

Información Importante

La Universidad de La Sabana informa que el(los) autor(es) ha(n) autorizado a usuarios internos y externos de la institución a consultar el contenido de este documento a través del Catálogo en línea de la Biblioteca y el Repositorio Institucional en la página Web de la Biblioteca, así como en las redes de información del país y del exterior, con las cuales tenga convenio la Universidad de La Sabana.

Se permite la consulta a los usuarios interesados en el contenido de este documento, para todos los usos que tengan finalidad académica, nunca para usos comerciales, siempre y cuando mediante la correspondiente cita bibliográfica se le dé crédito al trabajo de grado y a su autor.

De conformidad con lo establecido en el artículo 30 de la Ley 23 de 1982 y el artículo 11 de la Decisión Andina 351 de 1993, La Universidad de La Sabana informa que los derechos sobre los documentos son propiedad de los autores y tienen sobre su obra, entre otros, los derechos morales a que hacen referencia los mencionados artículos.

BIBLIOTECA OCTAVIO ARIZMENDI POSADA
UNIVERSIDAD DE LA SABANA
Chía - Cundinamarca

PLANTEAMIENTO DE UNA SOLUCIÓN A LA CAPACIDAD DE LA SALA DE
BAÑOS ELECTROLÍTICOS PARA SATISFACER LAS PROYECCIONES DE
VENTA DE FINART S.A. AL AÑO 2015

CARLOS ANDRÉS CAICEDO HUERTAS
CRISTIAN ANDRÉS TABARES LÓPEZ

201114661
201114436

UNIVERSIDAD DE LA SABANA
INSTITUTO DE POSTGRADOS FORUM
ESPECIALIZACION EN GERENCIA DE PRODUCCION Y OPERACIONES
AGOSTO DE 2012

PLANTEAMIENTO DE UNA SOLUCIÓN A LA CAPACIDAD DE LA SALA DE
BAÑOS ELECTROLÍTICOS PARA SATISFACER LAS PROYECCIONES DE
VENTA DE FINART S.A. AL AÑO 2015

CARLOS ANDRÉS CAICEDO HUERTAS
CRISTIAN ANDRÉS TABARES LÓPEZ

201114661
201114436

ASESOR
JUAN FELIPE SANCHEZ

UNIVERSIDAD DE LA SABANA
INSTITUTO DE POSTGRADOS FORUM
ESPECIALIZACION EN GERENCIA DE PRODUCCION Y OPERACIONES
AGOSTO DE 2012

LISTA DE GRAFICOS

	Pág.
Grafico 1 diseño.....	14
Grafico 2 fundición.....	14
Grafico 3 pulimiento.....	15
Grafico 4 acabados decorativos.....	15
Grafico 5 celda galvánica.....	16
Grafico 6 bastidor.....	18
Grafico 7 restricciones físicas toc.....	20
Grafico 8 restricciones de política toc.....	22
Grafico 9 periodos activos de una máquina.....	26
Grafico 10 fórmula para calcular duración promedio de actividad.....	26
Grafico 11 proyecciones de venta finart s.a.....	32
Grafico 12 unidad de negocio bijouterie & accesorios planes 2012-2015.....	32
Grafico 13 estrategias de crecimiento.....	33
Grafico 14 porcentaje de utilización de línea de zamac.....	36
Grafico 15 porcentaje de utilización línea lead free y mp.....	37
Grafico 16 porcentaje de utilización línea compartida.....	38
Grafico 17 tiempos activos de la línea de zamac.....	39
Grafico 18 tiempos activos de la línea de lead free y mp.....	40
Grafico 19 tiempos activos de la línea compartida.....	41
Grafico 20 capacidad a 19.2 hr y 22.5 hr diarias y demanda actual año 2012 semanalmente.....	44
Grafico 21 proceso anterior y posterior al proceso de galvánica.....	46
Grafico 22 capacidad a 19.2 hr y 22.5 hr diarias y demanda actual año 2012 semanalmente. con ampliación del tanque de cobre alcalino.....	48
Grafico 23 capacidad actual de la línea zamac.....	50

Grafico 24 capacidad actual de la línea de lead free y mp	50
Grafico 25 capacidad proyectada de la línea zamac 2012	51
Grafico 26 capacidad proyectada de la línea lead free 2012	52

LISTA DE TABLAS

Tabla 1 líneas de proceso principales para estudio	28
Tabla 2 información base de calculo.....	35
Tabla 3 capacidad línea zamac	36
Tabla 4 capacidad línea lead free y mp	37
Tabla 5 capacidad línea compartida	37
Tabla 6 información base de calculo.....	38
Tabla 7 capacidad línea zamac tiempos activos.....	39
Tabla 8 capacidad línea lead free y mp tiempos activos.....	40
Tabla 9 capacidad línea compartida (cobre y níquel)	41
Tabla 10 capacidad y demanda actual 2012	44
Tabla 11 costos de la ampliación de la línea de cobre alcalino	46
Tabla 12 comparación contratación vs. ampliación	47
Tabla 13. comportamiento de la demanda vs. la capacidad de bastidores actualmente incluida la ampliación de la línea con la compra del tanque..	47
Tabla 14. incremento de capacidad	48
Tabla 15 comparación capacidad vs. demanda 2013.....	52
Tabla 16 capacidad y demanda a 2014 y 2015	54
Tabla 17 línea necesaria para la implementación de un proceso barril	58
Tabla 18 costo preliminar de la implementación de una línea barril en joyería.	58

LISTA DE ANEXOS

ANEXO 1 ÁRBOL DE PROBLEMAS	64
ANEXO 2 PROCESO DE BAÑOS ELECTROLÍTICOS	65
ANEXO 3 CÁLCULOS DE PORCENTAJE DE UTILIZACIÓN	68
ANEXO 4 CÁLCULO DE TIEMPOS ACTIVOS AÑO 2012	69
ANEXO 5 CÁLCULOS DE TIEMPOS ACTIVOS CON LA AMPLIACIÓN Y AUMENTO DE HORAS LABORADAS AÑO 2012.....	71
ANEXO 6 CÁLCULO DE TIEMPOS ACTIVOS AÑO 2013	72
ANEXO 7 CÁLCULO DE TIEMPOS ACTIVOS CON 3 TURNOS DE LUNES A SÁBADO Y 6,5 DÍAS AÑO 2013	73
ANEXO 8 CÁLCULO DE TIEMPOS ACTIVOS AÑO 2014	74
ANEXO 9 CÁLCULO DE TIEMPOS ACTIVOS AÑO 2015	75

CONTENIDO

	pág.
INTRODUCCION.....	11
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	12
1.1 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA	12
1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	12
1.3 JUSTIFICACION.....	12
1.4 DELIMITACION DEL PROBLEMA	12
2. OBJETIVOS.....	13
2.1 OBJETIVO GENERAL.....	13
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	13
3. MARCO DE REFERENCIA.....	14
3.1 MARCO EMPRESARIAL.....	14
3.1.1 Proceso Productivo	14
3.2 MARCO CONCEPTUAL.....	16
3.2.1 Proceso Galvánico	16
3.2.2 Aleaciones Utilizadas Para La Fundición En Joyería.....	17
3.2.2.1 Zamac	17
3.2.2.2 Lead Free	17
3.2.3 La Teoría de Restricciones.....	19
3.2.3.1 Las Restricciones Físicas.....	20

