
6	Cabina	Trazado	(A) Trazado- Corte Estructura	91				6	Estructura Soporte	Montaje (Pzas. Acces.)	(D) Ensamblado y Acabado				107		
		Corte	(A) Trazado- Corte Estructura	191							Trazado	(A) Trazado- Corte Estructura	81				
		Doblado	(A) Trazado- Corte Estructura	137							Corte	(A) Trazado- Corte Estructura	143				
		Hormado	(A) Trazado- Corte Estructura	235					7	Payloader	Soldadura	(C) Soldadura Estr. Comp			105		
		Soldadura	(C) Soldadura Estr. Comp			539						Montaje (Pzas. Acces.)	(D) Ensamblado y Acabado				136
		Maquinado	(B) Mecanizado Componentes		498							Inspección	(D) Ensamblado y Acabado				28
Inspección	(D) Ensamblado y Acabado				34												
Σ tiempos de c / recurso				2481	2563	2163	2674	Σ tiempos de c / recurso				1664	5131	721	963		

Elaborado por: Freddy Guananga, 2016.

Tabla 14-4 Registro de tiempo de cada recurso parte 7

Empresa:	MIVIRN	Sujeto del Diagrama:	REGISTRO DE TIEMPOS DE CADA RECURSO				Código				Sección				
							Trazado- Corte Estructura				(A)				
Dpto.	Producción	Elaborado por:	Freddy R. Guananga D.				Mecanizado Componentes				(B)				
Hoja N°	7	Revisado por:	Ing Gloria Miño Cascante M D E PhD				Soldadura Estr. Comp				(C)				
CONCRETERA						ELEVADOR									
Parte No.	Partes	Operación	Recurso	Tiempo de operación por Recurso				Parte No.	Partes	Operación	Recurso	Tiempo de operación por Recurso			
				(A)	(B)	(C)	(D)					(A)	(B)	(C)	(D)
1	Puente	Corte	(A) Trazado- Corte Estructura	61				1	Cover y Tapa	Corte	(A) Trazado- Corte Estructura	260			
		Soldadura	(C) Soldadura Estr. Comp			103				Soldadura	(C) Soldadura Estr. Comp			186	
		Montaje (Pzas. Acces.)	(D) Ensamblado y Acabado				271			Maquinado	(B) Mecanizado Componentes		1689		
		Inspección	(D) Ensamblado y Acabado				21			Montaje (Pzas. Acces.)	(D) Ensamblado y Acabado				203
2	Chasis	Corte	(A) Trazado- Corte Estructura	80				2	Sistema de Marcha	Corte	(A) Trazado- Corte Estructura	89			
		Soldadura	(C) Soldadura Estr. Comp			193				Maquinado	(B) Mecanizado Componentes		1358		
		Inspección	(D) Ensamblado y Acabado				24			Montaje (Pzas. Acces.)	(D) Ensamblado y Acabado				109
3	Frontal	Trazado	(A) Trazado- Corte Estructura	153				3	Sistema de Embrague y freno	Trazado	(A) Trazado- Corte Estructura	100			
		Corte	(A) Trazado- Corte Estructura	183						Corte	(A) Trazado- Corte Estructura	125			
		Perforado	(A) Trazado- Corte Estructura	132						Perforado	(A) Trazado- Corte Estructura	82			
		Doblado	(A) Trazado- Corte Estructura	129						Maquinado	(B) Mecanizado Componentes		1146		
		Soldadura	(C) Soldadura Estr. Comp			252				Soldadura	(C) Soldadura Estr. Comp			137	
		Montaje (Pzas. Acces.)	(D) Ensamblado y Acabado				611			Montaje (Pzas. Acces.)	(D) Ensamblado y Acabado				68
		Inspección	(D) Ensamblado y Acabado				30			Inspección	(D) Ensamblado y Acabado				51
4	Brazo	Trazado	(A) Trazado- Corte Estructura	250				4	Tambor porta cable	Trazado	(A) Trazado- Corte Estructura	103			
		Corte	(A) Trazado- Corte Estructura	336						Corte	(A) Trazado- Corte Estructura	93			
		Soldadura	(C) Soldadura Estr. Comp			411				Soldadura	(C) Soldadura Estr. Comp			103	
		Montaje (Pzas. Acces.)	(D) Ensamblado y Acabado				868			Montaje (Pzas. Acces.)	(D) Ensamblado y Acabado				50
		Inspección	(D) Ensamblado y Acabado				34			Inspección	(D) Ensamblado y Acabado				28
5	Trompo	Trazado	(A) Trazado- Corte Estructura	112				5	Carcaza y Patin	Trazado	(A) Trazado- Corte Estructura	115			
		Corte	(A) Trazado- Corte Estructura	224						Corte	(A) Trazado- Corte Estructura	167			
		Barolado	(A) Trazado- Corte Estructura	173						Doblado	(A) Trazado- Corte Estructura	85			
		Hormado	(D) Ensamblado y Acabado				271			Maquinado	(B) Mecanizado Componentes		963		
		Soldadura	(C) Soldadura Estr. Comp			668				Soldadura	(C) Soldadura Estr. Comp			150	
		Maquinado	(B) Mecanizado Componentes		1196					Montaje (Pzas. Acces.)	(D) Ensamblado y Acabado				96
		Cilindrado	(B) Mecanizado Componentes		844					Corte	(A) Trazado- Corte Estructura	145			
		Montaje (Pzas. Acces.)	(D) Ensamblado y Acabado				475			Doblado	(A) Trazado- Corte Estructura	69			
Inspección	(D) Ensamblado y Acabado				35	Soldadura	(C) Soldadura Estr. Comp			43					
6	Cabina	Trazado	(A) Trazado- Corte Estructura	92				6	Estructura Soporte	Montaje (Pzas. Acces.)	(D) Ensamblado y Acabado				91
		Corte	(A) Trazado- Corte Estructura	191						Trazado	(A) Trazado- Corte Estructura	80			
		Doblado	(A) Trazado- Corte Estructura	137						Corte	(A) Trazado- Corte Estructura	143			
		Hormado	(A) Trazado- Corte Estructura	236						Soldadura	(C) Soldadura Estr. Comp			105	
		Soldadura	(C) Soldadura Estr. Comp			540				Montaje (Pzas. Acces.)	(D) Ensamblado y Acabado				116
		Maquinado	(B) Mecanizado Componentes		493					Inspección	(D) Ensamblado y Acabado				31
		Inspección	(D) Ensamblado y Acabado				31								
Σ tiempos de c / recurso				2491	2533	2167	2672	Σ tiempos de c / recurso				1655	5155	725	844

Elaborado por: Freddy Guananga, 2016.

Tabla 15-4 Registro de tiempo de cada recurso parte 8

Empresa:	MIVIRN	Sujeto del Diagrama:	REGISTRO DE TIEMPOS DE CADA RECURSO				Código				Sección						
							Trazado- Corte Estructura	Mecanizado Componentes	Soldadura Estr. Comp	Ensamblado y Acabado	(A)	(B)	(C)	(D)			
Dpto.	Producción	Elaborado por:	Freddy R. Guananga D.														
Hoja N°	8	Revisado por:	Ing Gloria Miño Cascante M D E PhD														
CONCRETERA						ELEVADOR											
Parte No.	Partes	Operación	Recurso	Tiempo de operación por Recurso				Parte No.	Partes	Operación	Recurso	Tiempo de operación por Recurso					
				(A)	(B)	(C)	(D)					(A)	(B)	(C)	(D)		
1	Puenete	Corte	(A) Trazado- Corte Estructura	61				1	Cover y Tapa	Corte	(A) Trazado- Corte Estructura	259					
		Soldadura	(C) Soldadura Estr. Comp				102								187		
		Montaje (Pzas. Acces.)	(D) Ensamblado y Acabado								1682						
		Inspección	(D) Ensamblado y Acabado													211	
2	Chasis	Corte	(A) Trazado- Corte Estructura	80				2	Sistema de Marcha	Corte	(A) Trazado- Corte Estructura	88					
		Soldadura	(C) Soldadura Estr. Comp				192				1352						
		Inspección	(D) Ensamblado y Acabado												114		
3	Frontal	Trazado	(A) Trazado- Corte Estructura	152				3	Sistema de Embrague y freno	Trazado	(A) Trazado- Corte Estructura	99					
		Corte	(A) Trazado- Corte Estructura	183							Corte	(A) Trazado- Corte Estructura	124				
		Perforado	(A) Trazado- Corte Estructura	132							Perforado	(A) Trazado- Corte Estructura	82				
		Doblado	(A) Trazado- Corte Estructura	129							Maquinado	(B) Mecanizado Componentes		1141			
		Soldadura	(C) Soldadura Estr. Comp				251				Soldadura	(C) Soldadura Estr. Comp			138		
		Montaje (Pzas. Acces.)	(D) Ensamblado y Acabado							601	Montaje (Pzas. Acces.)	(D) Ensamblado y Acabado				71	
		Inspección	(D) Ensamblado y Acabado							38	Inspección	(D) Ensamblado y Acabado				46	
4	Brazo	Trazado	(A) Trazado- Corte Estructura	249				4	Tambor porta cable	Trazado	(A) Trazado- Corte Estructura	102					
		Corte	(A) Trazado- Corte Estructura	335							Corte	(A) Trazado- Corte Estructura	92				
		Soldadura	(C) Soldadura Estr. Comp				410				Soldadura	(C) Soldadura Estr. Comp			104		
		Montaje (Pzas. Acces.)	(D) Ensamblado y Acabado							854	Montaje (Pzas. Acces.)	(D) Ensamblado y Acabado				52	
		Inspección	(D) Ensamblado y Acabado							43	Inspección	(D) Ensamblado y Acabado				25	
5	Trompo	Trazado	(A) Trazado- Corte Estructura	112				5	Carcaza y Patin	Trazado	(A) Trazado- Corte Estructura	114					
		Corte	(A) Trazado- Corte Estructura	224							Corte	(A) Trazado- Corte Estructura	166				
		Barolado	(A) Trazado- Corte Estructura	173							Doblado	(A) Trazado- Corte Estructura	85				
		Hormado	(D) Ensamblado y Acabado				267				Maquinado	(B) Mecanizado Componentes		959			
		Soldadura	(C) Soldadura Estr. Comp				666				Soldadura	(C) Soldadura Estr. Comp			151		
		Maquinado	(B) Mecanizado Componentes				1210				Montaje (Pzas. Acces.)	(D) Ensamblado y Acabado				100	
		Cilindrado	(B) Mecanizado Componentes				854				Corte	(A) Trazado- Corte Estructura	144				
		Montaje (Pzas. Acces.)	(D) Ensamblado y Acabado							467	Doblado	(A) Trazado- Corte Estructura	68			43	
Inspección	(D) Ensamblado y Acabado					45	Soldadura	(C) Soldadura Estr. Comp									
6	Cabina	Trazado	(A) Trazado- Corte Estructura	91				6	Estructura Soporte	Montaje (Pzas. Acces.)	(D) Ensamblado y Acabado				95		
		Corte	(A) Trazado- Corte Estructura	191							Trazado	(A) Trazado- Corte Estructura	80				
		Doblado	(A) Trazado- Corte Estructura	137							Corte	(A) Trazado- Corte Estructura	142				
		Hormado	(A) Trazado- Corte Estructura	236							Soldadura	(C) Soldadura Estr. Comp			106		
		Soldadura	(C) Soldadura Estr. Comp				538				Montaje (Pzas. Acces.)	(D) Ensamblado y Acabado				121	
		Maquinado	(B) Mecanizado Componentes				498				Inspección	(D) Ensamblado y Acabado				28	
		Inspección	(D) Ensamblado y Acabado							40							
Σ tiempos de c / recurso				2485	2563	2159	2679	Σ tiempos de c / recurso				1644	5134	729	863		

Elaborado por: Freddy Guananga, 2016.

Tabla 16-4 Registro de tiempo de cada recurso parte 9

Empresa:		MIVIRN	Sujeto del Diagrama:		REGISTRO DE TIEMPOS DE CADA RECURSO				Código				Sección			
Dpto.		Producción	Elaborado por:		Freddy R. Guananga D.				Trazado- Corte Estructura				(A)			
Hoja N°		02-abr	Revisado por:		Ing Gloria Miño Cascante M D E PhD				Soldadura Estr. Comp				(B)			
									Montaje (Pzas. Acces.)				(C)			
									Inspección				(D)			
CONCRETERA								ELEVADOR								
Parte No.	Partes	Operación	Recurso	Tiempo de operación por Recurso				Parte No.	Partes	Operación	Recurso	Tiempo de operación por Recurso				
				(A)	(B)	(C)	(D)					(A)	(B)	(C)	(D)	
1	Puente	Corte	(A) Trazado- Corte Estructura	60				1	Cover y Tapa	Corte	(A) Trazado- Corte Estructura	258				
		Soldadura	(C) Soldadura Estr. Comp			102					Soldadura	(C) Soldadura Estr. Comp			183	
		Montaje (Pzas. Acces.)	(D) Ensamblado y Acabado				272				Maquinado	(B) Mecanizado Componentes		1683		
		Inspección	(D) Ensamblado y Acabado				20				Montaje (Pzas. Acces.)	(D) Ensamblado y Acabado				207
2	Chasis	Corte	(A) Trazado- Corte Estructura	79				2	Sistema de Marcha	Corte	(A) Trazado- Corte Estructura	88				
		Soldadura	(C) Soldadura Estr. Comp			192					Maquinado	(B) Mecanizado Componentes		1353		
		Inspección	(D) Ensamblado y Acabado				23				Montaje (Pzas. Acces.)	(D) Ensamblado y Acabado				111
3	Frontal	Trazado	(A) Trazado- Corte Estructura	150				3	Sistema de Embrague y freno	Trazado	(A) Trazado- Corte Estructura	99				
		Corte	(A) Trazado- Corte Estructura	181							Corte	(A) Trazado- Corte Estructura	124			
		Perforado	(A) Trazado- Corte Estructura	130							Perforado	(A) Trazado- Corte Estructura	82			
		Doblado	(A) Trazado- Corte Estructura	127							Maquinado	(B) Mecanizado Componentes		1142		
		Soldadura	(C) Soldadura Estr. Comp			251					Soldadura	(C) Soldadura Estr. Comp			135	
		Montaje (Pzas. Acces.)	(D) Ensamblado y Acabado				613				Montaje (Pzas. Acces.)	(D) Ensamblado y Acabado				70
Inspección	(D) Ensamblado y Acabado				29		Inspección	(D) Ensamblado y Acabado				54				
4	Brazo	Trazado	(A) Trazado- Corte Estructura	246				4	Tambor porta cable	Trazado	(A) Trazado- Corte Estructura	102				
		Corte	(A) Trazado- Corte Estructura	331							Corte	(A) Trazado- Corte Estructura	92			
		Soldadura	(C) Soldadura Estr. Comp			410					Soldadura	(C) Soldadura Estr. Comp			101	
		Montaje (Pzas. Acces.)	(D) Ensamblado y Acabado				871				Montaje (Pzas. Acces.)	(D) Ensamblado y Acabado				51
		Inspección	(D) Ensamblado y Acabado				33				Inspección	(D) Ensamblado y Acabado				29
5	Trompo	Trazado	(A) Trazado- Corte Estructura	110				5	Carcaza y Patin	Trazado	(A) Trazado- Corte Estructura	114				
		Corte	(A) Trazado- Corte Estructura	221							Corte	(A) Trazado- Corte Estructura	165			
		Barolado	(A) Trazado- Corte Estructura	171							Doblado	(A) Trazado- Corte Estructura	85			
		Hormado	(D) Ensamblado y Acabado				272				Maquinado	(B) Mecanizado Componentes		960		
		Soldadura	(C) Soldadura Estr. Comp			666					Soldadura	(C) Soldadura Estr. Comp			148	
		Maquinado	(B) Mecanizado Componentes		1228						Montaje (Pzas. Acces.)	(D) Ensamblado y Acabado				98
		Cilindrado	(B) Mecanizado Componentes		867						Corte	(A) Trazado- Corte Estructura	144			
		Montaje (Pzas. Acces.)	(D) Ensamblado y Acabado				477				Doblado	(A) Trazado- Corte Estructura	68			
Inspección	(D) Ensamblado y Acabado				34		Soldadura	(C) Soldadura Estr. Comp				42				
6	Cabina	Trazado	(A) Trazado- Corte Estructura	90				6	Estructura Soporte	Montaje (Pzas. Acces.)	(D) Ensamblado y Acabado				93	
		Corte	(A) Trazado- Corte Estructura	189							Trazado	(A) Trazado- Corte Estructura	80			
		Doblado	(A) Trazado- Corte Estructura	135							Corte	(A) Trazado- Corte Estructura	142			
		Hormado	(A) Trazado- Corte Estructura	233							Soldadura	(C) Soldadura Estr. Comp			104	
		Soldadura	(C) Soldadura Estr. Comp			538					Montaje (Pzas. Acces.)	(D) Ensamblado y Acabado				118
		Maquinado	(B) Mecanizado Componentes		506						Inspección	(D) Ensamblado y Acabado				33
		Inspección	(D) Ensamblado y Acabado				30									
Σ tiempos de c / recurso				2454	2601	2158	2674	Σ tiempos de c / recurso				1643	5139	713	865	

Elaborado por: Freddy Guananga, 2016.