3.2.3.2 Las Restricciones de Política	21
3.3 MARCO TEÓRICO	23
3.3.1 Teoría de las restricciones	23
3.3.2 Elección de Teoría De Restricciones	23
3.3.3 Conceptos Relevantes Sobre La Teoría De Las Restricciones.	23
3.3.4 Cuello De Botella.....	23
3.3.5 Elementos De Un Tiempo De Procesamiento De Un Bastidor.....	24
3.3.6 Pasos A Seguir Para Aplicación De TOC En La Sala De Baños De Finart S.A	24
3.3.7 Detección De Un Cuello De Botella	25
3.3.7.1 Descripción Del método Roser/ Nakano/Tanaka.....	25
4 METODOLOGÍA.....	27
4.1 TIPO DE INVESTIGACION.....	28
4.2 POBLACION Y MUESTRA	28
4.3 RECOLECCION DE INFORMACION	29
4.3.1 Proyecciones De Venta De Finart S.A 2012 – 2015	29
4.3.1.1 Definición y Descripción del Sector.....	29
4.3.1.1 Relevancia De La Bijouterie	30
4.3.1.2 La Moda En Bijouterie	30
4.3.1.3 Necesidades En La Ampliación Del Mercado De La Joyería	30
4.3.1.4 Enfoque De Finart S.A Al Crecimiento Del Negocio 2012 – 2015.....	31
4.3.1.5 Evolución Venta UN Bijouterie 2008 al 2015.....	32
4.4 PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN.....	34

4.4.1 Paso 1 Identificación De La Restricción Del Sistema	34
4.4.1.2 Cálculo De La Información Base	34
4.4.1.3 Material Utilizado.....	34
4.4.1.4 Análisis de capacidades por porcentaje de utilización	35
4.4.1.5 Capacidad Línea Zamac En Porcentaje De Utilización.....	35
4.4.1.6 Capacidad Línea Lead Free Y Mp	36
4.4.1.7 Capacidad Línea Compartida	37
4.4.2 Análisis De Método De Tiempos Activos Usando La Guía Del Método Roser/ Nakano/Tanaka Para Detectar Cuello De Botella.....	38
4.4.2.1 Capacidad Línea Zamac Tiempos Activos	39
4.4.2.2 Capacidad línea Lead Free y MP por tiempos activos	39
4.4.2.3 Capacidad Línea Compartida (Cobre Y Níquel)	40
4.5 ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN AL PROBLEMA.	42
4.5.1 Paso 2 Decidir Como Explotar La Restricción.....	42
4.5.1.1 Capacidad y Demanda actual 2012.....	44
4.5.1.2 Como garantizar el flujo constante de producción	45
4.5.2 Paso 3 Subordinar Todo Lo Demás A Esa Decisión.....	45
4.5.3 Paso 4 Elevar La Restricción	46
4.5.3.1 Ampliación de la línea mediante la inversión en el tanque de cobre alcalino.	46
4.5.3.2 Comportamiento De La Demanda De Acuerdo A Las Proyecciones De Venta Hasta El 2015	49
4.5.1 Estrategia 2012.....	49
4.5.1.1 Análisis de capacidad a 2012	49

4.5.2 Paso 5 Una Vez Rota Restricción Volver Al Paso 1	52
4.5.2.1 Estrategia 2013	52
4.5.3 Estrategia Año 2014 y 2015.....	54
4.5.3.1 Proceso de baños por barril	56
4.5.3.2 Línea necesaria para el proceso de bañar por un sistema de barril	57
4.6 CONCLUSIONES	59
4.7 RECOMENDACIONES.....	61
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	62

INTRODUCCION

Los comportamientos positivos en producción y ventas, la utilización de la capacidad instalada alrededor del promedio histórico, los pedidos en aumento y un clima favorable para los negocios hacen que la industria colombiana tenga un entorno muy atractivo para el crecimiento continuo, Finart S.A plantea en sus proyecciones aumentar las ventas de manera significativa en sus próximos años , situación que debe estar alineada con la capacidad productiva y análisis de las condiciones internas de la empresa.

De esta forma en el presente proyecto se plantea una solución a la capacidad de la sala de baños electrolíticos de Finart S.A, para satisfacer las proyecciones de venta al año 2015, se analizará la planeación con las condiciones actuales y futuras frente a los nuevos retos que se presentan en cuanto a la necesidad de recursos físicos, humanos y demás con el fin de cumplir las metas propuestas. Se planteará una proyección de ventas año a año y actividades que atiendan dichas necesidades de la capacidad productiva.

Todo lo anterior se hará basado en la metodología de teoría de restricciones de Eliyahu Goldratt creador de la TOC (theory of constraints), quien desde 1975 ha trabajado continuamente en las reglas, conceptos y herramientas para un verdadero proceso de mejora continua.

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

En la actualidad Finart S.A. es una empresa del grupo Belcorp, el cual tiene dentro de sus planes estratégicos incrementar sus ventas de 800.000 unds/mes a 1'800.000 und /mes para el año 2015, para lo que se requiere que sus planta de producción de cosméticos, alcoholes y accesorios (incluye Joyería); estas plantas de producción, deben atender una demanda que cumpla con las expectativas y necesidades del grupo.

1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Para atender y alinear con el plan estratégico de la corporación, se ha planteado que Finart S.A, crezca a un mismo ritmo, lo que implica que se requieran obras de ampliación y análisis en las capacidades de todos sus procesos y de manera prioritaria los que presentan restricciones. Sera necesario el análisis de capacidades basado en la metodología de Teoría De Restricciones (TOC).

1.3 JUSTIFICACION

En la actualidad el proceso de baños electrolíticos de Finart S.A. está en su máximo de capacidad debido a que debe bañar en los meses de producción actuales una cantidad de 800.000 und/mes en turnos de 24 horas, con lo que se incurre en costos de horas extras y desgaste del personal.

Por lo tanto se deben plantear soluciones que atiendan a las proyecciones del negocio para los próximos años, soluciones como la que se plantearan en el desarrollo de este trabajo.

1.4 DELIMITACION DEL PROBLEMA

Para desarrollar la necesidad planteada de la compañía, se establecen los planes de acción que se plantean a continuación, dentro de la planta de producción de Finart S.A en la ciudad de Bogotá, en el área de recubrimientos electrolíticos (Galvánica), teniendo en cuenta los subprocesos que ocurren dentro de ella. Basados en la proyección de ventas a 2015, para lo cual se debe tener en cuenta las ampliaciones propuestas de la línea de procesos de baños electrolíticos.

Este estudio se desarrollara basado en el análisis de la línea actual y distribución de ventas de baños decorativos actuales y futuros.

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GENERAL

Establecer la capacidad necesaria para bañar electrolíticamente los productos con el fin de cumplir las proyecciones de venta del año 2015, en el área de galvánica de FINART S.A.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Fijar las proyecciones de crecimiento de ventas hacia el 2015 del negocio de joyería en Finart S.A.
- Determinar la capacidad actual de la línea de limpieza y de cobres alcalinos y ácidos de galvánica.
- Analizar la capacidad mediante la metodología de Teoría De Restricciones basados en la herramienta de Detección de cuellos de Botella
- Establecer la ampliación necesaria de tanques de la línea de limpieza y cobre alcalino.
- Determinar el costo de la inversión necesaria de las ampliaciones y acciones a tomar para lograr bañar piezas hasta el 2015.

3. MARCO DE REFERENCIA

3.1 MARCO EMPRESARIAL

Finart S.A. fundada en 1998, se dedica a la fabricación de joyería fina con acabados en baños de plata y oro, empresa del grupo Belcorp, quien distribuye las marcas ESIKA, EBEL Y cy- ZONE.

En la fabricación de joyas Finart abarca desde el proceso de diseño y desarrollo, fundición del metal base, pulido, baños preciosos, pinturas y empaque del producto terminado, para ser despachado a todo Latinoamérica. La empresa cuenta con 600 empleados y su mayor capacidad se ha llegado a tener 1100 colaboradores, para una cantidad producida de 1'000.000 de piezas (aretes, anillos, collares) mensuales, con una variedad de referencias de 600 diferentes al año.

3.1.1 Proceso Productivo¹

Diseño

Proceso que se desarrolla desde los bocetos hasta el primer modelo para ser plasmado en joyería

Grafico 1 Diseño



Fundición

En este proceso se realizan las actividades de vertimiento del metal en los moldes para sacar las piezas con las formas establecidas

Grafico 2 Fundición

¹ Tomado de la plan de gestión de integral residuos Finart S.A.



Pulimiento

Se efectúan las actividades de mejoramiento de la superficie para dejarla lista para ser bañada en diferentes acabados decorativos.