Tabla 17-4 Registro de tiempo de cada recurso parte 10

Empresa:		MIVIRN		Sujeto del Diagrama:		REGISTRO DE TIEMPOS DE CADA RECURSO				Código				Sección	
Dpto.		Producción		Elaborado por:		Freddy R. Guananga D.				Trazado- Corte Estructura				(A)	
Hoja N° 10		02-abr		Revisado por:		Ing Gloria Miño Cascante M D E PhD				Mecanizado Componentes				(B)	
										Soldadura Estr. Comp				(C)	
										Ensamblado y Acabado				(D)	
CONCRETERA								ELEVADOR							
Parte No.	Partes	Operación	Recurso	Tiempo de operación por Recurso				Parte No.	Partes	Operación	Recurso	Tiempo de operación por Recurso			
				(A)	(B)	(C)	(D)					(A)	(B)	(C)	(D)
1	Puente	Corte	(A) Trazado- Corte Estructura	61				1	Cover y Tapa	Corte	(A) Trazado- Corte Estructura	260			
		Soldadura	(C) Soldadura Estr. Comp			102								185	
		Montaje (Pzas. Acces.)	(D) Ensamblado y Acabado				267						1690		
		Inspección	(D) Ensamblado y Acabado				28								225
2	Chasis	Corte	(A) Trazado- Corte Estructura	80				2	Sistema de Marcha	Corte	(A) Trazado- Corte Estructura	88			
		Soldadura	(C) Soldadura Estr. Comp			192							1359		
		Inspección	(D) Ensamblado y Acabado				31							121	
3	Frontal	Trazado	(A) Trazado- Corte Estructura	152				3	Sistema de Embrague y freno	Trazado	(A) Trazado- Corte Estructura	100			
		Corte	(A) Trazado- Corte Estructura	183									125		
		Perforado	(A) Trazado- Corte Estructura	132									82		
		Doblado	(A) Trazado- Corte Estructura	129									1147		
		Soldadura	(C) Soldadura Estr. Comp			251								136	
		Montaje(Pzas.Acces.)	(D) Ensamblado y Acabado				600								76
		Inspección	(D) Ensamblado y Acabado				39								
4	Brazo	Trazado	(A) Trazado- Corte Estructura	249				4	Tambor porta cable	Trazado	(A) Trazado- Corte Estructura	103			
		Corte	(A) Trazado- Corte Estructura	335									93		
		Soldadura	(C) Soldadura Estr. Comp			409								103	
		Montaje(Pzas.Acces.)	(D) Ensamblado y Acabado				853								56
		Inspección	(D) Ensamblado y Acabado				45								
5	Trompo	Trazado	(A) Trazado- Corte Estructura	112				5	Carcaza y Patin	Trazado	(A) Trazado- Corte Estructura	114			
		Corte	(A) Trazado- Corte Estructura	223									166		
		Barolado	(A) Trazado- Corte Estructura	172									85		
		Hormado	(D) Ensamblado y Acabado			267							964		
		Soldadura	(C) Soldadura Estr. Comp			665								149	
		Maquinado	(B) Mecanizado Componentes		1225										107
		Cilindrado	(B) Mecanizado Componentes		865										
		Montaje(Pzas.Acces.)	(D) Ensamblado y Acabado				467								
Inspección	(D) Ensamblado y Acabado				47										
6	Cabina	Trazado	(A) Trazado- Corte Estructura	91				6	Estructura Soporte	Corte	(A) Trazado- Corte Estructura	145			
		Corte	(A) Trazado- Corte Estructura	191									69		
		Doblado	(A) Trazado- Corte Estructura	137										43	
		Hormado	(A) Trazado- Corte Estructura	235											101
		Soldadura	(C) Soldadura Estr. Comp			537									
		Maquinado	(B) Mecanizado Componentes		505										
		Inspección	(D) Ensamblado y Acabado				41								
Σ tiempos de c / recurso				2481	2595	2157	2685					1653	5160	721	921

Elaborado por: Freddy Guananga, 2016.

En las tablas 10-4 a la 17-4 se observa las diferentes actividades que intervienen en el proceso de fabricación de concretera y elevador identificando el recurso de acuerdo al problema del esquema de Goldaratt en el cual se organizan los recursos para poder determinar el tiempo estándar empleado en cada estación de trabajo, considerando los respectivos porcentajes de valoración tanto del trabajador y tiempos suplementarios contemplados por la Organización Internacional del Trabajo OIT, para posteriormente introducir en el planteamiento del TOC y determinar el recurso restrictivo de manera eficiente con la finalidad de subordinar la restricción.

Tabla 18-4 Registro de tiempos cronometrados

CONCRETERA				ELEVADOR			
A (Trazado-Corte) Estructura (min.)	B Mecanizado Componentes (min.)	C Soldadura Estr-Comp (min.)	D Ensamble y Acabado (min.)	A (Trazado-Corte) Estructura (min.)	B Mecanizado Componentes (min.)	C Soldadura Estr-Comp (min.)	D Ensamble y Acabado (min.)
2493	2588	2162	2675	1647	5136	716	906
2459	2589	2167	2678	1663	5136	725	863
2494	2586	2154	2674	1652	5155	710	958
2474	2535	2160	2680	1651	5136	719	913
2474	2557	2157	2684	1652	5138	725	829
2481	2563	2169	2674	1664	5131	721	963
2491	2533	2167	2672	1655	5155	725	844
2485	2563	2159	2679	1644	5134	729	863
2454	2601	2158	2674	1643	5139	713	865
2481	2595	2157	2685	1653	5160	721	921

Elaborado por: Freddy Guananga, 2016.

Identificados los recursos que intervienen en el proceso, se registran los tiempos consumidos por los mismos, se resume la información en la tabla 18-4 y se procede a obtener el tiempo estándar en minutos (min).

Del registro de tiempos se puede afirmar que el recurso (B) Mecanizado de Componentes para el producto elevador demanda un mayor tiempo en el proceso, que corresponde a 5160 minutos, lo cual se debe principalmente a la precisión y exactitud requerida en los

diferentes componentes del mecanizado de piñones que garantizan un funcionamiento óptimo del mismo.

4.5 Determinación del tiempo estándar

Con el tiempo promedio ya establecido se procede al cálculo del tiempo estándar, considerando el porcentaje de valoración del trabajador en cuanto su rendimiento, técnica útil para determinar equitativamente el tiempo requerido por un operador normal para ejecutar las actividades de manufactura, en MIVIRN, los operarios son altamente experimentados, pues trabajan bajo las condiciones normales y aceptables, a un ritmo medio y esta calificación del porcentaje se encuentra basada en el juicio del jefe de producción.

Tabla 19-4 Cálculo de los tiempos Estándar

	CONCRETERA				ELEVADOR			
	A (Trazado-Corte) Estructura	B Mecanizado Componentes	C Soldadura Estr-Comp	D Ensamble y Acabado	A (Trazado-Corte) Estructura	B Mecanizado Componentes	C Soldadura Estr-Comp	D Ensamble y Acabado
	2493	2588	2162	2675	1647	5136	716	906
	2459	2589	2167	2678	1663	5136	725	863
	2494	2586	2154	2674	1652	5155	710	958
	2474	2535	2160	2680	1651	5136	719	913
	2474	2557	2157	2684	1652	5138	725	829
	2481	2563	2169	2674	1664	5131	721	963
	2491	2533	2167	2672	1655	5155	725	844
	2485	2563	2159	2679	1644	5134	729	863
	2454	2601	2158	2674	1643	5139	713	865
	2481	2595	2157	2685	1653	5160	721	921
Tp = Tiempo promedio	2478,6	2571	2161	2677,5	1652,4	5142	720,4	892,5
% Vt = Valoración Trabajador	90%	95%	100%	85%	90%	95%	100%	85%
TN = Tp * %Vt	2230,74	2442,45	2161	2275,875	1487,16	4884,9	720,4	758,625
%TS = % tiempo Suplementario	17%	13%	18%	16%	17,00%	13,00%	18,00%	16,00%
TE = TN(1+%TS) = TN+TN*%TS	2609,97	2759,97	2549,98	2640,02	1739,98	5519,94	850,07	880,01
TE = Tiempo estandar	2610	2760	2550	2640	1740	5520	850	880
Cumplimiento Demanda	6,34	6,00	6,49	6,27	3,17	1,00	6,49	6,27
Tc = Tiempo de ciclo	10560				8990			

Elaborado por: Freddy Guananga, 2016.

En cuanto al porcentaje de tiempos suplementarios se encuentran por necesidades personales y fatiga básica, sumando los suplementos tanto fijos como variables tenemos que los mayores porcentajes de suplementos se encuentran en dos actividades de soldadura., esto se debe a la irradiación de calor, esfuerzo físico y mental, así como a las erogaciones de limaduras.

4.6 El takt time

En una herramienta de primer orden para que la empresa mida su capacidad de ajustarse a la demanda, se determina mediante la razón cantidad demanda para tiempo estándar, lo que resulta 2.760 minutos y 5.520 minutos para la concretera y elevador respectivamente, siendo la base para plantear el ritmo de producción requerido para cumplir con 6 concreteras y 1 elevador como cantidades mínimas requeridas por la demanda.

Tabla 4-2 Cálculo de takt time

Línea	<u>Concretera</u>	<u>Elevador</u>	Fecha:	<u>10-dic-15</u>
N° días	<u>34,50</u>	<u>11,50</u>	Takt Time:	<u>3154,28571 min/estación</u>
Hrs x día			No. Operadores	<u>4</u>
Modelo	MIVIR			
CONCRETERA		ELEVADOR		
Demanda	6	1	7	
T. disponible	34,50 días	11,50 días	46 días	
T. disponible	16560 min	5520 min	22080 min	
Takt Time	2760 min/und	5520 min/und	3154,28571 min/und	

Elaborado por: Freddy Guananga, 2016.

4.7 Esquema del problema de Goldratt

La propuesta de Goldratt y su correcta aplicación exige organizar el proceso de producción en secciones definidas y fácil de identificar que permita registrar tiempos de cada recurso a considerar e identificar el recurso restrictivo, para el presente caso el

esquema sintetiza el proceso de producción de los dos productos, en los que se comparten estaciones de trabajo y un conjunto de acciones similares, como se visualiza en la figura 16-4.

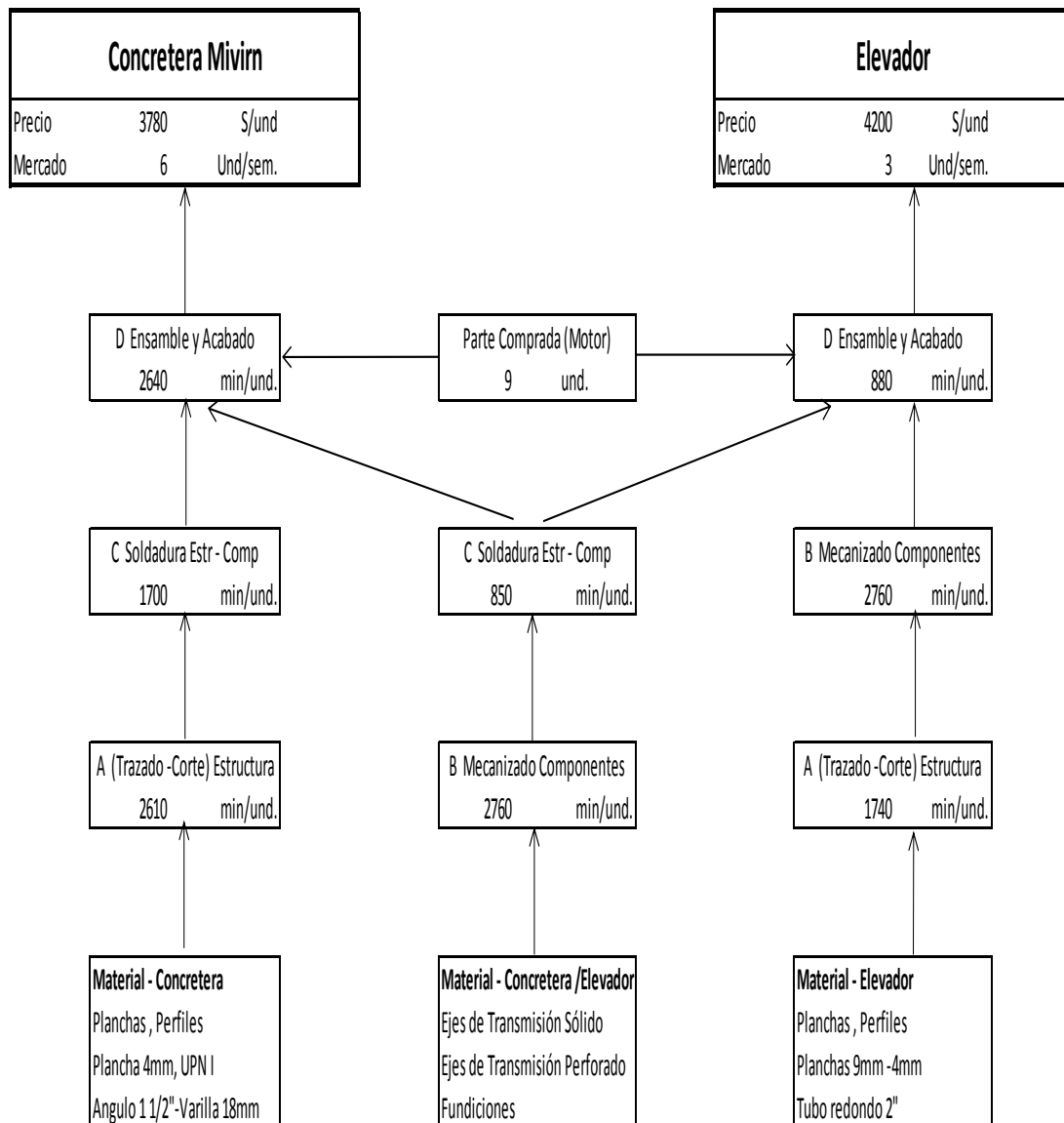


Figura 16-4 Aplicación del esquema de Goldratt

Elaborado por: Freddy Guananga, 2016.