Grafico 3 Pulimiento



Baños decorativos

En este proceso se obtienen los acabados finales en oro y plata, mostrando el brillo de las piezas

Grafico 4 Acabados Decorativos



Las Marcas Finart, Esika y Cy Zone hacen parte de la segunda fuerza de ventas por catálogo en el país y en Latinoamérica. Siendo la primera marca

Avon como competencia directa y Yanbal en tercer plano con productos similares.

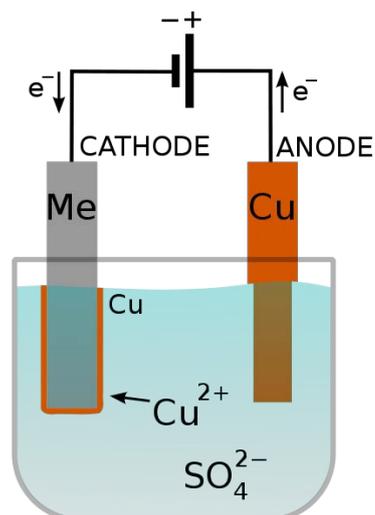
3.2 MARCO CONCEPTUAL

3.2.1 Proceso Galvánico

El proceso del área de galvanía consiste en el recubrimiento electroquímico de metales sobre una superficie. El proceso puede resumirse como el traslado en forma de iones metálicos desde un ánodo (carga positiva) a un cátodo (carga negativa) a través de un medio líquido (electrolito), compuesto fundamentalmente por sales, como resultado de aplicar una corriente eléctrica en un dispositivo o reactor que constituye un circuito eléctrico. Desde el punto de vista de la física, es la electrodeposición de un metal sobre una superficie para mejorar sus características. Con ello se consigue proporcionar dureza, duración, o ambas.

Otra de las importantes aplicaciones de la galvanoplastia es la de reproducir por medios electroquímicos objetos de muy finos detalles y en muy diversos metales.

Grafico 5 Celda Galvánica



3.2.2 Aleaciones Utilizadas Para La Fundición En Joyería

3.2.2.1 Zamac

Zamac es una familia de aleaciones de metal con una base de zinc y los elementos de aleación de aluminio, magnesio y cobre. Aleaciones Zamac son parte de la familia de aluminio de aleación de zinc que se distinguen de las aleaciones Zinc-Aluminio debido a su composición constante de aluminio de 4%. El nombre de Zamac es un acrónimo del alemán de los nombres de los metales de las aleaciones que se componen : zinc (zinc), aluminio, magnesio y Kupfer (cobre, las aleaciones de Zinc son las que poseen mejor área de aplicación, debido a sus particulares propiedades físicas, mecánicas y de fundido, esto permite la producción de grandes series de piezas fundidas. La gran fluidez de esas aleaciones facilita la obtención de piezas de compleja forma y paredes finas mejor acabado final. Permite tratamientos de electrodeposición en la superficie como zincados y cromado o pintura. No requiere de un alto consumo de energía en su elaboración. Alta resistencia mecánica y de impacto a temperatura ambiente.

3.2.2.2 Lead Free

Las aleaciones con base de estaño, también conocidas como metales blancos, generalmente contienen cobre, antimonio y plomo. Estas aleaciones tienen diferentes propiedades mecánicas, dependiendo de su composición.

Algunas aleaciones de estaño, cobre y antimonio son utilizadas como materiales antifricción en cojinetes, por su baja resistencia de cizalladura y su reducida adherencia.

En la actualidad los metales contenidos a base de plomo están siendo retirados del proceso, como parte responsable por el grado toxico del plomo.

Estas aleaciones de estaño – plomo han sido reemplazadas por otras de estaño > 95 %, con contenido de cobre y antimonio, las cuales son consideradas como Lead Free (libre de plomo).

El alto costo de los metales en el mercado internacional incluyendo el estaño ha hecho que aleaciones que usan este metal tengan un incremento considerable en los precios, por consiguiente se han considerado la búsqueda De otros metales a menor costo como es el caso del Zamac.

El proceso de recubrimientos se realiza luego del procedimiento de colgado con alambre de las piezas fundidas y pulidas en los bastidores como aparece en el siguiente gráfico.

Grafico 6 Bastidor



Las piezas a recubrir ingresan a la línea de limpieza para obtener depósitos de buena calidad y con buena adherencia; para ello se deben utilizar decapados, desengrases, y detergentes apropiados y compatibles con el metal base que vamos a recubrir.

Posteriormente ingresan al recubrimiento de cobre el baño de cobre alcalino; estas soluciones han sido utilizadas como acabados decorativos y como cubiertas de otros metales plateados, estas cubiertas son usadas como recubrimiento de una gran cantidad de metales incluidos aceros, aleaciones de zinc, aluminio, cobre, magnesio, níquel y plomo. Una propiedad importante de los baños es su habilidad de adherirse muy bien a cualquier tipo de estas aleaciones. Otras propiedades incluyen: depósitos suaves y dúctiles fácilmente, pulidos buena conductividad eléctrica, buena soldabilidad, propiedades de tensión del endurecimiento del acero, acabados decorativos que pueden ser brillantes dependiendo de los abrillantadores usados o acabados antiguos como óxidos, protección a las piezas de ataques por subsecuentes depósitos de capa y depósito fácil con otros metales.

Por ser una cubierta que se aplica bajo las demás como protección, se puede usar como base de aplicaciones de níquel y cromo, o níquel y bronce sobre aleaciones de zinc como Zamac, usadas en maquinaria de automóviles, tubería de acueductos, artículos eléctricos y para el hogar. El cobre también es usado en otras aplicaciones como sobre capa de aleaciones de cobre y níquel, sobre la cual luego es colocada una capa de níquel y oro o níquel y plata, las cuales son usadas en la industria de partes electrónicas y eléctricas.

3.2.3 La Teoría de Restricciones

La Teoría de Restricciones fue descubierta y desarrollada por un físico israelí llamado Eliyahu Goldratt a finales de los años 70. En sus comienzos fue conocida como **OPT²**: Teoría de Producción Optimizada y su aplicación se hacía por medio de un software desarrollado por el Dr. Goldratt de manera de caja negra. Los usuarios no sabían los detalles de los procesos internos del software. Tiempo después la teoría fue evolucionando y ha sido publicado sus detalles en libros como: La Meta, El Síndrome del Pajar, No fue la Suerte, La Cadena Crítica, Necesario pero no Suficiente. Actualmente el instituto Abraham Y. Goldratt (en honor al padre del Dr. Eliyahu) se encarga del estudio, evolución y difusión de las ideas de la Teoría de las Restricciones.

La Teoría de las Restricciones TOC es una filosofía administrativa integral que utiliza los métodos usados por las ciencias puras para comprender y gestionar los sistemas con base humana (personas, organizaciones, etc.).

El T.O.C. permite enfocar las soluciones a los problemas críticos de las empresas (sin importar su tamaño o giro), para que estas se acerquen a su meta mediante un proceso de mejora continua. La TOC comprende un conjunto de conocimientos, principios, herramientas y aplicaciones que simplifican la gestión de los sistemas, utilizando la lógica pura o sentido común. Se entiende que una mejora se refiere a mejores resultados globales de la organización. Si se trata de una organización con ánimo de lucro, una mejora se traduce en ganar más dinero hoy y en el futuro.

Una organización es como una cadena. La resistencia de la cadena depende del eslabón más débil, por lo tanto, de lo que se trata es de encontrar cuál es el eslabón más débil de la organización (restricción).³

Por otro lado, la práctica común en las organizaciones es atacar los problemas (efectos) individualmente; conocida comúnmente como apagar incendios. TOC plantea que la gran mayoría de los problemas (efectos) son originados por un problema raíz (Causa Raíz). Entonces una mejora de la organización como un todo es el producto de un cambio en la Causa Raíz (la restricción del sistema). La Teoría de Restricciones, basada en el mundo del Throughput, trata de aumentarle su resistencia, concentrándose casi exclusivamente en el eslabón más débil, que es el único que determina la resistencia total de la cadena.

Podemos distinguir dos tipos de restricciones:

² <http://www.arquimedex.com/index.php?accion=1&id=55>. Ingeniería y Administración

³ http://www.e-toc.com/-/index.php?option=com_content&view=article&id=30&Itemid=32. SEDANO Hernán. ¿Qué es TOC?

3.2.3.1 Las Restricciones Físicas

Una empresa es una cadena de eventos, la existencia de esta cadena implica que haya recursos dependientes “un paso no se puede hacer antes que su anterior” y fluctuaciones estadísticas que afectan el flujo de producto a través de los recursos.

Esta realidad puede presentarse en al menos tres escenarios: Abastecimiento, Operaciones y Mercado.

Gráfico 7 Restricciones Físicas TOC



Fuente. <http://www.maconsultora.com/Restricciones.html>

Se focaliza en la protección del flujo, la reducción de los tiempos de fabricación y el cumplimiento de las fechas de entrega.

Esto implica, necesariamente, mínimo inventario en proceso: sólo inventario de protección en los puntos correctos. Por lo tanto se evita dar trabajo a los recursos ociosos, sólo por el hecho de mantener altos niveles de utilización y eficiencia.

Para lograr la mejora continua en el caso de las restricciones físicas, la Teoría de Restricciones ha desarrollado un ciclo de cinco pasos simples que garantizan el acercamiento enfocado a la meta:

3.2.3.1.1 Pasos de la Teoría De Restricciones

1. Identificar la restricción
2. Decidir cómo explotarla
3. Subordinar todo lo demás a esa decisión
4. Elevar la restricción
5. Si en algún paso anterior se ha roto la restricción, volver al primer paso.

El ciclo de cinco pasos cumple el objetivo en lo referente a la explotación económica de nuestras restricciones del tipo físico, pero para lograr la meta de "Más Utilidades Ahora y en el Futuro" es necesario tener una metodología para la solución de las restricciones de política, que son las más comunes en cualquier tipo de empresa y son las que tienen un impacto estratégico en el corto, mediano y largo plazo.

3.2.3.2 Las Restricciones de Política

Las herramientas de TOC para abordar las restricciones políticas y de paradigma, son de naturaleza sistémica.

Parten de los siguientes supuestos, reiteradamente confirmados:

- Que la mayoría de las personas de una Organización, en cada área y nivel, son expertas conocedoras de sus problemas locales.
- Que tienen ideas muy concretas sobre las soluciones que deben aplicar a esos problemas locales.
- Que estas soluciones locales entran en conflicto, real o aparente, con las soluciones locales de las personas de otras áreas y niveles.
- Que ese conflicto lleva a la parálisis, al mantenimiento indefinido del estado de cosas, con muy pocos avances, sin que existan culpables reales.
- Las herramientas de TOC, utilizadas por el personal de la Organización, con la ayuda de nuestros instructores, permiten encontrar:
 - Los problemas medulares
 - Las soluciones globales
 - El plan de acción común

Grafico 8 Restricciones de Política TOC



Fuente. <http://www.maconsultora.com/Restricciones.html>

3.3 MARCO TEÓRICO

3.3.1 Teoría de las restricciones

En esta parte del documento se presenta una descripción de las referencias teóricas utilizadas para el desarrollo de la metodología usada en este proyecto. Se explica la razón por la cual se decidió aplicar la Teoría De Las Restricciones (TOC). Luego se explican los conceptos relevantes de la metodología nombrada.

3.3.2 Elección de Teoría De Restricciones

Teoría De Las Restricciones es un ambiente productivo enfocado al proceso, que ofrece mejoras y simplificación en el mismo. La metodología que aplica la teoría, como el método de detección de cuellos de botella, representan aplicaciones que ofrecen respuestas directas al optimización del proceso galvánico así como los demás procesos productivos de Finart S.A

3.3.3 Conceptos Relevantes Sobre La Teoría De Las Restricciones.

⁴Goldratt, en su libro *The Goal: a process of ongoing improvement (La Meta)*. La meta de toda organización y de Finart S. A es ganar dinero y lo demás que se hace son actividades como medio para alcanzar la meta. Goldratt afirma que los parámetros que representa en la compañía para obtener dinero son la utilidad neta, retorno sobre la inversión y flujo de efectivo, a nivel planta estos mismos parámetros están representados por el Throughput o rendimiento específico el inventario y el gasto de operación.

El rendimiento específico es la velocidad a la que el sistema genera dinero a través de las ventas. El inventario se define como el dinero que el sistema ha invertido en comprar para venderlos más adelante. El gasto de operación es todo el dinero que el sistema gasta en convertir el inventario en rendimiento específico.

3.3.4 Cuello De Botella.

En lugar de ver cada proceso local y tratar de solucionar los conflictos asociados al mismo en la sala de baños galvánicos debemos buscar optimizar el sistema entero. Se debe considerar la definición de un cuello de botella o

⁴ Goldratt, Eliyahu M. Israel físico Universidad de Tel-Aviv (1947-2011)

recurso restrictivo de la capacidad y uno que no lo es. Un recurso cuello de botella es aquel cuya capacidad es menor a la demanda que hay de él, mientras que un recurso no cuello de botella es cualquier recurso cuya capacidad sea mayor a la demanda. Por lo cual debemos balancear el flujo del producto por la sala de baños de Finart S. A con la demanda que hay desde el área de programación y alineados con las proyecciones de venta a 2015.

Si los cuellos de botella no están manteniendo un flujo suficiente para satisfacer la demanda y ganar dinero entonces, hay que encontrar soluciones para lograr mayor capacidad de los mismos, al aumentar la capacidad de los cuellos de botella de la sala de baños se estará incrementado la capacidad de todo el proceso galvánico y por consiguiente de toda la planta ya que como área de la planta somos una restricción de capacidad de todo el proceso de fabricación de Finart S.A.

3.3.5 Elementos De Un Tiempo De Procesamiento De Un Bastidor

- a. Si se considera el tiempo total desde que el bastidor entra a la sala de baños hasta el momento que sale de ella como producto terminado, se puede visualizar el tiempo en cuatro etapas.
- b. Tiempo de alistamiento: es el tiempo que el bastidor está en espera de ingresar a procesamiento mientras que el baño alcanza las condiciones óptimas de proceso (temperatura, nivel de la solución).
- c. Tiempo de procesado: es el tiempo que tarde el bastidor con las piezas en ser bañado.
- d. Tiempo en cola: es el tiempo que el bastidor espera ante el baño electrolítico que está ocupado procesando otros bastidores que estaban antes.
- e. Tiempo de espera es el tiempo que pasa el bastidor esperando no al baño sino a otros bastidores para completar la capacidad del baño.

3.3.6 Pasos A Seguir Para Aplicación De TOC En La Sala De Baños De Finart S.A

- Paso 1 Identificaremos el baño electrolítico cuello de botella
- Paso 2 Decidir cómo explotar la restricción.
- Paso 3 Subordinar todo lo demás a la decisión anterior
- Paso 4 Elevar las restricciones del sistema
- Paso 5 Una vez rota restricción volverá al paso 1

3.3 7 Detección De Un Cuello De Botella

Roser Christoph, Nakano Maseru, Tanaka Minoru, presentan un método⁵ practico para detectar un recurso restrictivo o cuello de botella. El método que proponen se basa en examinar la duración promedio de los periodos en que una maquina permanece activa. De este modo, la máquina con el periodo de actividad ininterrumpido más largo es considerada como el cuello de botella del sistema analizado, Roser afirma que en términos generales los métodos de detección están basados en uno de los siguientes conceptos.