Identificados los recursos y los tiempos de operación requeridos se procedió a elaborar el esquema de la figura 16-4 el mismo que toma como estructura a una propuesta de un layout simplificado el cual permite el seguimiento y registro de tiempos de manera

organizada, ésta misma distribución nos proporciona una adecuada representación de los diferentes puestos de trabajo, que posteriormente será la base para un diseño de distribución de la planta.

Tabla 21-4 Resumen de recursos y tiempos de concretera y elevador

Recurso	Tiempo	
	Concretera Mivirn	Elevador
A (Trazado -Corte) Estructura	2610 min	1740 min
B Mecanizado Componentes	2760 min	5520 min
C Soldadura Estr - Comp	2550 min	850 min
D Ensamble y Acabado	2640 min	880 min
Tiempo de ciclo	10560 min / und	8990 min / und

Elaborado por: Freddy Guananga, 2016.

El objetivo de la tabla 21-4 es identificar el recurso restrictivo en función de los tiempos de producción para los dos productos medidos en minutos y la relación entre el recurso consumido y el disponible para cada proceso, debido a que la propuesta de la teoría de restricciones permite entender la trama compleja en el sistema de producción, identificando equipos, métodos, materiales y medidas de tiempo.

4.8 Determinación de los costos proceso actual

Para adecuarse a la metodología del "Mundo del Valor" propuesta por Goldratt al coste directo, el mismo que está integrado por todos los costos necesarios para la manufactura de los dos productos, (material directo, mano de obra directa, gastos indirectos de fabricación) clasificados en costo fijo y costo variable, se procede a realizar el costeo variable de cada uno de los procesos a continuación detallados.

4.8.1 *Materia prima directa*

Son aquellos elementos principales que conforman el producto, en el caso del trompo y la estructura en el caso de la concretera y la carcasa para el caso del elevador, a continuación describimos las cantidades y valores para cada caso:

Tabla 22-4 Materia prima directa (Concretera)

Código	Descripción	Valor
MD001	Plancha 6mm. kg.	\$445,28
MD002	Plancha 12mm. kg.	\$30,24
MD003	Plancha 3mm. kg.	\$2,93
MD004	Plancha 4mm. kg.	\$49,35
MD005	Plancha 9mm. kg.	\$2,55
MD006	Plancha 2mm. kg.	\$46,36
MD007	Acero Barra Perforada kg.	\$86,21
MD008	Acero Transmisión kg.	\$49,89
MD009	Acero Bonificado kg.	\$85,39
MD011	Perfilería m	\$175,02
	TOTAL	\$973,22

Elaborado por: Freddy Guananga, 2016.

Tabla 23-4 Materia prima directa (Elevador)

Código	Descripción	Valor
MD001	Plancha 6mm. kg.	\$298,00
MD002	Plancha 12mm. kg.	\$59,31
TOTAL		\$357,31

Elaborado por: Freddy Guananga, 2016.

En la tabla 22-4 y 23-4 los costos de la materia prima directa de los dos productos constan de planchas de acero que representan los materiales de mayor constitución física de la línea de producción de las cuales se tiene que para la concretera es \$973.22 y para el elevador \$357,31

4.8.2 Mano de obra directa

La mano de mano de obra directa representa al esfuerzo físico y mental que aportan los operarios técnicos de la planta de producción es así que en la siguiente información se cuantifica en detalle el sueldo mensual de los operarios.

Tabla 24-3 Mano de obra directa (Departamento de producción)

MANO DE OBRA											
No.	Puesto	SUELDO	BENEFICIOS SOCIALES							Costo /Hora	Costo /minuto
			Aporte Patronal	D. Cuarto	D. tercer sueldo	F. de Reserva	Vacaciones	Sueldo + B. sociales			
1	Soldador 1	450	50,175	30,50	37,50	37,50	18,75	624,43	3,90	31,22	0,07
2	Soldador 2	450	50,175	30,50	37,50	30,50	18,75	617,43	3,86	30,87	0,06
3	Tornero	450	50,175	30,50	37,50	30,50	18,75	617,43	3,86	30,87	0,06
4	Fresador	450	50,175	30,50	37,50	30,50	18,75	617,43	3,86	30,87	0,06
5	operario 1	375	41,8125	30,50	31,25	30,50	15,63	524,69	3,28	26,23	0,05
6	operario 2	375	41,8125	30,50	31,25	30,50	15,63	524,69	3,28	26,23	0,05
7	operario 3	375	41,8125	30,50	31,25	30,50	15,63	524,69	3,28	26,23	0,05
8	operario 4	375	41,8125	30,50	31,25	30,50	15,63	524,69	3,28	26,23	0,05

Elaborado por: Freddy Guananga, 2016.

En la tabla 24-4 se encuentra la nómina del recurso humano que colabora en el departamento de producción, que consta de 8 personas entre los cuales se encuentran cuatro técnicos y cuatro auxiliares o ayudantes.

Tabla 25-4 Costeo proceso de trazado - corte

Costeo proceso de corte - mecanizado			
Elemento del costo	Concreteira		Elevador
Materia prima directa	\$973,22		\$357,31
Mano de obra directa	\$169,77		\$113,18
Costos indirectos de fabricación	\$5,50		\$587,00
TOTAL	\$1.148,49		\$1.057,49

Elaborado por: Freddy Guananga, 2016.

El costeo del proceso de corte – mecanizado representado por la tabla 25-4, cuantifica los tres elementos del costo, la mano de obra directa resulta del tiempo estándar valorado para cada proceso multiplicado por el valor minuto que invierte el trabajador sustentado

en el rol de pagos de la tabla 23-4 y los costos indirectos de fabricación corresponde al insumo que ocupa la cortadora de plasma valorado en \$5,5 en el caso de la concretera y \$587 para el elevador por el material para piñones que constituye el elevador, en definitiva el costo total del proceso corte - .mecanizado asciende a \$1.148. 49 para la concretera y \$ 1.052,49 para el elevador.

Tabla 26-4 Costo variable proceso de mecanizado

Elementos del costo	Concretera		Elevador
Materia prima directa	\$0,00		\$0,00
Mano de obra directa	\$355,02		\$710,04
Costos indirectos de fabricación	\$0,30		\$348,00
TOTAL	\$355,32		\$1.058,04

Elaborado por: Freddy Guananga, 2016.

En la tabla 26-4 se determina que la materia prima directa ya no interviene en éste proceso, de tal forma que se cuantifica la en la mano de obra directa, la misma que se encuentra valorada por el tiempo del proceso, multiplicada por el costo de la mano de obra del operario, tanto de torno, como del fresado. Así mismo se evalúa el insumo de los costos indirectos como lubricantes para las máquinas para la concretera y acero para piñones en el caso del elevador.

Tabla 27-4 Costeo proceso de soldado

Elementos del costo	Concretera		Elevador
Materia prima directa	\$0,00		\$0,00
Mano de obra directa	\$165,86		\$55,29
Costos indirectos de fabricación	\$90,00		\$30,00
TOTAL	\$255,86		\$85,29

Elaborado por: Freddy Guananga, 2016.

El proceso de soldadura no interviene el costo de la materia prima directa, puesto que tanto en la concretera como el elevador representa las planchas de acero ya costeadas en el proceso de corte, en éste proceso el costo viene mayormente asignado a la mano de obra directa del soldador, el cual utiliza 2.550 minutos en la concretera y 850 minutos

para el elevador, cada uno de estos tiempos esta multiplicado por el costo por minuto de mano de obra directa, que corresponde al trabajo del soldador, cuyo costo por minuto es de \$0.07 según la tabla 24-4 en donde se establece el costo del trabajo de cada uno de los operarios.

Tabla 28-4 Costeo proceso de ensamble

Elementos del costo	Concretera		Elevador	
Materia prima directa	\$0,00		\$0,00	
Mano de obra directa	\$171,72		\$55,29	
Costos indirectos de fabricación	\$568,37		\$568,37	
TOTAL	\$740,08		\$623,65	

Elaborado por: Freddy Guananga, 2016.

En la figura 28-4 se muestra el proceso de ensamble y acabado, donde la mano de obra se encuentra costeadada en función del tiempo medido, y el costo minuto del operario que une las piezas individuales, así como el armado de los accesorios, en este caso los accesorios son mayormente evaluados ya que los costos indirectos tienen una serie de partes y piezas ensambladas y adquiridas, tal es el caso de los neumáticos en el caso de la concretera, y varios resortes, y componentes detallados en el Anexo 1

Tabla 29-4 Costo unitario (Concretera - Elevador)

Proceso	Productos			
	Concretera Mivirn	% Avance	Elevador	% Avance
A (Trazado -Corte) Estructura	\$1.148,49	45,9%	\$1.057,49	37,4%
B Mecanizado Componentes	\$355,32	14,2%	\$1.058,04	37,5%
C Soldadura Estr - Comp	\$255,86	10,2%	\$85,29	3,0%
D Ensamble y Acabado	\$740,08	29,6%	\$623,65	22,1%
COSTO UNITARIO	\$2.499,75	100%	\$2.824,47	100%

Elaborado por: Freddy Guananga, 2016.

La tabla 29-4 totaliza la suma del costo de los cuatro procesos, el costo unitario total, tanto de la concretera como del elevador, estos costos representan todos los costos variables que intervienen en el proceso de manufactura de cada uno de los productos, por lo que se observa que el elevador supera al costo de la concretera con el 11,5%.

4.9 Metodología del Goldratt “El mundo del valor”

Hace referencia a un “ Estilo Gerencial Tradicional” el cual enfoca como principal objetivo de las empresas , "Ganar más dinero tanto en el presente como en el futuro" convirtiéndose este principio de gran interés para todo quienes persiguen alcanzar posesión tanto en el ámbito profesional, empresarial e incluso académico. Tras encontrar similitudes con el formato del Costeo Directo, información válida para abordar el problema contemplando los pasos del algoritmo de Goldratt.

4.9.1 Algoritmo

1. Identificar las restricciones.
2. Determinar las restricciones activa, mediante el incremento de la inversión en el producto con mayor relación ganancia / recurso consumido (g / rc), de existir sobrantes del recurso restrictivo proceda a transferir al recurso próximo de mejor relación (g/rc), continuar este proceso hasta optimizar las restricciones que limitan las ganancias.
3. Los recursos no restrictivos dependen de las acciones tomadas en el paso anterior, recordar que el ahorro de tiempo en un recurso no restrictivo incrementara el stock del mismo imposibilitando alcanzar los objetivos deseados por la empresa.
4. Analizar los logros alcanzados y su incremento en el lucro alcanzado por la empresa (Para ello se hace uso de la programación lineal como herramienta de análisis).
5. Volver a empezar todo el proceso.

4.9.2 Ingreso de datos

Para la realización del primer paso de la Teoría de Restricciones, es imprescindible contar con el precio de venta de la concretera y el elevador, así mismo con los costos variables de cada uno de ellos, y los tiempos de cada uno de los procesos, con sus tiempos de producción de las dos líneas de productos objeto de estudio.

En la tabla 29-4, se especifica en forma detallada, la información necesaria para aplicar la metodología expuesta.

4.9.2.1 Aplicación del modelo Excel

En la tabla 4-30 se muestran los procesos de la manufactura de la concretera y el elevador con cada uno de sus respectivos tiempos, en la misma se identifica el tiempo mayor de fabricación que corresponde al mecanizado de componentes el cual tiene 5.5 20 minutos, seleccionándolo como la restricción del proceso.

Tabla 30-4 Ingreso de datos

Detalle		Concretera	Elevador
Precio de venta		\$ 3.780,00	\$ 4.200,00
Costo Totalmente Variable		\$ 2.499,75	\$ 2.824,47
Mercado potencial (und/sem)		6 und	3 und
Procesos			
A (Trazado -Corte) Estructura	/und de producto	2610 min	1740 min
B Mecanizado Componentes	/und de producto	2760 min	5520 min
C Soldadura Estr - Comp	/und de producto	2550 min	850 min
D Ensamble y Acabado	/und de producto	2640 min	880 min
Disponibilidad de recursos			
	t =	8 hrs / dd	
	Periodo de =	46 dd	
	Tt Disponible =	22080 min	
	Gastos Operativos Fijos =	\$ 2.651,86	

Elaborado por: Freddy Guananga, 2016.

Con los datos de la tabla 30-4 se inicia el análisis considerando el primer principio de la Teoría de Restricciones el cual consiste en determinar el recurso que restringe la producción, para ello se precede a un análisis sencillo donde determina el tiempo mayor de los proceso de los dos productos.

Tabla 31-4 Identificación de la restricción

Recursos	Concretera 6 und	Elevador 3 und	T requerido	Tt Disponible	Nivel de uso
A (Trazado -Corte) Estructura	15660	5220	20880	22080	94,57%
B Mecanizado Componentes	16560	16560	33120	22080	150,00%
C Soldadura Estructura - Componentes	15300	2550	17850	22080	80,84%
D Ensamble y Acabado	15840	2640	18480	22080	83,70%

Elaborado por: Freddy Guananga, 2016.

Mediante este proceso se puede identificar claramente el recurso que limita la producción que indica la tabla 31-4, el cual corresponde al recurso de mecanizado de componentes el mayor nivel de uso, por lo que corresponde al 150%, ésta restricción es la que no permite cumplir de manera íntegra el requerimiento del mercado.

A continuación se procede a calcular el margen de contribución unitaria que corresponde al recurso restrictivo, cuyo resultado se obtiene dividiendo el margen de contribución para el total del tiempo que concierne al proceso de mecanizado de los componentes, identificado como recurso restrictivo.

Tabla 32-4 Ganancia / recurso restrictivo

Ganancia / und. Del recurso	B Mecanizado Componentes Restrictivo	
	Concretera	Elevador
Precio de venta	\$ 3.780,00	\$ 4.200,00
Costo unitario totalmente variable	\$2.499,75	\$2.824,47
Margen de Contribucion	\$ 1.280,25	\$ 1.375,53
Ganancia / recurso restrictivo	\$ 0,46 / min	\$ 0,25 / min

Elaborado por: Freddy Guananga, 2016.

De los resultados de la tabla 32-4 se observa que \$0,46 y \$0,25 al margen de contribución por minuto que ofrece el recurso B, el proceso restrictivo del cual parte escoger la mejor relación. Tal circunstancia determina como mejor opción de producción el producto concretas.

Considerando que el producto concreteras que presenta la mejor relación de ganancia del recurso restrictivo se debe fabricar lo máximo posible de las mismas, esto determina, el coste directo, para la fabricación de los dos productos, se transforma en \$0,45 y \$0,25, de margen de contribución, respectivamente, es obvio que la manufactura de concreteras, es al producto que se enfoca la administración para su fabricación, por lo que es preciso fabricar la mayor cantidad, quedando de la siguiente manera.

$$\begin{aligned}
 T \text{ restante} &= 22080 - 16560 = 5520 \text{ min} \\
 \text{Total a producir de} \quad \text{Elevador} &= \frac{5520}{5520} = 1 \text{ und.}
 \end{aligned}$$

De esta manera se tiene que la combinación óptima considerando el TOC es:

Tabla 33-4 Combinación óptima producto vs cantidad

Producto	Cantidad
Concretera	6 und.
Elevador	1 und.

Elaborado por: Freddy Guananga, 2016.

En la tabla 33-4 se realiza la combinación óptima de productos concreteras – elevadores el cual demuestra que se debe construir por cada 6 concreteras, un elevador, lo que permite obtener un máximo beneficio.

Tabla 34-4 Resultados según algoritmo de Goldratt (Costeo directo)

	Concretera	Elevador	
Cantidad	6	1	
Precio de Venta	\$ 3.780,00	\$ 4.200,00	
Costo Totalmente Variable	\$ 2.499,75	\$ 2.824,47	
Costeo directo			
	Concretera	Elevador	Total
Ingresos inmediatos	\$ 22.680,00	\$ 4.200,00	\$ 26.880,00
- Costos de los insumos totalmente variables	\$ 14.998,50	\$ 2.824,47	\$ 17.822,97
= Ganancia total	\$ 7.681,50	\$ 1.375,53	\$ 9.057,03
- Gastos operativos fijos			\$ 2.651,86
= Lucro Líquido			\$ 6.405,17

Elaborado por: Freddy Guananga, 2016.

4.10 Solución por programación lineal

La programación lineal es el campo de la optimización matemática dedicado a maximizar o minimizar (optimizar) una función lineal, denominada función objetivo, de forma que las variables de dicha función estén sujetas a una serie de restricciones expresadas mediante un sistema de inecuaciones también lineales.

Método que permite optimizar condiciones dadas, mediante un vector (modelo matemático básico) que represente el problema planteado.

Procedimiento:

Vector Representativo:

$$X^* = (X_1 ; X_2; \dots; X_n)$$

Función Objetivo a Optimizar

$$Z_{\text{máx}} = C_1X_1 + C_2X_2 + \dots + C_nX_n$$

Restricciones de tipo lineal

$$\begin{array}{rcll} a_{11}X_1 + a_{12}X_2 + \dots & & & \\ + a_{1n}X_n & \leq, =, \geq & 0 & b_1 \\ a_{21}X_1 + a_{22}X_2 + \dots & & & \\ + a_{2n}X_n & \leq, =, \geq & 0 & b_2 \\ a_{31}X_1 + a_{32}X_2 + \dots + a_{3n}X_n & \leq, =, \geq & 0 & b_3 \\ a_{m1}X_1 + a_{m2}X_2 + \dots + a_{mn}X_n & \leq, =, \geq & 0 & b_m \end{array}$$

Con $X_j \geq 0$ para cualquier j

Aspectos a Identificar

Z : Función objetivo a través del cual se optimiza el sistema

Representa la cantidad empleada en el recurso i por unidad correspondiente a

a_{ij} : la actividad j

b_i : Refiere a la sumatorias del disponible del recurso i

c_i : Corresponde a la contribución unitaria de la actividad j

X_i : Corresponde al nivel de la actividad j

Aplicación del modelo:

Su principal aplicación se manifiesta a través del análisis matemático el cual determina el nivel óptimo para el sistema considerando las restricciones establecidas como parámetros a cumplir.

Para realizar el análisis a través del uso de la programación lineal es necesario diferenciar con claridad la variable a utilizar y para ello se hará referencia a la siguiente nomenclatura.

Productos	Cantidad de Productos	Cantidad	X
Concretera C	Concretera	XC	
Elevador E	Elevador	XE	

Tabla 35-4 Datos de entrada (Programación lineal)

Condicionado a :			Requerimiento	Restricciones
Variables	XC	XE		
A (Trazado -Corte) Estructura	2610	1740	= 17400	≤ 22080
B Mecanizado Componentes	2760	5520	= 22080	≤ 22080
C Soldadura Estr - Comp	2550	850	= 16150	≤ 22080
D Ensamble y Acabado	2640	880	= 16720	≤ 22080
Concretera	1	0	= 6	≤ 6
Elevador	0	1	= 1	≤ 3

Función Objetivo	Concreteras	Elevadores
Z Máx = 1280,3	6	+ 1375,5
		1 = 9057,03

Elaborado por: Freddy Guananga, 2016.

A través de la programación lineal se obtiene los mismos valores calculados mediante el algoritmo (Método de Goldratt)

Resultados	
Variables	Valor
Cantidad de Concreteras	6
Cantidad de elevadores	1
Tiempo Ocioso	
A (Trazado -Corte) Estructura	4680
B Mecanizado Componentes	0
C Soldadura Estr - Comp	5930
D Ensamble y Acabado	5360
Mercado insatisfecho	
Concretera	0,00
Elevador	2

La cantidad óptima resultante en la tabla 36-4 indica que para una maximización de los beneficios, la cantidad ideal a producirse son 6 concreteras y 1 elevador utilizando los recursos actuales con que cuenta la planta.

Tabla 36-4 Utilidad Operacional

	Concreteira	Elevador	
Cantidad	6	1	
Precio de Venta	3780	4200	
Costo Totalmente Variable	2499,75	2824,5	
Costeo directo			
	Concreteira	Elevador	Total
Ingresos inmediatos	22680	4200	26880,00
Costos de los insumos totalmente variables	14998,5	2824,5	17822,97
Ganancia total	7681,5	1375,5	9057,03
Gastos operativos fijos			2651,86
Utilidad Operacional			6405,17

Elaborado por: Freddy Guananga, 2016.

En la tabla 36-4 se evidencia similitud con el método Goldratt, el mismo que encuentra la misma relación de producción que maximiza los beneficios, por lo que la programación lineal establece un margen de contribución igual al proceso del Mundo del valor.

4.11 Método del balance de línea

Se propone la aplicación de una de las herramientas más importantes para el control de la producción, puesto que sirve para establecer un equilibrio de la misma, en sentido de que posee ciertas variables que deben ser equilibradas como es el caso de los tiempos de producción, entregas parciales de producción, inventarios, etc., se utilizará el balanceo de línea con el objetivo fundamental de igualar los tiempos de trabajo en todas las estaciones del proceso, para ello se requiere de una juiciosa consecución de valores tomados de los datos de observaciones realizadas en el proceso productivo.

De lo expuesto se pone en manifiesto que la programación lineal por el método clásico cuyo algoritmo a aplicar corresponde al SIMPLEX el cual fue desarrollado por George B. Dantzig en 1947 y como herramienta de análisis a los diferentes problemas en las empresas creció conjuntamente con el desarrollo de la Teoría de la Dualidad expuesta por J. Von Neumann. Para realizar el análisis a través del uso de la programación lineal es

necesario diferenciar con claridad las variables a utilizar y para ello se hará referencia a los siguientes parámetros.

Tabla 37-4 Balance de línea

Parámetros :	Resultados:
1 Rendimiento por Hora	a.- Equilibrar cargas laborales
2 Duración del Proceso	b.- Determinar la eficiencia de un proceso
3 Productividad	c.- Optimizar y plantear oportunidades de mejora
	d.- Localizar los cuellos de botella

Elaborado por: Freddy Guananga, 2016.

Los objetivos del presente balanceo de línea pretenden equilibrar la carga laboral, es decir evaluar al trabajo del talento humano que labora a fin de eliminar, tanto el tiempo ocioso como al sobre-asignado al personal operativo.

Evaluar la eficiencia del proceso es determinar el uso racional de los recursos, y determinar los factores que limitan el alcance de un balanceo de línea, dado que no todo proceso justifica la aplicación de un estudio del equilibrio de los tiempos entre estaciones, ya que las líneas de producción susceptibles de un balanceo se encuentran las líneas de fabricación y las líneas de ensamble.

Es preciso balancear una línea de corte y mecanizado, mecanizado de materiales, soldado y ensamble, puesto que los cambios suelen aplicarse con tan solo realizar movimientos en las tareas realizadas por un operario a otro. Por otro lado, el ritmo de las líneas de fabricación suele ser determinado por los tiempos de la máquina, y se requiere de desarrollo ingenieril o cambios mecánicos para facilitar un balanceo.

Su principal aplicación se manifiesta a través del análisis matemático el cual determina el nivel óptimo para el sistema considerando las restricciones establecidas como parámetros a cumplir.

Aplicación:

Requerimientos:

Determinar el personal requerido para cumplir con:

Demanda	D = 6	und
Tiempo restante	Tt = 230,00	hrs
Turnos o días	50,75 8	
	3600 60	

Los turnos o días representa el tiempo total requerido para la fabricación de 6 concretaras que establece la demanda, son 50,75 días, el tiempo restante es el tiempo después de haber realizado la primera unidad, con respecto al tiempo disponible.

Demanda	D = 6	und	<=	6,00 Und / Tt	Cumple
Tiempo restante	Tt = 92,00	hrs			
Turnos o días	33,50 8				16080,00
	3600 60				6900,00

min
und

Restricción

Orden	Actividades	Tiempo	und/hora	Trabajadores x	und/hora	Eficiencia	t ocioso		
		Estandar (Te)	Cx= 60 /Te	Estación					
		min/und		(trb.)	Cx * Tbj.				
1	A (Trazado -Corte) Estructura	2610	0,02299	2	0,04598	1305,0000	1380,0000	94,57%	5,43%
2	B Mecanizado Componentes	2760	0,02174	2	0,04348	1380,0000	1380,0000	100,00%	0,00%
3	C Soldadura Estr - Comp	2550	0,02353	2	0,04706	1275,0000	1380,0000	92,39%	7,61%
4	D Ensamble y Acabado	2640	0,02273	2	0,04545	1320,0000	1380,0000	95,65%	4,35%
	min/und	10560	1380	2	0,04348	5280,00	5520,00	95,65%	
	Hrs / unid	176	tp cuello	N° Trb					

Resultados

Entrada	Salida	Salida / Entrada =
Ttrb. = 8	0,04348 und / hr.	Productividad = Producto obtenido / Recursos utilizados
		0,005434783 und / trb.

Gráfico 1-4. Balance de línea concretera (Asistido con Excel)

Elaborado por: Freddy Guananga, 2016.

Demanda	D = 1	und	<=	1,00 Und / Tt	Cumple
Tiempo restante	Tt = -46,00	hrs			
Turnos o días	12,98	8			

min
und

Restricción

Orden	Actividades	Tiempo Estandar (Te)	und/hora	Trabajadores x Estación
		min/und	Cx= 60 /Te	(trb.)
1	A (Trazado -Corte) Estructura	1740	0,03448	1
2	B Mecanizado Componentes	5520	0,01087	2
3	C Soldadura Estr - Comp	850	0,07059	1
4	D Ensamble y Acabado	880	0,06818	1
	min/und	8990	2760	2
	Hrs / unid	149,8333333	tp cuello	N° Trb

und/hora
Cx * Tbj.
0,03448
0,02174
0,07059
0,06818
0,02174

		Eficiencia	t ocioso
1740,00	2760,00	63,04%	36,96%
2760,00	2760,00	100,00%	0,00%
850,00	2760,00	30,80%	69,20%
880,00	2760,00	31,88%	68,12%
6230,0000	11040,0000	56,43%	

Resultados

Entrada
Ttrb. = 5

Salida
0,02174 und / hr.

Salida / Entrada =
Productividad = Producto obtenido / Recursos utilizados
0,00435 und / trb.

Gráfico 2-4. Balance de línea concretera (Asistido con Excel)

Elaborado por: Freddy Guananga, 2016.

$$\begin{aligned}
 Tc &+ tp_{\text{cuello}} * X = T \text{ disponible} \\
 10560,00 + 1380 * X &= 16080 \text{ min} \\
 X &= \frac{5520,00}{1380} \\
 X &= 4 \\
 X &= 6,00 \text{ und/Turnos o días}
 \end{aligned}$$

	Und Completadas	Restricciones	Trabajador por Estación
Unidades Terminadas =	6,00 + 1,00 = 7,00	2	7
Tiempo Total Requerido =	33,50 + 12,98 = 46,48	47	Turnos o días
	Tiempo Total		

Para balancear la línea se procede en función del tiempo estándar en cada operación a determinar el número de unidades producidas en una hora. Luego considerando que deben existir dos operadores en cada estación de trabajo, (recurso) se procede a

multiplicar el número de unidades por hora obtenidos por el número de trabajadores, para iniciar el balance se empieza con dos trabajadores, esto nos da como resultado la cantidad de unidades procesadas por ciclo.

A continuación se determina la cantidad mínima de unidades realizadas (restricciones), permitiendo identificar así el recurso restrictivo. (Primera fase Goldratt), consecuentemente para el balance se actúa en la restricción de manera que permita reducir el tiempo de operación (incremento de personal), cambio del método. Para la creación de nuevas estaciones de trabajo o insertando tecnología (segundo paso de Goldratt explotar la restricción).

Se puede evidenciar que con el balance de línea se obtiene el número de trabajadores necesarios para satisfacer la demanda, de manera que se evalúa la productividad del trabajador, la eficiencia del proceso, además a través de este método se puede determinar el tiempo real requerido para cumplir la demanda, puesto que el método de Goldratt y de programación lineal, no permiten evaluar dichos parámetros, ni encontrar el real tiempo del proceso.

4.11.1 *Resultado del balance*

4.11.1.1 Balance de línea teórico

Número de unidades concretas y elevadores son 6 y 1 respectivamente, el tiempo a fin de que se pueda realizar el número óptimo de unidades en combinación con los dos productos, así mismo en la tabla 36-4 se puede visualizar el tiempo requerido, que es 50,75 días para concretas y 18,73 días para el elevador, se observa además que el número de días asciende a 70 días, tomando en cuenta un turno de 8 horas diarias por día.

Tabla 28-4 Costo total (Concretera - Elevador)

Resultados Concretera		
Rend / Hora	=	0,0434783 Und /hr
Duración	=	138,00 Hrs
Trabajadores	=	8
Productividad	=	0,00543 und / hombre
Eficiencia	=	95,65%
Hrs Hombre	=	1104,00 hrs
Costos Total	=	14998,5

Resultados Elevador		
Rend / Hora	=	0,021739 Und /hr
Duración	=	92,00 Hrs
Trabajadores	=	5
Productividad	=	0,00435 und / hombre
Eficiencia	=	56,43%
Hrs Hombre	=	460,00 hrs
Costos Total	=	5648,94

TTHrs Hombre	=	1564,00	hrs
Costo Total	=	20647,44	\$

Elaborado por: Freddy Guananga, 2016.

En las tablas 37-4 de resultados se observa un rendimiento por hora de trabajo, en el caso de la concretera se tiene un rendimiento de 0.043 unidades por hora y el elevador 0,021 por elevador, así mismo la concretera tiene un tiempo de duración de 138 horas mientras que el elevador 92 horas, con respecto a la eficiencia, en la concretera se tiene el 95, 65% de eficiencia y el elevador 56,43% y por último las horas hombre que arroja un resultado de 1104 hrs y del elevador 460 horas.

Tabla 39-4 Balance de Línea – Goldratt

Método	Sintesis			
	min		Días	
B. de línea	16080,00 +	6230,00 =	22310,00	46,479 (0 unidades en proceso)
Goldratt	6900,00 +	0,00 =	6900,00	14,375 (hay unidades en proceso)

Elaborado por: Freddy Guananga, 2016.

Efectuando la comparación del resultado del Balance de línea y método de Goldratt se tiene que en el balance de línea no quedan unidades en proceso, mientras que con el método de Goldratt, quedan unidades en proceso.