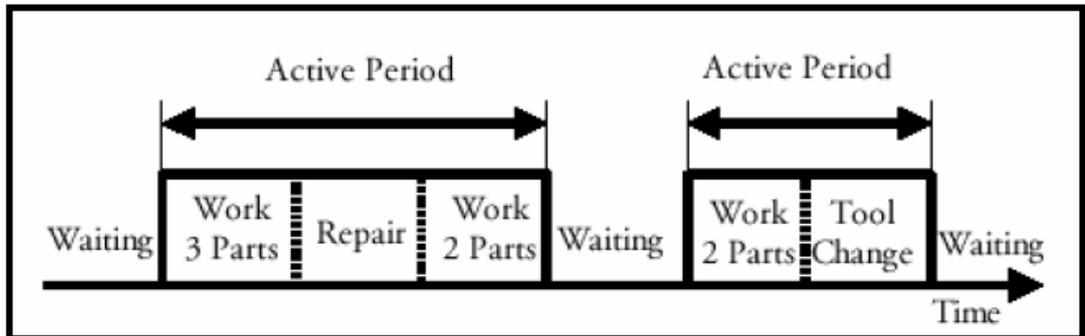
1. Medir el tiempo de espera promedio, en cuyo caso, el tiempo de espera promedio más largo es considerado el cuello de botella.
2. Medir la carga de trabajo de las maquinas, en cuyo caso la maquina con la mayor carga de trabajo constituye el cuello de botella.

3.3.7.1 Descripción Del método Roser/ Nakano/Tanaka

1. Agrupar todos los posibles estados de una maquina en activos e inactivos. Se considera un estado inactivo si este está esperando el arribo de una pieza o se está esperando que una pieza sea removida. Se considera activo, cualquier otro estado, incluyendo reparaciones, servicio y cambio herramental.
2. Se miden todos los periodos activos ininterrumpidos de cada máquina bajo análisis. Se debe considerar que estados consecutivos de actividad pueden ser tomados como el único estado activo

⁵ ROSER Christoph, NAKANO Maseru, Tanaka Minoru Proceedings of the 2001 Winter Simulation Conference

Grafico 9 Periodos Activos de una Máquina



3. Calcular La Duración Promedio De Actividad Mediante La Formula

Grafico 10 Fórmula para calcular duración promedio de actividad

$$\overline{a_i} = \frac{\sum_{j=1}^n a_{i,j}}{n}$$

Donde $\overline{a_i}$ es la medición del periodo activo de la máquina.

Donde n . es el número de tiempos activos tomados en la máquina.

4. La máquina con el tiempo promedio de actividad más largo será el cuello de botella debido a que esta máquina es la menos propensa a ser interrumpida por otras máquinas y en cambio es la más propensa a determinar el rendimiento absoluto de todo el sistema.

En nuestro caso debemos hallar todos los periodos activos de cada baño con el fin de aplicar la formula anteriormente mencionada y así encontrar el baño cuello de botella a través del método de detección de cuello de botella practico de Roser/ Nakano/Tanaka

4 METODOLOGÍA

Definir La Proyección De Venta 2012-2015

Alinear de acuerdo con el análisis del desarrollo del plan de ventas para los próximos tres años del mercado actual de la empresa Belcorp, la Proyección de la demanda futura expresada en términos de bastidores/ semana a través de sus canales de comercialización, de sus marcas en mercado de la Bisutería, L'EBEL, ESIKA Y CyZONE.

Definir El Alcance

De acuerdo con el análisis de la capacidad actual de la línea de recubrimientos electrolíticos, basados en la situación actual y planteamiento del problema conforme en la proyección de ventas del año 2015 determinar tiempos de proceso, capacidad de equipos, y porcentaje de utilización, en relación con esta información se analizaran las restricciones físicas.

Aplicación de Metodología

Este será el punto de partida para determinar la restricción o restricciones del sistema en condiciones de producción presentes, luego teniendo en cuenta la proyección de ventas en el año 2015, Aplicar los cinco pasos de la Teoría De Restricciones desarrollados por Goldratt ; situación actual, identificar la restricción o restricciones futuras a través del método de detección de cuellos de botella de Roser/ Nakano/Tanaka , explotar la restricción actual, subordinar los demás procesos a la restricción, mejorar la restricción y reiniciar el ciclo.

Definir Adquisiciones

En base a la proyección del cubrimiento de la capacidad del proceso productivo para satisfacer el plan de ventas 2015, proyectar la infraestructura necesaria en el proceso productivo, el tipo de maquinaria a definir para compra.

Determinación de Costos

Determinada la necesidad de capacidad proyectada, con el tipo de infraestructura necesaria, calcular los costos necesarios de acuerdo a las opciones de mercado través de la presentación de un presupuesto de adquisiciones.

4.1 TIPO DE INVESTIGACION

Se definió como Investigación Aplicada debido a que hace referencia, en general, al estudio metodológico orientado a resolver el problema planteado enmarcado dentro de la vida cotidiana del proceso. Dentro de esta concepción puede distinguirse, a su vez, un sentido más específico debido a que sólo considera el estudio que explota una teoría como filosofía administrativa previamente validada como es la Teoría de las restricciones TOC, para la solución del problema práctico planteado anteriormente.

4.2 POBLACION Y MUESTRA

Para efecto de la realización de esta investigación la población que se tomo es el área de galvanica de la empresa Finart S.A. en este procesos se seleccionaron las tres principales líneas de procesos las cuales son:

Tabla 1 Líneas de proceso principales para estudio

Línea Zamac

Proceso
Desengrase inmersión
Desengrase anódico
Activador
Cobre Flash
Cobre alcalino

Línea Lead Free y MP

Proceso
Desengrase Ultrasonido
Desengrase Electrolítico
Activador
Cobre Flash
Cobre alcalino

Línea compartida

Proceso
Cobre acido
Níquel

4.3 RECOLECCION DE INFORMACION

4.3.1 Proyecciones De Venta De Finart S.A 2012 – 2015

4.3.1.1 Definición y Descripción del Sector

Las joyas son ornamentos de metales preciosos, llevados desde la antigüedad por Individuos de todas las culturas como adorno personal y/o insignia social la Joyería hace parte de la vanidad del ser humano, por esto es considerado como un artículo de lujo. En el caso de las mujeres, los aretes, anillos, brazaletes, pulseras y diferentes clases de joyas juegan un papel importante en los accesorios que suelen llevar para diferentes eventos. Este sector está conformado por las empresas que fabrican, importan, distribuyen y exportan artículos de Piedras Preciosas, joyas, relojes y bisuterías.

Diseñar joyas es una actividad técnica y creativa encaminada a la creación de piezas de ornamentación corporal; útiles, funcionales y estéticas que puedan llegar a producirse en serie las principales corrientes artísticas, que en principio nacen para crear toda clase de objetos funcionales sirven como base para la iniciación en el diseño de joyería a nivel mundial.

Los avances tecnológicos en joyería, los nuevos métodos de talla de piedras preciosas y los nuevos métodos de tratamientos de las gemas han propiciado que el comercio de las joyas haya aumentado espectacularmente, de modo que personas de cualquier status social puedan tener acceso a las joyas más bellas.

Por otro lado el simbolismo de las gemas se ha mantenido entre la sociedad, aunque las creencias en la influencia de las piedras preciosas y semipreciosas en la vida de las personas han disminuido, se mantiene su simbología y su influencia en la suerte y en la salud.

Todo tipo de joyas: anillos, collares, colgantes, pulseras, brazaletes, pendientes, con todo tipo de piedras preciosas o semipreciosas, diamantes, rubís, zafiros, esmeraldas, granates, amatistas, aguamarinas y engarzados en

los más bellos metales preciosos: oro, plata, platino, rodio y con los más variados y bellos diseños de gemas, todo se comercializa hoy al alcance del consumidor medio, en definitiva hoy la joyería está socialmente más extendida que nunca y las joyas y piedras preciosas son admiradas por mayor número de personas que nunca la innovación constante de modelos para todas las edades, así como las promociones, han sido clave para el aumento de las ventas. El canal de distribución que resulta exitoso es a través de catálogo, que tiene a su favor la cercanía del vendedor con el cliente.

4.3.1.1 Relevancia De La Bijouterie

La bijouterie es un complemento del maquillaje y la ropa, se busca tener armonía entre los colores de los elementos que conforman el outfit⁶ de una mujer.