Unidades terminas (Unidades en proceso)

Tc	+	tp_{cuello}	*	X	=	T disponible
8990,00	+	2760	*	X	=	8990 min
				X	=	$\frac{0,00}{2760}$
				X	=	0
				X	=	2,00 und/Turnos o dias

Elaborado por: Freddy Guananga, 2016.

En la tabla 39-4 se detalla que la cantidad de elementos que se puede elaborar en 8890 minutos, resultando 2 elevadores.

Con los cálculos en Excel se tiene un valor de 49 días de producción frente a Goldratt en cambio calcula el número de unidades únicamente en función de la restricción, sin tomar en cuenta, el tiempo de proceso total donde se concluyan todas las actividades donde finaliza el producto terminado.

4.12 Propuesta

4.12.1 Justificación

El presente proyecto de investigación se enfoca en la identificación de las restricciones que impiden que la empresa MIVIRN encuentren niveles de productividad, en anteriores

capítulos se logró establecer la demanda histórica y en base a esta se proyecta la demanda futura, se evalúan y se determinan tiempos estándar, con estos datos se establece la restricción del sistema aplicando la metodología propuesta por la Teoría de Restricciones, en tal virtud en el presente capítulo se va a explotar la restricción que impiden al sistema alcanzar un mejor desempeño en relación a su meta, es esencial entonces, tener en cuenta la mejor combinación de recursos para subordinar la restricción.

Para seguir con la metodología propuesta por la Teoría de Restricciones es necesario aumentar la capacidad de las restricciones que se elaboró en el capítulo anterior, por lo que se procede a elevar la restricción en el proceso de mecanizado de materiales, donde se detecta la obsolescencia del torno, que requiere mayores recursos para su funcionamiento debido al término de su vida útil, el mismo que ocasiona mayor tiempo, genera tiempo ocioso y ocasiona defectos y desperdicio de material, por lo que es imprescindible el reemplazo del mismo con la finalidad de aumentar la capacidad del sistema; por tanto la propuesta evalúa la implementación de un nuevo torno a fin de generar mayores recursos para afrontar las inversiones necesarias. Es absolutamente imprescindible que alcance una mayor productividad empleando métodos y herramientas que la Ingeniería Industrial proporciona, para así conseguir una producción eficiente y responsable acompañada de la cooperación y colaboración a todos los niveles y de una exacta definición de funciones y responsabilidades para sus actores.

4.12.2 *Objetivos*

4.12.2.1 Objetivo general

Proponer la eliminación de la restricción para disminuir los costos de producción implementando un recurso tecnológico.

4.12.2.2 *Objetivos específicos*

- Incrementar la capacidad de la planta.
- Realizar una propuesta de inversión en la se elimine la restricción encontrada en el sistema directa
- Evaluar los nuevos costos de producción con la propuesta para determinar la variación en los mismos.

4.12.3 *Factibilidad*

La propuesta es totalmente factible debido a que existe en el mercado local la tecnología necesaria como de mano de obra, que tienen la posibilidad de aportar al sistema de producción generar productividad; así mismo el talento humano se adaptará a un nuevo proceso, con el fin de generar rendimiento que garantice una disminución en los costos de producción eliminando la restricción del sistema, con la finalidad de volver a la unidad productora mayormente eficiente.

4.12.4 *Proyección de resultados*

4.12.4.1 *Establecimiento del layout propuesto*

Se toma como referencia el esquema de Goldratt que facilitó visualizar una distribución correcta de las estaciones de trabajo para la elaboración de los 2 productos en estudio, para considerar eliminar la restricción existente, para ello se procede a estructurar un layout óptimo que sintetizan los recorridos del material en las diferentes estaciones de trabajo. Como se visualiza en la Figura 17-4. El layout obtenido bajo estas condiciones facilita realizar una simulación de tiempos de las actividades consideradas en el proceso para la fabricación de las piezas y componentes mecánicas que constituyen los productos elaborados por la empresa, tomando en cuenta que la principal restricción es evitar el reproceso por defectos, el cual trae una consiguiente pérdida de tiempo, la simulación

proporciona un resultado inmediato identificando el recurso que presenta la restricción y poder actuar rápida y eficientemente, para el caso el recurso restrictivo es el mecanizado afectando la producción, por lo que se contempla como solución el remplazo de la máquina (Torno), el mismo que ya se encuentra con sus tiempo de vida útil al término, alargando el tiempo de fabricación y constituyéndose en el cuello de botella en la producción.

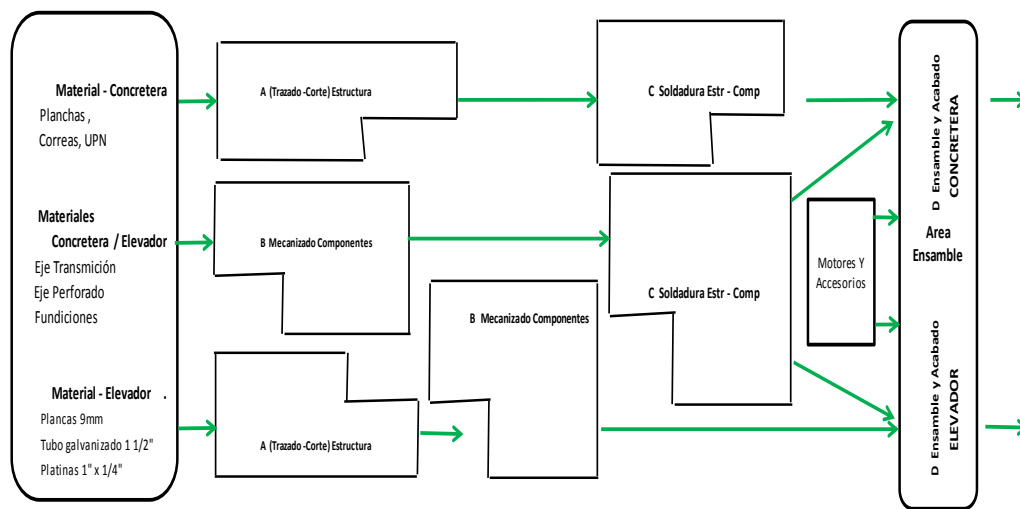


Figura 17-4 Propuesta de layout en la planta MIVIRN

Elaborado por: Freddy Guananga, 2016.

El layout de la figura 17-4 distingue a los cuatro procesos principales de manufactura de concretas y elevadores, estos procesos integran actividades y máquinas, equipos y similares de acuerdo al proceso funcional tecnológico que se realiza en la producción, en línea de los dos productos, tomado en cuenta que existen recursos que no es posible movilizarlos fácilmente, consiguiendo importantes reducciones de tiempos de proceso, así como la manipulación de materiales, en las áreas de trabajo.

El layout propuesto permitirá la generación de las rutas de proceso y el análisis del flujo de materiales en planta, los volúmenes de partes y piezas de los dos productos y las características de las máquinas o equipos necesarios para la fabricación de los productos

más representativos, con el objetivo de determinar las condiciones iniciales del sistema y definir el tipo de *layout* que se emplearía.

Tabla 40-4 Datos de entrada (Propuesta)

Recurso	Tiempo			
	Concreteira		Elevador	
A (Trazado -Corte) Estructura	2610	min	1740	min
B Mecanizado Componentes	2208	min	4416	min
C Soldadura Estr - Comp	2550	min	850	min
D Ensamble y Acabado	2640	min	880	min
Tiempo de ciclo	10008	min / und	7886	min / und

Elaborado por: Freddy Guananga, 2016.

En la tabla 40-4 refleja los nuevos tiempos, con la inserción de un nuevo torno al proceso productivo, una reducción de 552 minutos en la concreteira y 1104 minutos en el elevador, que lógicamente, tendrá su efecto en el costo unitario de producción para los dos productos, en estudio.

Tabla 41-4 Proceso de producción propuesta (Concreteira - Elevador)

	Procesos de Producción Concreteira - Elevador							
	A (Trazado -Corte) Estructura		B Mecanizado Componentes		C Soldadura Estr - Comp		D Ensamble y Acabado	
Elementos del costos	Concreteira	Elevador	Concreteira	Elevador	Concreteira	Elevador	Concreteira	Elevador
Materia prima directa	\$973,22	\$357,31	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00
Mano de obra directa	\$169,77	\$113,18	\$284,02	\$568,03	\$165,86	\$55,29	\$171,72	\$155,29
Costos indirectos de fabricación	\$5,50	\$587,00	\$0,30	\$278,40	\$90,00	\$30,00	\$568,37	\$468,37
Total Costos variables	\$1.148,49	\$1.057,49	\$284,32	\$846,43	\$255,86	\$85,29	\$740,09	\$623,66

Elaborado por: Freddy Guananga, 2016.

En la tabla 41-4 se puede evidenciar los nuevos costos en cada uno de los procesos, y con eliminación de la restricción en el proceso de mecanizado de piezas se ahorra 552 minutos en la concreteira y 1.044 minutos en el elevador, además se reduce el 20% de

desperdicios en los ejes de transmisión, producto de la obsolescencia del torno. Reduciéndose en los costos variables en la concretera el 2.8% y el costo variable del elevador el 10%.

Tabla 42-4 Costos fijos mensuales

Costos fijos mensuales	
Depreciaciones Activos fijos	\$2651,86
Depreciación nuevo torno	\$225,00
Total costos fijos	\$2876,86

Elaborado por: Freddy Guananga, 2016.

En la tabla 42-4 se incrementa el valor de los costos fijos, éste incremento corresponde al valor de la depreciación del torno que se adquiriría cuyo depreciación mensual asciende al valor de \$225,00 porque su valor de compra es de \$27.000 influyendo en el incremento al valor de los costos fijos inicialmente cuantificados.

Tabla 43-4 Mercado potencial

Items de Productos				
	Concretera		Elevador	
Precio de venta	\$ 3.780,00		\$ 4.200,00	
Costo Totalmente Variable	\$ 2.428,76		\$ 2.612,87	
Mercado potencial (und/sem)	6,00	und	3,00	und

Elaborado por: Freddy Guananga, 2016.

Los datos que indica la tabla 43-4 identifican al valor de los precios de los productos y los costos totalmente variables por producto luego de la eliminación de la restricción, produciéndose una reducción del 10% del costo variable; Así mismo el cálculo de la demanda proyectada del año 2017 que representa el mercado potencial.

Tabla 44-4 Contribución / recurso restrictivo

	Concretera	Elevador
Precio de venta	\$ 3.780,00	\$ 4.200,00
Costo unitario totalmente va	\$ 2.428,76	\$ 2.612,87
Margen de contribución	\$ 1.351,24	\$ 1.587,13
Tiempo de la restricción	2.208,00	4.416,00
Contribución / recurso restrictivo	\$ 0,61 / min	\$ 0,36 / min

Elaborado por: Freddy Guananga, 2016.

En la tabla 44-4 se visualiza el cálculo del margen de contribución tomado de la diferencia del total del precio de venta menos los costos variables y divididos para el tiempo del recurso restrictivo en la producción, del cálculo efectuado tenemos que la contribución del recurso restrictivo es \$0,61 para la concretera y \$ 0,36 para el caso del elevador.

Tabla 45-4 Subordinación del recurso restrictivo

Recursos	Concretera 6 und	Elevador 3 und	T requerido (min.)	Tt Disponible (min.)	Nivel de uso
A (Trazado -Corte) Estructura	15660,00	5220,00	20880,00	23174,40	90,10%
B Mecanizado Componentes	13248,00	13248,00	26496,00	23174,40	114,33%
C Soldadura Estr - Comp	15300,00	2550,00	17850,00	23174,40	77,02%
D Ensamble y Acabado	15840,00	2640,00	18480,00	23174,40	79,74%

Elaborado por: Freddy Guananga, 2016.

La tabla 45-4 establece los tiempos de cada proceso al realizar 6 unidades para concretas y 3 unidades para elevadores, este tiempo comparado con el tiempo disponible de 2374,40 minutos, se establece el nivel de uso de cada uno de los procesos, en el mecanizado de componentes aun elevando la restricción, se tiene una reducción del 35,67%. Los demás procesos encuentran en menores niveles.

Mediante este proceso se puede identificar claramente el recurso que limita la producción, el cual corresponde al recurso B Mecanizado Componentes, El mismo que

por su alto nivel de uso correspondiente al valor 114,33%. A continuación procedemos a calcular la ganancia unitaria correspondiente al recurso restrictivo.

Ganancia / und. Del recurso B mecanizado componentes restrictivo superior al 100%, se determina que no será posible cumplir de manera íntegra al requerimiento del mercado.

Tabla 46-4 Contribución / recurso restrictivo

	Concretera	Elevador
Precio de venta	\$ 3.780,00	\$ 4.200,00
Costo unitario totalmente va	\$ 2.428,76	\$ 2.612,87
Margen de contribución	\$ 1.351,24	\$ 1.587,13
Tiempo de la restricción	2.208,00	4.416,00
Contribución / recurso restri	\$ 0,61	\$ 0,36

Elaborado por: Freddy Guananga, 2016.

En la tabla 46-4 se identifica el margen de contribución del recurso restrictivo, siendo mayor la contribución del recurso B que representa la concretera, con \$0,61 por minuto, respecto a \$0,36 minutos.

Tabla 47-4 Utilidad operativa de la propuesta

Costeo directo			
	Concretera	Elevador	Total
Ingresos inmediatos	\$ 22.680,00	\$ 9.440,87	\$ 32.120,87
Costos de los insumos totalm	\$ 14.572,53	\$ 5.873,28	\$ 20.445,81
Margen de contribución total	\$ 8.107,47	\$ 3.567,59	\$ 11.675,06
Costos operativos fijos			\$ 2.876,86
Utilidad Operativa			\$ 8.798,20

Elaborado por: Freddy Guananga, 2016.

Con el método del costeo directo, tomado de la metodología de Goldratt, se determina la Utilidad operativa que corresponde a \$8.798.20 por la producción en línea de 6

concreteras y 2.25 elevadores, esto indica 2 elevadores terminados y el 25% en avance de manufactura de otro elevador.

4.13 Propuesta evaluada en programación lineal

Tabla 48-4 datos de entrada propuesta (Programación lineal)

Condicionado a :			Requerimiento	Restricciones
Variables	XC	XE		
A (Trazado -Corte) Estruct	2610	1740	= 19571	≤ 23174,4
B Mecanizado Componen	2208	4416	= 23174	≤ 23174,4
C Soldadura Estr - Comp	2550	850	= 17211	≤ 23174,4
D Ensamble y Acabado	2640	880	= 17818	≤ 23174,4
Concretera	1	0	= 6	≤ 6
Elevador	0	1	= 2,25	≤ 3

Cantidad de Productos	6	2,2478
------------------------------	---	--------

Función Objetivo

Z Máx =	1280,25	6	+	1375,5	2,25	=	10773,45
---------	---------	---	---	--------	------	---	----------

Elaborado por: Freddy Guananga, 2016.

Aplicando la programación lineal solver de Excel, y maximizando la función objetivo, nos encontramos con un resultado igual, donde XC representa la cantidad óptima de concreteras y XE que corresponde a la cantidad de elevadores.

Tabla 49-4 Tiempo ocioso de la propuesta

Tiempo Ocioso	(min.)
A (Trazado -Corte) Estructura	3603,18
B Mecanizado Componentes	0,00
C Soldadura Estr - Comp	5963,75
D Ensamble y Acabado	5356,31
Mercado insatisfecho	
Concretera	0,00
Elevador	0,75

Elaborado por: Freddy Guananga, 2016.

La tabla 49-4 representa el tiempo ocioso el mismo resulta de la diferencia del tiempo disponible menos el tiempo requerido en la operación, de los cuales las tres estaciones de trabajo poseen tiempo ocioso, siendo la soldadura el de mayor valor correspondiente a 5963 minutos.

Tabla 50-4 Utilidad operativa propuesta

Resultados según El mundo del valor (Costeo Directo)			
	Concretera	Elevador	
Cantidad	6	2,25	
Precio de Venta	\$3.780,00	\$4.200,00	
Costo Totalmente Variable	\$2.428,76	\$2.612,87	
Costeo directo			
	Concretera	Elevador	Total
Ingresos inmediatos	\$22.680,00	\$9.440,87	\$32.120,87
Costos de los insumos totalmente variables	\$14.572,53	\$5.873,28	\$20.445,81
Margen de contribución	\$8.107,47	\$3.567,59	\$11.675,06
Costos operativos fijos			\$2.876,86
Utilidad Operativa			\$8.798,20

Elaborado por: Freddy Guananga, 2016.

La tabla 4-50 indica que mediante los resultados de la programación lineal donde se maximiza la función objetivo cuyo resultado es calculado mediante solver, se procede a calcular el valor de la utilidad operacional mediante el costeo directo y encontramos que se tiene en valor de \$8798,20

4.13.1 Balance de línea

Para el balance de línea tomamos como base los tiempos estándar, el Balanceo de líneas de concretas y elevadores consiste en la agrupación de las actividades secuenciales de trabajo en centros de trabajo, esto ha permitido maximizar el aprovechamiento de recursos humano disponible, con la finalidad de reducir o eliminar el tiempo ocioso.

CONCRETERA

Requerimientos:

Determinar el personal requerido para cumplir con:

Demanda	D = 6	und	<= 6,00	Und / Tt	Cumple
Tiempo restante	Tt = 92	hrs			
Turmos o días	33,50	8			16080,00
	3600	60			6900,00

min
und

Cuello de Botella

Orden	Actividades	Tiempo Estandar (Te)	und/hora	Trabajadores x	und/hora	Eficiencia		t ocioso	
		min/und	Cx= 60/Te	(trb.)	Cx * Tbj.				
1	A (Trazado -Corte) Estructura	2610	0,02299	2	0,04598	1305,0000	1380,0000	94,57%	5,43%
2	B Mecanizado Componentes	2760	0,02174	2	0,04348	1380,0000	1380,0000	100,00%	0,00%
3	C Soldadura Estr - Comp	2550	0,02353	2	0,04706	1275,0000	1380,0000	92,39%	7,61%
4	D Ensamble y Acabado	2640	0,02273	2	0,04545	1320,0000	1380,0000	95,65%	4,35%
11									
	min/und	10560	1380	2	0,04348	5280,0000	5520,0000	95,65%	
	Hrs / unid	176	tp cuello	N° Trb					

Resultados

Entrada	Salida	Salida / Entrada = Productividad = Producto obtenido / Recursos utilizados
Ttrb. = 8	0,04348 und / hr.	0,005434783 und / trb.

Gráfico 3-4 Balance de línea propuesta concretera(Asistido con Excel)

Elaborado por: Freddy Guananga, 2016.

				Und Completadas	Restricciones
Unidades Terminadas =	6,00 +	2,00	=	8,00	2
Tiempo Total Requerido =	33,50 +	18,73	=	52,23	53
				Tiempo Requerido	

ELEVADOR

Demanda	D = 2	und	<=	2,00 Und / Tt	Cumple
Tiempo restante	Tt = 0	hrs			
Turnos o días	18,73	8			

min
und

Cuello de Botella

Orden	Actividades	Tiempo Estandar (Te)	und/hora	Trabajadores x Estación
		min/und	Cx= 60 /Te	(trb.)
1	A (Trazado -Corte) Estructura	1740	0,03448	1
2	B Mecanizado Componentes	5520	0,01087	2
3	C Soldadura Estr - Comp	850	0,07059	1
4	D Ensamble y Acabado	880	0,06818	1
min/und		8990	2760	2
Hrs / unid		149,8333333	tp cuello	N° Trb

und/hora
Cx * Tbj.
0,03448
0,02174
0,07059
0,06818
0,02174

		Eficiencia	t ocioso
1740,00	2760,00	63,04%	36,96%
2760,00	2760,00	100,00%	0,00%
850,00	2760,00	30,80%	69,20%
880,00	2760,00	31,88%	68,12%
6230,0000	11040,0000	56,43%	

Resultados

	Entrada
Ttrb. = 5	

	Salida
	0,02174 und / hr.

	Salida / Entrada =
Productividad =	Producto obtenido / Recursos utilizados
	0,00435 und / trb.

Gráfico 4-4 Balance de línea propuesta elevador (Asistido con Excel)

Elaborado por: Freddy Guananga, 2016.

Como se observa en el gráfico 4-4 ambos productos pertenecen a los procesos repetitivos y en ambos casos la línea debe ser balanceada, en base a la demanda ya establecida que son 6 concreteiras y 2 elevadores, el mismo que procura con un mínimo de tiempo ocioso, para el caso de las concreteiras en el recurso de corte y mecanizado de piezas tenemos un tiempo ocioso del 5.48%, en soldado es el 7,61% y en el ensamble 4,13% con la ventaja de la gran utilización del personal que se calcula 2 por estación de trabajo. En el elevador tenemos en el corte y mecanizado un tiempo improductivo de 36,96% en el soldado 68,20% y 68,12% en el ensamble, por lo que se le asigna 1 por estación de trabajo a excepción en el recurso mecanizado de piezas que no posee tiempo ocioso.

4.14 Prueba de Hipótesis

4.14.1 Planteamiento de hipótesis

4.14.1.1 Hipótesis.

Con la aplicación de la Teoría de las Restricciones la empresa MIVIRN reduce los costos de producción de la fabricación de maquinaria para la construcción.

4.14.1.2 Resultados

Tabla 51-4 Costos situación inicial - Eliminación restricción

	Costos de producción iniciales	Costos de producción con la propuesta
Concreteira	2831.23	2702,06
Elevador	3487,44	3160,15

Fuente: resultado de Investigación de campo

Elaborado por: Freddy Guananga, 2016.

Ho: Hipótesis nula

Hi = Hipótesis del investigador

Ho: Con la aplicación de la Teoría de las Restricciones en la empresa MIVIRN, no hay reducción en los costos de producción en la fabricación de maquinaria para la construcción.

Hi = Con la aplicación de la Teoría de las Restricciones en la empresa MIVIRN, hay reducción en los costos de producción en la fabricación de maquinaria para la construcción.

x1 = costos de producción iniciales

x2 = costos de producción con la propuesta

Ho: $x1 \leq x2$

Hi: $x1 > x2$

Nivel de significancia.

El nivel de significancia a considerar es de un 5% es decir $\alpha. = 0,05$

Criterios con el que se rechaza o se acepta la hipótesis

Hipótesis de investigación

Sí; $P < \alpha$ rechazo de la Ho

4.15 Pruebas de normalidad

Ho: Los datos provienen de una distribución normal

Hi: Los datos no provienen de una distribución normal

$P_{valor} \geq \alpha$ Aceptar Ho

Se Utiliza el paquete estadístico SPSS

En la prueba de normalidad según la tabla 4-52

Tabla 52-4 Prueba de normalidad

Productividad	<u>Shapiro-Wilk</u>		
	Estadístico	gl	Sig.
situación inicial	,877	12	,080

Elaborado por: Freddy Guananga, 2016.

Prueba de normalidad

$$P_{\text{valor}} \geq \alpha$$

$$0,08 > 0,05$$

Se acepta la hipótesis nula, los datos siguen una distribución normal

4.15.1 Prueba T-Student

Prueba T

[Conjunto_de_datos2]

Estadísticos de grupo

		N	Media	Desviación tip.	Error tip. de la media
VAR00002	COSTOS DE PRODUCCION	2	2661,7350	230,14204	162,73500
	COSTOS PROPUESTA	2	2306,4350	433,36453	306,43500

Prueba de muestras independientes

		Prueba de Levene para la igualdad de varianzas		Prueba T para la igualdad de medias						
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Error tip. de la diferencia	95% Intervalo de confianza para la diferencia	
									Inferior	Superior
VAR00002	Se han asumido varianzas iguales	1,615E+17	,000	1,024	2	,414	355,30000	346,96555	-1137,57225	1848,17225
	No se han asumido varianzas iguales			1,024	1,522	,441	355,30000	346,96555	-1689,63036	2400,23036

Figura 18-4 Prueba T student

Elaborado por: Freddy Guananga, 2016.

Ho: $P > \alpha = 0,05$ se acepta la hipótesis nula

$$0,000 < 0,05$$

Se rechaza la hipótesis nula, se acepta la hipótesis del investigador

4.15.2 Decisión

Si probamos la prueba T student miramos el cuadro nos arroja un nivel de significancia de: $0,000 < 0,05$ se rechaza la hipótesis nula y se aprueba la hipótesis de investigación, es decir que existe diferencias significativas, en los costos iniciales y los costos después de eliminar la restricción del sistema de producción.

Tabla 53-4 Resumen de resultados

	Sistema anterior	Sistema actual	Propuesta	Mejora
Tiempos	Concreteira	10.560(min)	10.008(min)	552 (min.)
	Elevador	8889(min)	7785(min)	1104 (min.)
Productividad	Concreteira	6 und.	6 und.	0%
	Elevador	1und.	2,25und.	125%
Utilidad		\$6405.17	\$8.798,20	\$2393.03
Costos bimestrales	Concreteiras	\$14.998,5	\$14.572,56	\$495,94
Costos bimestrales	Elevadores	\$6.355,125	\$5878,9575	\$476,17

Elaborado por: Freddy Guananga, 2016.

La tabla 53-4 resume los resultados de diferentes parámetros evaluados como son: tiempo, productividad, utilidad y costos bimestrales de la situación actual comparada con la propuesta de cambio, ahorrando un total de 1.656 minutos de producción en mecanizado de materiales, esto permite aumentar la manufactura en 125% de elevadores cada bimestre, disminuyendo los costos en un total de \$ 902,11 e incrementando una utilidad en \$2393,03

CONCLUSIONES

- El marco referencial de la teoría de las restricciones se enfoca en el sistema y sus recursos para optimizarlos mediante un conjunto de conceptos y principios, cuyos supuestos fundamentales tienen que ver con la administración de las restricciones, proponiéndonos cinco pasos que conducen a regir los esfuerzos de mejora del sistema, ésta mejora tiene gran influencia en los costos variables, porque reduce tiempos de mano de obra, costos de reproceso y materia prima.
- El seguimiento al proceso productivo en la manufactura de concretas y elevadores permitió recabar datos técnicos que fueron analizados y evaluados aplicando el algoritmo de Goldratt, identificando el recurso restrictivo (mecanizado), cuyo margen de contribución permite encontrar la combinación óptima de producción, esto es 6 concretas y 1 elevador en la condición actual, valores que se comprueban mediante la programación lineal. El valor del costeo en la situación inicial representa para las concretas \$2499,75 y para los elevadores \$2824,47. El balance de línea utilizado como herramienta de gestión balancea el recurso humano cuando se incrementa la demanda o se reduzca el tiempo disponible de producción.
- La propuesta explota la restricción (mecanizado) mediante la inserción de maquinaria, que reduce el tiempo en 552 minutos en la concreta y 1.104 minutos en elevador, influyendo directamente en los costos con un decremento de \$79 por concreta y \$142,01 por elevador, se incrementa de la productividad del 125 % esto traducido a utilidad bimestral se incrementa en \$2.393,03 que representa el 27,20% de incremento con respecto a la situación actual.
- El impacto de los costos de producción con la propuesta resulta una reducción de \$425,94 para las concretas y \$476,17 para elevadores por bimestre, por una disminución considerable del tiempo en el mecanizado y costos de reproceso, provocando un aumento de la productividad y el buen desempeño en el funcionamiento de la maquinaria construida.
- La metodología de Goldratt apoyada por el Balance de línea constituyen una herramienta de mejora continua en la producción, mediante la simulación de los datos y entrega de resultados en tiempo real, base fundamental en la toma de decisiones para la empresa.

RECOMENDACIONES

- Actualizar la información de la maquinaria, programar el mantenimiento; Así como la revisión de la vida útil, para evitar desperdicio de recursos, calidad en el mecanizado, debido a que una maquinaria que no tenga rendimiento apropiado en tiempo y calidad se convierte en un recurso restrictivo de todo un sistema de producción.
- Ampliar el mercado potencial aplicando técnicas de marketing estratégico para producir mayor cantidad de máquinas cubriendo la necesidad insatisfecha de maquinaria en el centro del país.
- Hacer uso de la programación en Excel realizado en el presente trabajo de investigación para programar la producción y sus requerimientos el mismo que determina tiempos de producción para la cantidad requerida de los dos productos.
- Capacitar al personal a fin de que consiga programar la producción de maquinaria industrial, basado en la evaluación correspondiente de Teoría de Restricciones para cumplir los pronósticos de la demanda y el crecimiento del mercado potencial.
- La oportuna aplicación de la Metodología de Goldratt, para identificar y balancear el recurso restrictivo, incrementa la eficiencia de trabajo al reducir el tiempo ocioso maximizando la utilidad objetivo de toda empresa.

BIBLIOGRAFÍA

- CHAPMAN, S.** (2006). *Planificación y Control de la Producción*. México: Pearsons.
- CRUELLES, J. A.** (2012). *Stocks, Procesos y Dirección de Operaciones*. Barcelona: MARCOMBO S.A.
- GALVIS, A.** (2004). *Fundamentos de la Tecnología Educativa* . Sam José de Costa Rica: EUNED.
- GARCÍA, D. D.** (2010). *Organización de la producción en ingenierías*. Oviedo: Universidad de Oviedo.
- GARCÍA, V.** (2009). *Reubicación del almacén de equipos re loteados*
- GRACIA, C. MARIANO YAGUEZ, PILAR LÓPEZ, JURADO GONZÁLEZ, MOSERRAT CASANOVAS.** (2007). *Guía Práctica de Economía de la Empresa II: Areas de gestión y producción*. Barcelona: PUBLICACIONES I EDICIONES DE LA UNIVERSITAT DE BARCELONA.
- FERNÁNDEZ, M.** (1995). *Análisis y Descripción de los puestos de trabajo*. Madrid: Santos.
- FERNÁNDEZ-RÍOS, M.** (1995). *Análisis y descripción de puestos de trabajo: teoría, métodos y ejercicios*. Madrid: Díaz Santos.
- ORGANIZACIÓN INTERNACIONAL DE TRABAJO.** (s.f.). *Introducción al Estudio del trabajo*. segunda edición, .
- RIVERO, J.** (2013). *Costos y Presupuestos*. Lima: S.A.C.
- SUÑE, A.** (2011). *Manual Práctico de Diseño de Sistemas productivo*
- TEJERO, J. J.** (2007). *Logística Integral*. Madrid: ESIG EDITORIAL.
- URZELAI, A.** (2006). *Manual Básico de Logística Integral*. Madrid, Buenos Aires, Mexico: Ediciones Díaz de Santos S. A.
- VÁZQUEZ, R.** (2014). *Bloc del docente*. Obtenido de Bloc del docente: <https://contabilidaddecostosunivia.wordpress.com/2014/03/19/sistema-de-costeo-por-procesos/>
- ZAPATA, P.** (2011). *Contabilidad de Costos*. Colombia: Mc Graw Hill.