Una de cada tres mujeres considerara que la importancia del uso de la bijouterie radica en la elegancia que le aporta al vestuario.

4.3.1.2 La Moda En Bijouterie

Estar a la moda en lo referido a bijouterie cobra una alta importancia para las usuarias, casi tanta como estar a la moda en ropa. En general las usuarias de bijouterie se inclinan a observar las tendencias y modas de estos productos a través de revistas y catálogos, sin embargo para el uso diario prefieren un estilo más tradicional/clásico.

4.3.1.3 Necesidades En La Ampliación Del Mercado De La Joyería

En las últimas décadas, la economía mundial se ha caracterizado no sólo por los avances tecnológicos sino también por los fenómenos de Globalización e Integración, producto de numerosos acuerdos de libre comercio, lo que obliga a las empresas a comprender mejor estos paradigmas comerciales para poder formular estrategias coherentes y lograr ser exitosas frente a dichos procesos por esto se tienen en cuenta las siguientes consideraciones.

- a) Conseguir un mayor rendimiento a partir de sus habilidades distintivas o competencias claves, por lo que se aprovechan las ventajas comparativas y se utiliza la capacidad productiva de la empresa, logrando diversificar productos y mercados para afrontar la competencia internacional.
- b) Ganar competitividad en el mercado nacional, mediante las adquisiciones de tecnología, know how y capacidad gerencial obtenidas en el mercado

⁶ OUTFIT conjunto de ropa. Los accesorios como zapatos, joyas, etc. forman parte del outfit.

internacional, por lo que se construyen economías con base en curvas de experiencia que reducen el costo de creación de valor y ganan competitividad, obtenida por la experiencia

- c) Distribuir el riesgo de estar en un solo mercado, diversificando mercados para afrontar la competencia internacional y la situación de la economía nacional.
- d) Asegurar la supervivencia de la empresa a largo plazo
- e) Aprovechar ventajas comparativas y las oportunidades de mercados ampliados a través de acuerdos preferenciales, acuerdos de integración y de los sistemas de preferencia como TLC, MERCOSUR, suscritos y otorgados a Colombia.
- f) Hacer alianzas estratégicas con empresas extranjeras para reducir costos, mejorar la eficiencia y diversificar productos.
- g) Vender mayores volúmenes para utilizar la capacidad productiva de la empresa y hacer economías de escala.
- h) Necesidad de involucrarse en el mercado mundial por la globalización de la economía

4.3.1.4 Enfoque De Finart S.A Al Crecimiento Del Negocio 2012 – 2015

El enfoque que ha dado la empresa Finart S.A para el crecimiento del negocio de la Bijouterie se da en base al resultado de estudios de mercado y estrategia de crecimiento de los cual se destaca:

1. Para los clientes y consumidoras la categoría ha ido cobrando cada vez mayor relevancia como complemento de un “outfit”, para elevar su elegancia, para adornar su vida diaria, etc. Ha evolucionado desde “los aretes son indispensables” hasta “hay accesorios para cada look, color, etc”. Cabe destacar que las niñas en Latinoamérica inician muy pequeñas su uso de aretes y anillos, y podemos acompañarlas a lo largo de las diferentes etapas de su vida según la variedad (tipos, ocasiones de uso, estilos, etc) de nuestra Bijouterie buscando su fidelidad.
2. El mercado ha evolucionado en las últimas décadas con la inclusión de nuevos colores, nuevos estilos, materiales, insumos, etc. En resumen se ha pasado de clásicos-básicos a un universo de moda y gran diversidad.
3. Capitalizar Planta de Finart Colombia, potenciando sus 14 años de experticia, su aporte social, su capacidad instalada disponible, etc.
4. En el 2012-II se inicia la implementación de los “estilos de diseño” de Bijouterie por marca herramienta mediante la cual se logrará mayor diferenciación y menor riesgo de canibalización entre los diseños de las marcas.

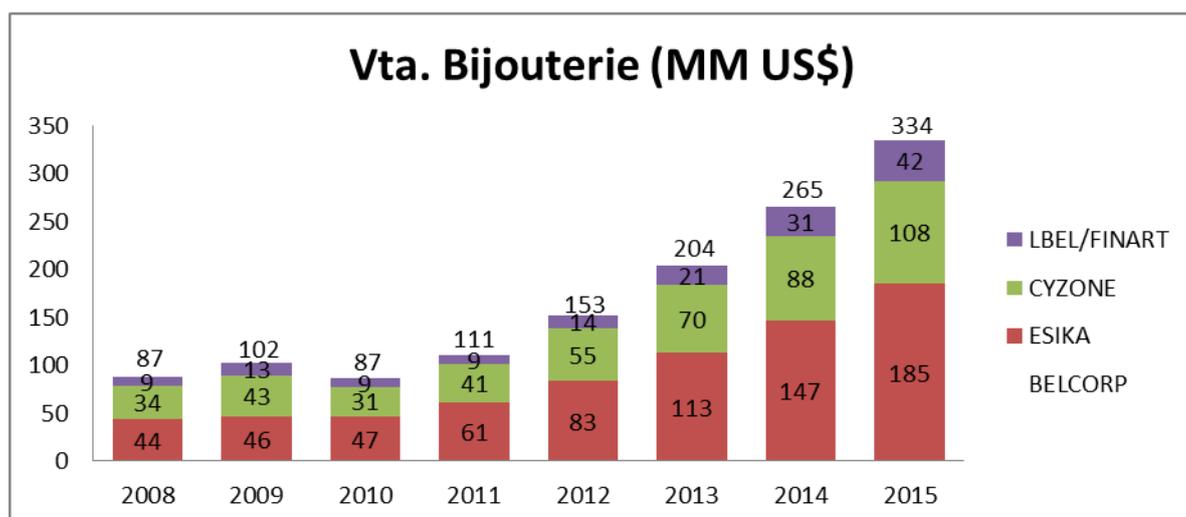
- Hasta el 2011, el incremento del precio de los metales commodities⁷ era una gran amenaza para la categoría. Sin embargo mediante innovación en un nuevo metal base y en baños alternativos no preciosos para tipos y niveles de precio masivos, se ha revertido dicha condición a una gran oportunidad atrayendo a aquellas personas que cada vez tienen menor posibilidad de acceder a joyería fina, sobretodo de oro.

4.3.1.5 Evolución Venta UN Bijouterie 2008 al 2015

Los accesorios genera una venta incremental para Belcorp y sus consultoras que no canibaliza a Cosméticos y permite una mayor amplitud y variedad del portafolio corporativo.

A partir del 2011 se plantea un crecimiento sostenido para llegar a ser casi el 10% de la venta Belcorp.

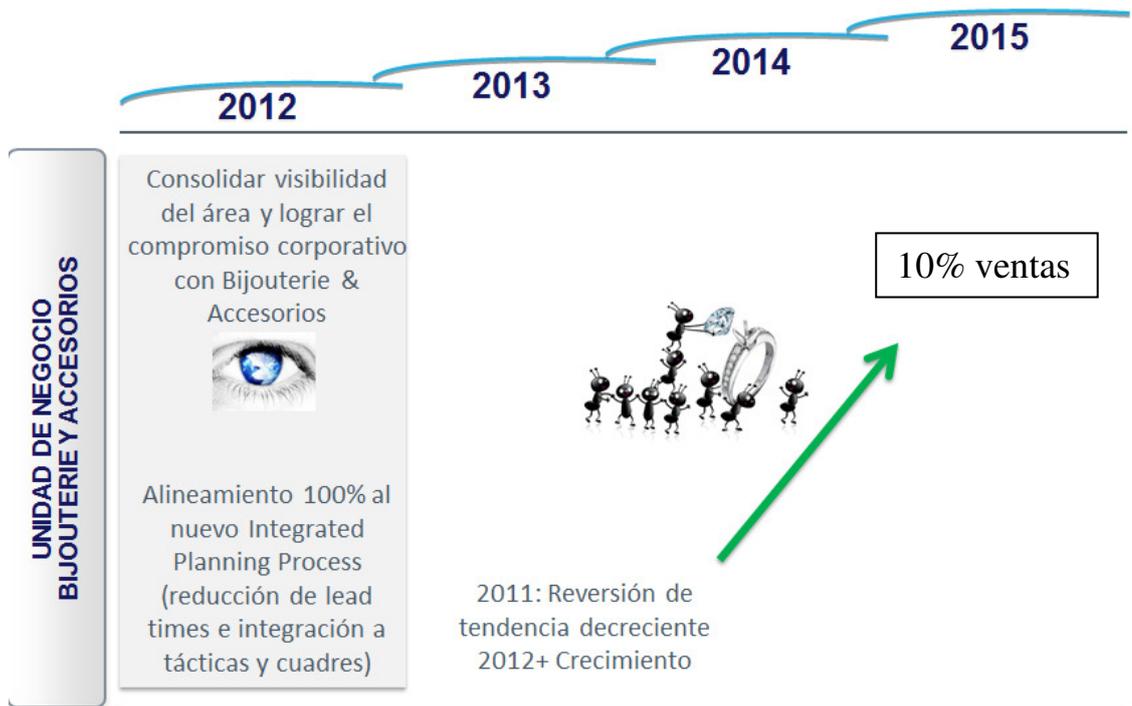
Grafico 11 Proyecciones de Venta Finart S.A