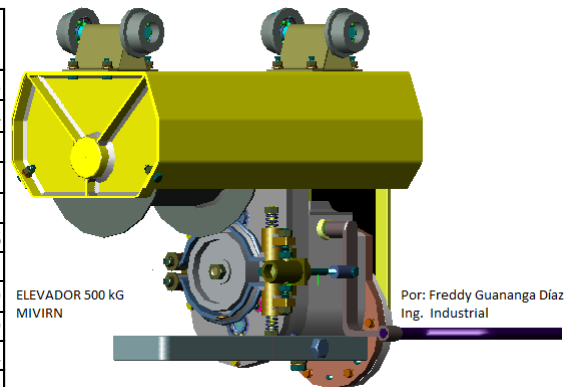
ANEXOS

Anexo A Recursos para la fabricación de concreteteras

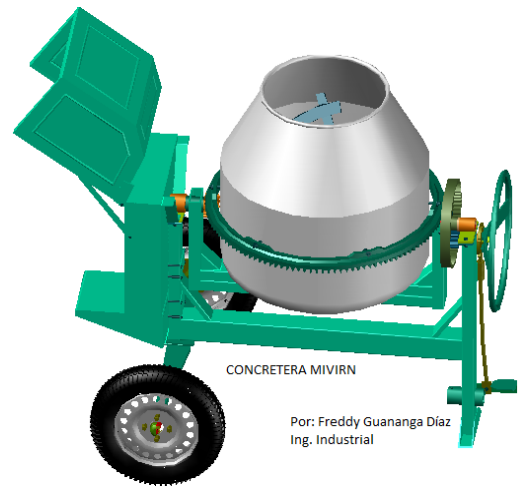
CÓDIGO DETALLE	
SECCIONES DE ALMACENAJE DE MATERIALES E INSUMOS	
1M	Planchas 3,4,6,9,12 mm.
2M	Perfiles.- ángulos, varillas. Platinas, tubos
3M	Ejes de acero de transmisión perforado
4M	Fundiciones - Ruedas dentadas, piñones, cinta dentada
5M	Insumos, resortes , pernos, rodamientos, pintura
6M	Motores- neumáticos- aros
MÁQUINAS Y EQUIPOS	
H1	Torno 1-T1 650/2
H2	Taladradora
H3	Cortadora sierra 16" KP 225
H4	Fresadora werner 50-4
H5	Soldadora 40Z - DC
H6	Dobladora CM6
H7	Baroladora 001
H8	Cortadora de Plasma
ESPACIOS DE TRABAJO	
S1	Sección de ensamble
S2	Sección trabajados varios
S3	Sección Soldadura
ALMACENAJES DE PRODUCTOS SEMIELABORADOS	
A1	Planchas dobladas
A2	Partes varias
A3	Planchas baroladas
ANAQUELES DE HERRAMIENTAS	
AH1	Herramientas e instrumentos del torno
AH2	Herramientas e instrumentos de la fresadora
AH3	Herramientas varias

TOTAL	DESCRIPCIÓN UND. MEDIDA TOTAL	Valor
MD001	Plancha 6mm. kg.	\$298,00
MD002	Plancha 12mm. kg.	\$59,31
TOTAL		\$357,31

Código	DESCRIPCIÓN UND. MEDIDA TOTAL	Valor
MD001	Plancha 6mm. kg.	\$445,28
MD002	Plancha 12mm. kg.	\$30,24
MD003	Plancha 3mm. kg.	\$2,93
MD004	Plancha 4mm. kg.	\$49,35
MD005	Plancha 9mm. kg.	\$2,55
MD006	Plancha 2mm. kg.	\$46,36
MD007	Acero Barra Perforada kg.	\$86,21
MD008	Acero Transmisión kg.	\$49,89
MD009	Acero Bonificado kg.	\$85,39
MD011	Perfilería m	\$175,02
	TOTAL	\$973,22



No. DETALLE COSTO (\$)		
Cilindros de Caucho 3,00	3	3,45
Pernos	16,57	19,0555
Tuercas	14,92	17,158
Rodajas de presión	0,32	0,368
Oxígeno	22,44	25,806
Rodamiento Rodillo Cónico 1	16,1	18,515
Rodamiento Rodillo Cónico 2	9,92	11,408
Retenedores	9,14	10,511
Aro de llanta R 13	49,76	57,224
Neumático 175/17/R 13	88,7	102,005
Juego de fundición	602,68	693,082
Polea 20"	133,93	154,0195
Retenedor	2,34	2,691
Rodamientos	45,26	52,049
Tubo negro 1"	5,52	6,348
Varilla lisa 3/4	2,93	3,3695
Tiro de Concretera	33,78	38,847
Aletas internas del trompo	75	86,25
Grasero 10 mm UNC Recto	2,3	2,645
Prisionero	0,5	0,575
Resorte	1,62	1,863
Total	1136,73	1307,2395



Anexo B Costeo por procesos concretera

COSTEO VARIABLE: PROCESO: CORTE Y MECANIZADO		
ELEMENTOS DEL COSTO	CONCRETERA	ELEVADOR
Materia prima directa	\$973,22	\$357,31
Mano de obra directa	\$169,77	\$113,18
Costos indirectos de fabricación	\$5,50	\$587,00
TOTAL	\$1.148,49	\$1.057,49

COSTEO VARIABLE: PROCESO MECANIZADO DE COMPONENTES		
ELEMENTOS DEL COSTO	CONCRETERA	ELEVADOR
Materia prima directa	\$0,00	\$0,00
Mano de obra directa	\$355,02	\$710,04
Costos indirectos de fabricación	\$0,30	\$348,00
TOTAL	\$355,32	\$1.058,04

PROCESO: SOLDADURA		
ELEMENTOS DEL COSTO	CONCRETERA	ELEVADOR
Materia prima directa	\$0,00	\$0,00
Mano de obra directa	\$165,86	\$55,29
Costos indirectos de fabricación	\$90,00	\$30,00
TOTAL	\$255,86	\$85,29

PROCESO: ENSAMBLE Y ACABADO		
ELEMENTOS DEL COSTO	CONCRETERA	ELEVADOR
Materia prima directa	\$0,00	\$0,00
Mano de obra directa	\$171,72	\$55,29
Costos indirectos de fabricación	\$568,37	\$568,37
TOTAL	\$740,08	\$623,65

Recursos	PRODUCTOS			
	Concretera Mivirn	% Avance	Elevador	% Avance
A (Trazado -Corte) Estructura	\$1.148,49	45,9%	\$1.057,49	37,4%
B Mecanizado Componentes	\$355,32	14,2%	\$1.058,04	37,5%
C Soldadura Estr - Comp	\$255,86	10,2%	\$85,29	3,0%
D Ensamble y Acabado	\$740,08	29,6%	\$623,65	22,1%
COSTO UNITARIO	\$2.499,75	100%	\$2.824,47	100%

Recurso	Tiempo	
	Concretera Mivirn	Elevador
A (Trazado -Corte) Estructura	2610 min	1740 min
B Mecanizado Componentes	2760 min	5520 min
C Soldadura Estr - Comp	2550 min	850 min
D Ensamble y Acabado	2640 min	880 min
Tiempo de ciclo	10560 min / und	8990 min / und

Anexo C Nómina del personal

MANO DE OBRA													
No.	Puesto	SUELDO	BENEFICIOS SOCIALES							Costo + B. sociales	Costo/Hora	Costo/día	Costo/minuto
			Aporte Patronal	D. Cuarto	D. tercer sueldo	F. de Reserva	Vacaciones	Sueldo sociales	B.				
1	Soldador 1	450	50,175	30,50	37,50	37,50	18,75	624,43	3,90	31,22	0,07		
2	Soldador 2	450	50,175	30,50	37,50	30,50	18,75	617,43	3,86	30,87	0,06		
3	Tornero	450	50,175	30,50	37,50	30,50	18,75	617,43	3,86	30,87	0,06		
4	Fresador	450	50,175	30,50	37,50	30,50	18,75	617,43	3,86	30,87	0,06		
5	operario 1	375	41,8125	30,50	31,25	30,50	15,63	524,69	3,28	26,23	0,05		
6	operario 2	375	41,8125	30,50	31,25	30,50	15,63	524,69	3,28	26,23	0,05		
7	operario 3	375	41,8125	30,50	31,25	30,50	15,63	524,69	3,28	26,23	0,05		
8	operario 4	375	41,8125	30,50	31,25	30,50	15,63	524,69	3,28	26,23	0,05		

Anexo D Detalle de Activos Fijos

Edificios	14520
Instalaciones Industriales	3429
Maquinaria y equipo	
Soldadora ESSAB 40Z dc	2480
Torno	22250
Roladora	15750
Soldadora de plasma	2459
Dobladora	16550
Sierra	7640
Fresadora	35800
TOTAL	102929
Herramientas manuales	
Juego de heramientas manuales	1240

No.	MAQUINARIA TIEMPO/OPERACIÓN	COSTO
1	Soldadura	2163,38 247,71
2	Torneado	2085,00 243,95
3	Rolado	920,00 59,8
4	HH2006	4903,00 63,73
5	Corte de Plasma	180,00 21,06
6	Doblado Chapas	460,00 41,86
7	Corte Sierra 16"	105,00 6,835
8	Cepillado	85,13 5,85
9	Fresado	285,00 29,64
11.	1.186,51	\$720,44

Anexo D Depreciación de Activos Fijos

DEPRECIACION ACTIVO FIJO				
Activo Fijo		Anual	Mensual	Diario
Edificios	\$14.520,00	\$726,00	\$60,50	\$2,02
Maquinaria y equipo	\$102.929,00	\$10.292,90	\$857,74	\$28,59
Instalaciones Industriales	\$3.429,00	\$342,90	\$28,58	\$0,95
Muebles y enseres	\$3.120,00	\$312,00	\$26,00	\$0,87
Herramientas manuales	\$1.240,00	\$1.240,00	\$103,33	\$3,44
Total		\$12.913,80	\$1.076,15	\$35,87

ITEMS DE LOS PRODUCTOS		
	Concreteira	Elevador
Precio de venta	\$3.780,00	\$4.200,00
Costo Totalmente Variable	\$1.890,00	\$1.680,00

Anexo E listado de materiales indirectos

Materiales indirectos - costos indirectos		
Cilindros de Caucho 3,00	3,00	3,45
Pernos	16,57	19,06
Tuercas	14,92	17,16
Rodelas de presión	0,32	0,37
Oxigeno	22,44	25,81
Rodamiento Rodillo Cónico 1	16,10	18,52
Rodamiento Rodillo Cónico 2	9,92	11,41
Piñones		563,00
Retenedores	9,14	10,51
Aro de llanta R 13	49,76	0,00
Neumático 175/17/R 13	81,70	0,00
Juego de fundición	201,00	256,00
Energía y servicios	53,93	155,00
Retenedor	2,34	247,00
Rodamientos	15,26	55,20
Tubo negro 1"	5,52	6,35
Varilla lisa 3/4	2,93	139,00
Tiro de Concretera	23,78	0,00
Aletas internas del trompo	35,00	
Grasero 10 mm UNC Recto	2,72	3,13
Prisionero	0,50	0,58
Resorte	1,62	1,86
	\$568,47	\$1533,38

Elaborado: Autor

Anexo F Estimación del tiempo estándar

Parámetros de Solver

Establecer objetivo:

Para: Máx Min Valor de:

Cambiando las celdas de variables:

Sujeto a las restricciones:

Convertir variables sin restricciones en no negativas

Método de resolución:

Método de resolución
 Seleccione el motor GRG Nonlinear para problemas de Solver no lineales suavizados. Seleccione el motor LP Simplex para problemas de Solver lineales, y seleccione el motor Evolutionary para problemas de Solver no suavizados.

TIEMPO Y EFICIENCIA DE PRODUCCIÓN POR RECURSO

Línea Concretera Elevador Fecha: 10-dic-15
 N° días 34,50 11,50 Takt Time: 2760 5520
 Hrs x día 8 5 No. Operadores: 8 5

Modelo MIVIR

Demanda	6	1	7
T disponible	34,50 días	11,50 días	46 días
T disponible	16560 min	5520 min	
Takt Time	2760 min/und	5520 min/und	

Ing :Freddy Guananga
 El recurso B corresponde a la restricción activa que limita el cumplimiento con la demanda mercado.
 Se aplicará la teoría de restricciones para elevar la producción.

CONCRETERA				ELEVADOR				
A (Trazado-Corte) Estructura	B Mecanizado Componentes	C Soldadura Estr-Comp	D Ensamble y Acabado	A (Trazado-Corte) Estructura	B Mecanizado Componentes	C Soldadura Estr-Comp	D Ensamble y Acabado	
2493	2588	2162	2675	1647	5136	716	906	
2459	2589	2167	2678	1663	5136	725	863	
2494	2586	2154	2674	1652	5155	710	958	
2474	2535	2160	2680	1651	5136	719	913	
2474	2557	2157	2684	1652	5138	725	829	
2481	2563	2169	2674	1664	5131	721	963	
2491	2533	2167	2672	1655	5155	725	844	
2485	2563	2159	2679	1644	5134	729	863	
2454	2601	2158	2674	1643	5139	713	865	
2481	2595	2157	2685	1653	5160	721	921	
Tp = Tiempo promedio	2478,6	2571	2161	2677,5	1652,4	5142	720,4	892,5
% Vt = Valoración Trabajador	90%	95%	100%	85%	90%	95%	100%	85%
TN = Tp * %Vt	2230,74	2442,45	2161	2275,875	1487,16	4884,9	720,4	758,625
%TS = % tiempo Suplementario	17%	13%	18%	16%	17,00%	13,00%	18,00%	16,00%
TE = TN(1+%TS) = TN+TN*%TS	2609,97	2759,97	2549,98	2640,02	1739,98	5519,94	850,07	880,01
TE = Tiempo estandar	2610	2760	2550	2640	1740	5520	850	880
Cumplimiento Demanda	6,34	6,00	6,49	6,27	3,17	1,00	6,49	6,27
Tc = Tiempo de ciclo	10560				8990			

Anexo G Identificación de la restricción

SITUACIÓN ACTUAL

INGRESO DE DATOS

ITEMS DE LOS PRODUCTOS		
	Concreteira	Elevador
Precio de venta	\$ 3.780,00	\$ 4.200,00
Costo Totalmente Variable	\$ 2.499,75	\$ 2.824,47
Mercado potencial (und/sem)	6 und	3 und
Recursos		
A (Trazado -Corte) Estructura /und de producto	2610 min	1740 min
B Mecanizado Componentes /und de producto	2760 min	5520 min
C Soldadura Estr - Comp /und de producto	2550 min	850 min
D Ensamble y Acabado /und de producto	2640 min	880 min
Disponibilidad de recursos		
t =	8 hrs / dd	
Periodo de =	46 dd	
Tt Disponible =	22080 min/periodo	
Gastos Operativos Fijos =	\$ 2.651,86	

Determinar el recurso más restrictivo

Recursos	Concreteira 6 und	Elevador 3 und	T requerido	Tt Disponible	Nivel de uso
A (Trazado -Corte) E	15660	5220	20880	22080	94,57%
B Mecanizado Comp	16560	16560	33120	22080	150,00%
C Soldadura Estr - Cd	15300	2550	17850	22080	80,84%
D Ensamble y Acaba	15840	2640	18480	22080	83,70%

Elaborado por: El Autor

PROPUESTA

INGRESO DE DATOS

ITEMS DE LOS PRODUCTOS		
	Concreteira	Elevador
Precio de venta	\$ 3.780,00	\$ 4.200,00
Costo Totalmente Variable	\$ 2.499,75	\$ 2.824,47
Mercado potencial (und/sem)	6,00 und	3,00 und
Recursos		
A (Trazado -Corte) Estructura /und de producto	2610 min	1740 min
B Mecanizado Componentes /und de producto	2208 min	4416 min
C Soldadura Estr - Comp /und de producto	2550 min	850 min
D Ensamble y Acabado /und de producto	2640 min	880 min
Disponibilidad de recursos		
t =	8 hrs / dd	
Periodo de =	46 dd	
Tt Disponible =	22080 min/periodo	
Gastos Operativos Fijos =	\$ 2.651,86	

Recursos	Concreteira 6 und	Elevador 3 und	T requerido	Tt Disponible	Nivel de uso
A (Trazado -Corte) Estructura	15660	5220	20880	22080	94,57%
B Mecanizado Componentes	13248	13248	26496	22080	120,00%
C Soldadura Estr - Comp	15300	2550	17850	22080	80,84%
D Ensamble y Acabado	15840	2640	18480	22080	83,70%

$$T \text{ restante} \quad 22080 \quad - \quad 16560 = \quad 5520 \text{ min}$$

$$\text{Total a producir de} \quad \text{Elevador} = \frac{5520}{5520} = 1 \text{ und.}$$

Ganancia unitaria correspondiente al recurso restrictivo

Ganancia / und. Del recurso	B Mecanizado Componentes Restrictivo	
	Concreteira	Elevador
Precio de venta	\$ 3.780,00	\$ 4.200,00
Costo unitario totalmente variable	\$ 2.499,75	\$ 2.824,47
Margen de Contribución	\$ 1.280,25	\$ 1.375,53
Ganancia / recurso restrictivo	\$ 0,46 / min	\$ 0,25 / min

Ganancia / und. Del recurso	B Mecanizado Componentes Restrictivo	
	Concreteira	Elevador
Precio de venta	\$ 3.780,00	\$ 4.200,00
Costo unitario totalmente variable	\$ 2.499,75	\$ 2.824,47
Ganancia Unitaria	\$ 1.280,25	\$ 1.375,53
Ganancia / recurso restrictivo	\$ 0,58 / min	\$ 0,31 / min

Total de unidades a producir antes y después de explotar la restricción

Concreteira con un total máximo de 6 und.