Fuente: Finart S.A Unidad de Negocio Bijouterie & Accesorios Planes 2012-15

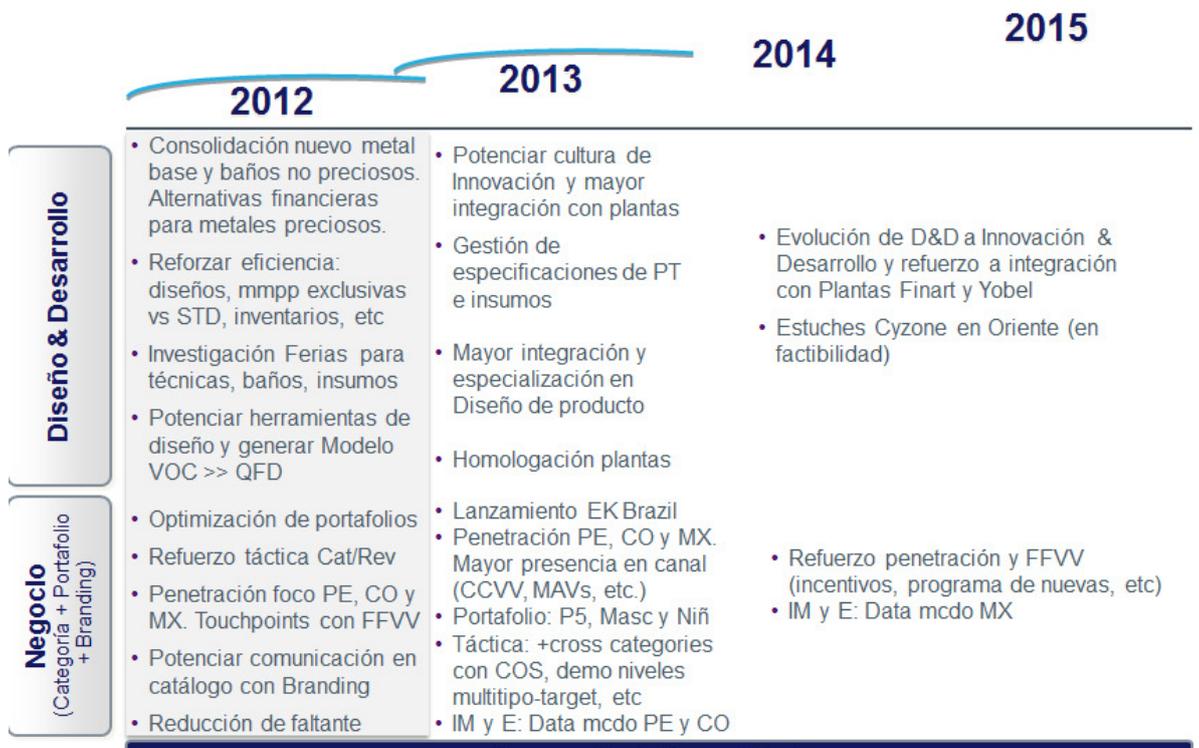
Grafico 12 Unidad de Negocio Bijouterie & Accesorios Planes 2012-2015

⁷ La **mercancía** (en inglés *commodity*) en economía es cualquier producto destinado a uso comercial



Fuente: Finart S.A

Grafico 13 Estrategias de Crecimiento



Fuente Finart S.A

4.4 PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN

4.4.1 Paso 1 Identificación De La Restricción Del Sistema

Un cuello de botella se define como cualquier recurso que no puede satisfacer a la demanda del mercado. Es decir un recurso cuya capacidad, en un periodo de tiempo, es igual o menor que la demanda que hay de él, es una restricción en el sistema que limita la producción. El cuello de botella en nuestro proceso será un baño electrolítico, ya que estos definen el tiempo disponible para la sala de baños. Aquí se debe excluir mantenimientos y otros tiempos sin trabajar.

A continuación se observa la información base de cálculo, la capacidad de la línea de Zamac, la línea de Lead Free y Materias primas (Mp) y la Línea de compartida, esta información fue obtenida así:

4.4.1.2 Cálculo De La Información Base

Como base de la de la información se analiza la situación de programación de personal de acuerdo a la disposición dada por la empresa Finart S.A distribuida de la siguiente manera:

- 48 horas semanales, distribuidas en 2 turnos de 6:00 am a 4:00 pm y de 8:00 pm a 6:00 am, de lunes a viernes.

El tiempo laborado son 10 hr por turno (20 hr en 2 turnos), sin embargo a este se le descuenta los horarios de alimentación.

Las horas/ día se calcularon así:

$$48 \text{ r semana} / 5 \text{ días} \times 2 \text{ Turnos} = 19.2 \text{ hr/día} = 1152 \text{ min/día}$$

4.4.1.3 Material Utilizado

La sala de baños procesa dos tipos de material base (ver Anexo 2 Diagrama de Proceso).

1. Metal fundido Zamac
2. Metal fundido Lead Free y materias primas

Esta separación se da debido a que no es posible mezclar los dos metales por su composición y se requiere del proceso de limpieza y cobres alcalinos diferentes a la línea de Lead Free y Mp.

La cantidad de bastidores por material base está basado en una proporción de 60 % Zamac y 40 % Lead Free y Mp. Con un producido total de 1920 bastidores en el día es decir 9600 bastidores/ semana.

4.4.1.4 Análisis de capacidades por porcentaje de utilización

A continuación se presenta el análisis de capacidad para hallar el porcentaje de utilización de cada baño con el fin de determinar por este medio el cuello de botella del proceso electrolítico de las 3 líneas principales, las cuales son por donde pasa el 100 % de las órdenes de producción, (línea de limpieza de Zamac, Línea de Limpieza Lead Free y materias primas (MP) y la línea compartida de cobre ácido y níquel.

Tabla 2 Información Base De Calculo

Información Base	
Horas/día	19.2 hr
min semanales	5760 min
Capacidad semanal	9600 bastidores
Demanda semanal	11000 Bastidores

De lo anterior se tiene que del total de bastidores producidos el 60 % es material base Zamac y el 40 % es material base Lead Free y materias primas (MP).