T restante 22080 - 13248 = 8832 min

Total a producir de Elevador = $\frac{8832}{4416} = 2,00$ und.

Resultados según El mundo del valor (Costeo Directo)

	Concreteira	Elevador	
Cantidad	6	1	
Precio de Venta	\$ 3.780,00	\$ 4.200,00	
Costo Totalmente Variable	\$ 2.499,75	\$ 2.824,47	
Costeo directo			
	Concreteira	Elevador	Total
Ingresos inmediatos	\$ 22.680,00	\$ 4.200,00	\$ 26.880,00
- Costos de los insumos totalmente variables	\$ 14.998,50	\$ 2.824,47	\$ 17.822,97
= Ganancia total	\$ 7.681,50	\$ 1.375,53	\$ 9.057,03
- Gastos operativos fijos			\$ 2.651,86
= Lucro Líquido			\$ 6.405,17

Anexos H Programación lineal

Condicionado a : Requerimiento Restricciones

Variables	XC	XE	=	Requerimiento	Restricciones
A (Trazado -Corte) Estruct	2610	1740	=	17400	≤ 22080
B Mecanizado Componen	2760	5520	=	22080	≤ 22080
C Soldadura Estr - Comp	2550	850	=	16150	≤ 22080
D Ensamble y Acabado	2640	880	=	16720	≤ 22080
Concreteira	1	0	=	6	≤ 6
Elevador	0	1	=	1	≤ 3

Cantidad de Productos 6 1

Función Objetivo

Z Máx =	1280,25	6	+	1375,5	1	=	9057,03
---------	---------	---	---	--------	---	---	---------

Resultados

Variables	Valor
XC	6
XE	1
Tiempo Ocioso	
A (Trazado -Corte) Estruct	4680
B Mecanizado Componen	0
C Soldadura Estr - Comp	5930
D Ensamble y Acabado	5360
Mercado insatisfecho	
Concreteira	0,00
Elevador	2

Elaborado por: El Autor

Condicionado a : Requerimiento Restricciones

Variables	XC	XE	=	Requerimiento	Restricciones
A (Trazado -Corte) Estruct	2610	1740	=	19140	≤ 22080
B Mecanizado Componen	2208	4416	=	22080	≤ 22080
C Soldadura Estr - Comp	2550	850	=	17000	≤ 22080
D Ensamble y Acabado	2640	880	=	17600	≤ 22080
Concreteira	1	0	=	6	≤ 6
Elevador	0	1	=	2	≤ 3

Cantidad de Productos 6 2

Función Objetivo

Z Máx =	1280,25	6	+	1375,5	2	=	10432,56
---------	---------	---	---	--------	---	---	----------

Resultados

Variables	Valor
XC	6
XE	2
Tiempo Ocioso	
A (Trazado -Corte) Estruct	2940
B Mecanizado Componen	0
C Soldadura Estr - Comp	5080
D Ensamble y Acabado	4480
Mercado insatisfecho	
Concreteira	0,00
Elevador	1

Anexos H Balance de línea situación actual

BALANCE DE LINEA

Para Procesos Manuales y de Trabajo en Línea

Se Hara énfasis a:

- 1 Rendimiento por Hora
- 2 Duración del Proceso
- 3 Productividad

Resultados:

- a.- Equilibrar cargas laborales
- b.- Determinar la eficiencia de un proceso
- c.- Optimizar y plantear oportunidades de mejora
- d.- Localizar los cuellos de botella

Aplicación:

Requerimientos:

CONCRETERA

Determinar el personal requerido para cumplir con:

Demanda
Tiempo restante
Turnos o días

D =	6	und
Tt =	92,00	hrs
	33,50	8
	3600	60

<= 6,00 Und / Tt **Cumple**

min
und

Cuello de Botella

Orden	Actividades	Tiempo Estandar (Te)	und/hora	Trabajadores x Estación
		min/und	Cx= 60 /Te	(trb.)
1	Trazado-Corte / Estructura	2610	0,02299	2
2	Mecanizado Componentes	2760	0,02174	2
3	Soldadura Estruct-Comp	2550	0,02353	2
4	Ensamble y Acabado	2640	0,02273	2
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
	min/und	10560	1380	2
	Hrs / unid	176	tp cuello	N° Trb

und/hora	Cx * Tbj.
	0,04598
	0,04348
	0,04706
	0,04545
	0,04348

		Eficiencia	t ocioso
1305,0000	1380,0000	94,57%	5,43%
1380,0000	1380,0000	100,00%	0,00%
1275,0000	1380,0000	92,39%	7,61%
1320,0000	1380,0000	95,65%	4,35%
5280,0000	5520,0000	95,65%	

Resultados

Entrada
Ttrb. = 8

Salida
0,04348 und / hr.

Salida / Entrada =
Productividad = Producto obtenido / Recursos utilizados
0,005434783 und / trb.

Establecer objetivo:

Para: Máx Min Valor de:

Cambiando las celdas de variables:

Sujeto a las restricciones:

SR553 = ST553
 SR553 = ST553
 SR554 = ST554
 SP559 = SM559
 SP522 = SM522
 SN569;SN572 >= 1
 SN569;SN572 = entero
 SN569;SN572 <= ST552
 SN532;SN535 = entero
 SN532;SN535 <= ST552
 SN532;SN535 >= 1

Convertir variables sin restricciones en no negativas

Método de resolución:

Método de resolución
 Seleccione el motor GRG Nonlinear para problemas de Solver no lineales suavizados. Seleccione el motor LP Simplex para problemas de Solver lineales, y seleccione el motor Evolutionary para problemas de Solver no suavizados.

Ayuda Resolver Cerrar

UNIDADES TERMINADAS (0 UND. en Proceso)

$$Tc + tp_{cuello} \cdot X = T \text{ disponible}$$

$$10560,00 + 1380 \cdot X = 16080 \text{ min}$$

$$X = \frac{5520,00}{1380}$$

$$X = 4$$

X = 6,00 und/Turnos o días

Elaborado por: El Autor

Anexos I. RESULTADO DEL BALANCE

	Restricciones			Trabajador por Estación
Unidades Terminadas =	6,00 + 1,00	=	7,00	= <u>2</u>
Tiempo Total Requerido =	33,50 + 12,98	=	46,48	= <u>47</u> Turnos o dias

ELEVADOR

Demanda	D = 1	und	<=	1,00 Und / Tt	Cumple
Tiempo restante	Tt = -46,00	hrs			
Turnos o dias	12,98	8			

FORMULARIO

min
und

Cuello de Botella

Orden	Actividades	Tiempo Estandar (Te)	und/hora	Trabajadores x Estación
		min/und	Cx= 60/Te	(trb.)
1	Trazado-Corte / Estructura	1740	0,03448	1
2	Mecanizado Componentes	5520	0,01087	2
3	Soldadura Estruct-Comp	850	0,07059	1
4	Ensamble y Acabado	880	0,06818	1
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
min/und		8990	2760	2
Hrs / unid		149,8333333	tp cuello	N* Trb

und/hora
Cx * Tbj.
0,03448
0,02174
0,07059
0,06818
0,02174

			Eficiencia	t ocioso
1740,00	2760,00		63,04%	36,96%
2760,00	2760,00		100,00%	0,00%
850,00	2760,00		30,80%	69,20%
880,00	2760,00		31,88%	68,12%
6230,0000	11040,0000		56,43%	

UNIDADES TERMINADAS (0 UND. en Proceso)

Tc	+	tp cuello	*	X	=	T disponible
8990,00		+ 2760		* X	=	6229,999724 min
				X	=	<u>-2760,00</u> 2760
				X	=	-1,0000001
				X	=	1,00 und/Turnos o dias

Resultados

Entrada	Salida
Ttrb. = 5	0,02174 und / hr.

Productividad = Salida / Entrada = Producto obtenido / Recursos utilizados 0,00435 und / trb.

Elaborado por: El Autor

Anexos J. Balance de línea propuesta

PROPUESTA

Requerimientos:

Determinar el personal requerido para cumplir con:

Demanda $D = 6$ und
 Tiempo de trabajo $Tt = 88,00$ hrs
 Turnos o días $31,85$ 8

$\leq 6,000000$ Und / Tt **Cumple**

min und

Cuello de Botella

Orden	Actividades	Tiempo Estandar (Te)	und/hora	Trabajadores x Estación
		min/und	Cx= 60 /Te	(trb.)
1	A (Trazado -Corte) Estruct	2610	0,02299	2
2	B Mecanizado Component	2208	0,02717	2
3	C Soldadura Estr - Comp	2550	0,02353	2
4	D Ensamble y Acabado	2640	0,02273	2
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
min/und		10008,00	1320	2
Hrs / unid		166,80	tp.cuello	N° Trb

und/hora
Cx * Tbj.
0,045977011
0,054347826
0,047058824
0,045454545
0,045454545

		Eficiencia	t ocioso
1305,0000	1320,0000	98,86%	1,14%
1104,0000	1320,0000	83,64%	16,36%
1275,0000	1320,0000	96,59%	3,41%
1320,0000	1320,0000	100,00%	0,00%
5004,0000	5280,0000	94,77%	

Resultados

Entrada
Ttrb. = 8

Salida
0,045454545 und / hr.

Salida / Entrada =
Productividad = 0,005681818 und / trb.

Parámetros de Solver

Establecer objetivo:

Para: Máx Min Valor de:

Cambiando las celdas de variables:

Sujeto a las restricciones:

SMS29:SMS32 <= \$\$\$51
 SMS67:SMS70 <= \$\$\$51
 SMS29:SMS32 = entero
 SMS67:SMS70 = entero
 SMS67:SMS70 >= 1
 SQ552 = \$\$\$52
 SQ557 = \$\$\$57
 SQ519 = \$\$\$19
 SMS29:SMS32 >= 1
 SQ553 <= \$\$\$53

Convertir variables sin restricciones en no negativas

Método de resolución: Evolutionary

Método de resolución
 Seleccione el motor GRG Nonlinear para problemas de Solver no lineales suavizados. Seleccione el motor LP Simplex para problemas de Solver lineales, y seleccione el motor Evolutionary para problemas de Solver no suavizados.

Botones: Ayuda, Resolver, Cerrar

$$Tc + tp_{ocioso} \cdot X = T \text{ disponible}$$

$$10008,00 + 1320 \cdot X = 15288 \text{ min}$$

$$X = \frac{5280,00}{1320}$$

$$X = 4$$

$$X = 6,00 \text{ und/Turnos o días}$$

Elaborado por: El Autor

Unidades Terminadas =	6,00 +	2,00 =	8,00	=	8,00	Restricciones 2 Trabajador por Estación
Tiempo Total Requerido =	31,85 +	16,43 =	48,28	=	52	Turnos o días
Tiempo Requerido						

Demanda

D =	2,00	und
Tt =	0,00	hrs
Turnos o días	16,42916667	8

 <= 2 Und / Tt Cumple

Cuello de Botella

Orden	Actividades	Tiempo Estandar (Te)	und/hora	Trabajadores x Estación
		min/und	Cx= 60 /Te	(trb.)
1	A (Trazado -Corte) Estructu	1740	0,03448	1
2	B Mecanizado Component	4416	0,01359	2
3	C Soldadura Estr - Comp	850	0,07059	1
4	D Ensamble y Acabado	880	0,06818	1
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
		min/und	2208,00	2
		Hrs / unidad	131,43	N° Trb

und/hora
Cx * Tbj.
0,0344827586
0,0271739130
0,0705882353
0,0681818182
0,03

		Eficiencia	t ocioso
1740,00	2208,0000	78,80%	21,20%
2208,00	2208,00	100,00%	0,00%
850,00	2208,00	38,50%	61,50%
880,00	2208,00	39,86%	60,14%
5678,00	8832,00	64,29%	

UNIDADES TERMINADAS (0 UND. en Proceso)

Tc	+	tp cuello	* X =	T disponible
7886,00	+		2208 * X =	7886 min
			X =	$\frac{0,00}{2208}$
			X =	0
			X =	2,00 und/turnos o días

Resultados

Entrada
Ttrb. = 5

Salida
0,027174 und / hr.

Productividad =	Salida / Entrada =
0,0054	Producto obtenido / Recursos utilizados
	und / trb.

Elaborado por: El Autor

Anexos J. Proforma torno



Dirección: Plazuela Centro, Calle Urbina s/n a lado de la Escuela Augusto Salazar (frente a SFORSE)

Ciudad: Ambato - Tungurahua

Teléfono: 03 243 - 6792



Código: IT410X10

Descripción: Torno CNC industrial de 1 metro entre puntas. Ideal para trabajos industriales.

Presentación: Unidad

Precio: \$23,684 = IVA

TORNO CNC	MODELO	T19-1000
ESPECIFICACIONES TECNICAS	UNIDADES	MEDIDAS
CAPACIDAD DE MECANIZADO		
Diametro Torneable sobre Plato	mm	450
Diametro Torneable entre Punta	mm	250
Longitud Maxima Torneable	mm	960
Maximo Volteo	mm	450
CABEZAL		
Nariz de husillo		ASA N°6
Potencia motor S1	Kw.	18
Torque Husillo S1 directa	Nm	172
Torque Husillo S1 CAJA.ZF		687.6
Plato autocentrante	mm	250
Diametro pasaje de barra sin tirador	mm	63
Velocidad maxima	r.p.m	3500

Anexo K. Fotografías MIVIRN