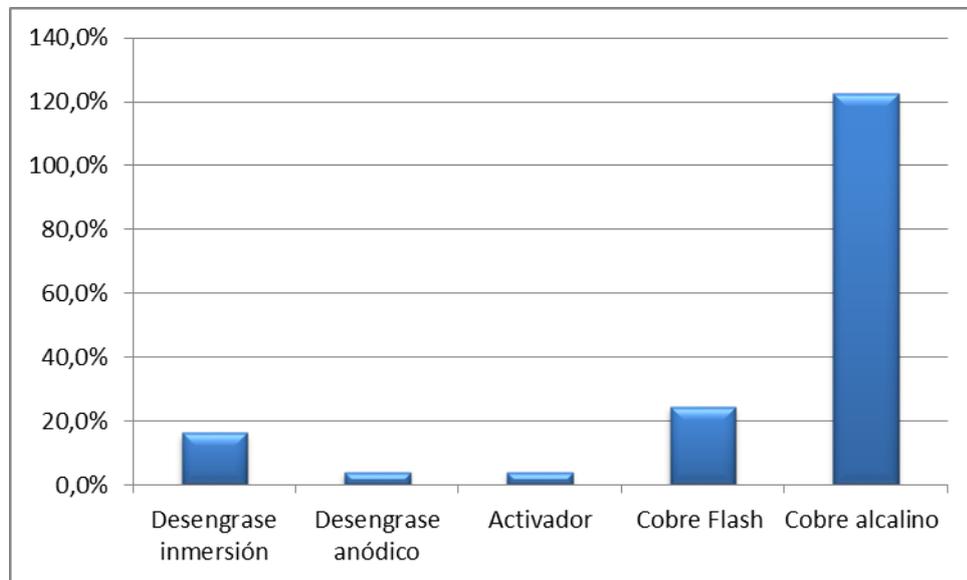
4.4.1.5 Capacidad Línea Zamac En Porcentaje De Utilización

En la siguiente grafica se muestra el porcentaje de utilización de la línea Zamac, de la cual se destaca el proceso de cobre alcalino que se encuentra en 122,5% de utilización, con la capacidad actual de 12 bastidores, lo que los indica un cuello de botella.

Tabla 3 Capacidad Línea Zamac

Proceso	Tiempo efectivo	Tiempo Hr	Capacidad en Bastidores	% de uso
Desengrase inmersión	1 min	0,02	6	16,3%
Desengrase anódico	15 seg	0,004	6	4,1%
Activador	15 seg	0,004	6	4,1%
Cobre Flash	60 seg	0,02	4	24,5%
Cobre alcalino	15 min	0,25	12	122,5%

Grafico 14 Porcentaje de utilización de línea de Zamac



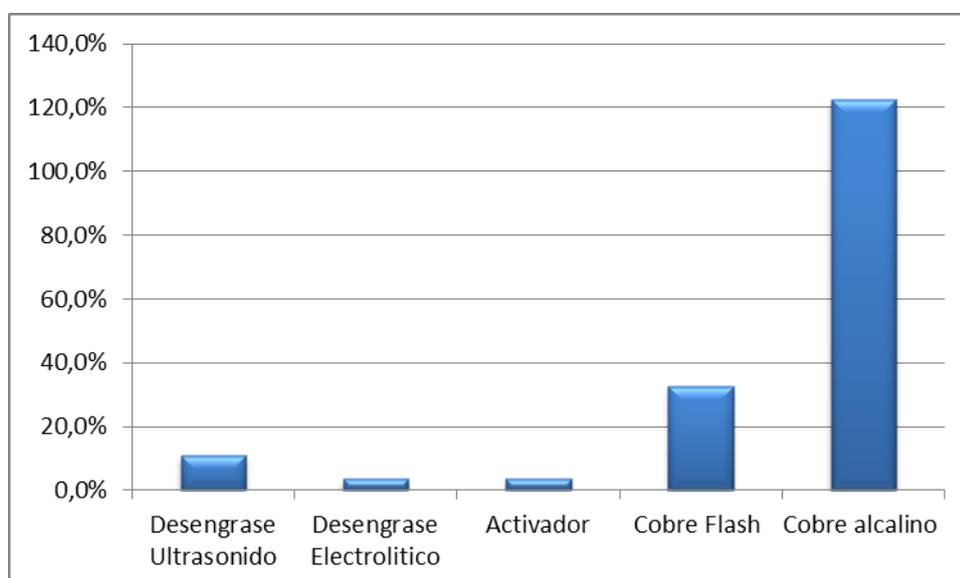
4.4.1.6 Capacidad Línea Lead Free Y Mp

En la siguiente grafica muestra un porcentaje de utilización de 122,5 %, con 8 bastidores lo que nos indica cuello de botella.

Tabla 4 Capacidad línea Lead Free y MP

Proceso	Tiempo efectivo	Tiempo Hr	Capacidad en Bastidores	% de uso
Desengrase Ultrasonido	1 min	0.02	6	10.9%
Desengrase Electrolytico	15 seg	0.006	6	3.6%
Activador	15 seg	0.006	6	3.6%
Cobre Flash	60 seg	0.02	2	32.7%
Cobre alcalino	15 min	0.25	8	122.5%

Gráfico 15 Porcentaje de Utilización línea Lead Free y MP



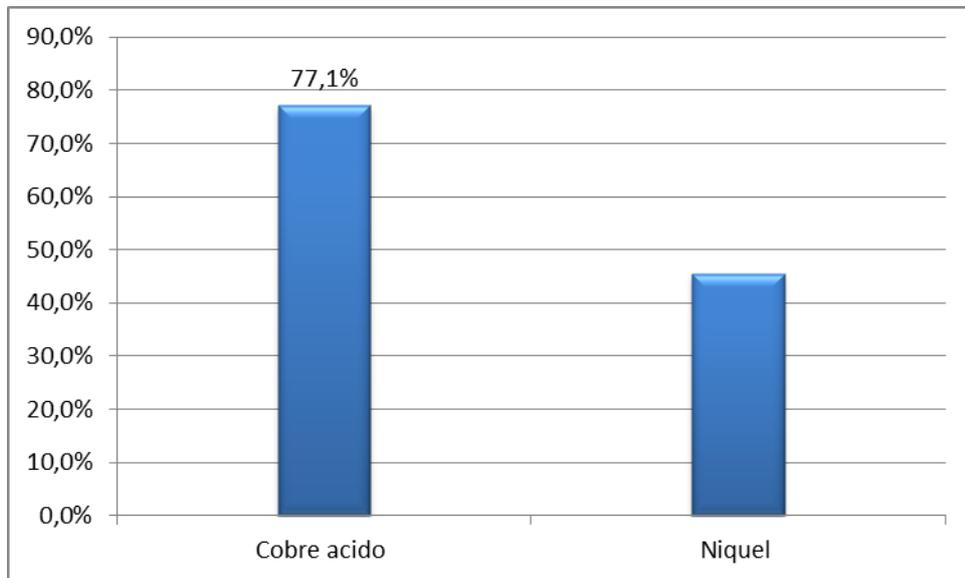
4.4.1.7 Capacidad Línea Compartida

En la gráfica siguiente muestra el porcentaje de utilización de la línea compartida y el porcentaje de utilización de en un 77,1 % y 45,4%, lo que nos indica que no hay cuello de botella.

Tabla 5 Capacidad Línea compartida

Proceso	Tiempo efectivo	Tiempo Hr	Capacidad en Bastidores	% de uso
Cobre acido	15 min	0,28	36	77,1%
Níquel	5 min	0,083	18	45,4%

Grafico 16 Porcentaje de utilización línea Compartida



4.4.2 Análisis De Método De Tiempos Activos Usando La Guía Del Método Roser/ Nakano/Tanaka Para Detectar Cuello De Botella

De acuerdo a la metodología de Roser/ Nakano / Tanaka, nos dice que:

Se debe medir todos los periodos activos ininterrumpidos de cada baño bajo análisis, y calcular la duración promedio de la actividad realizada en cada uno. Al aplicar la formula indicada en el método se toma el valor de n como 1 ya que la actividad realizada es única, y se suma el tiempo que estuvo activo el baño, dando como resultado la siguientes tablas.

Se realizó el análisis a las tres líneas principales las cuales incluye la línea de desengrase de Zamac, línea de desengrase de Lead Free y materias primas (MP) y la línea de Compartida de baños de cobre ácido y níquel.

Tabla 6 Información base de Calculo

Información Base	
Horas/día	19.2 hr
Capacidad semanal min	5760 min
Capacidad semanal	9600 bastidores
Demanda semanal	11 000 Bastidores

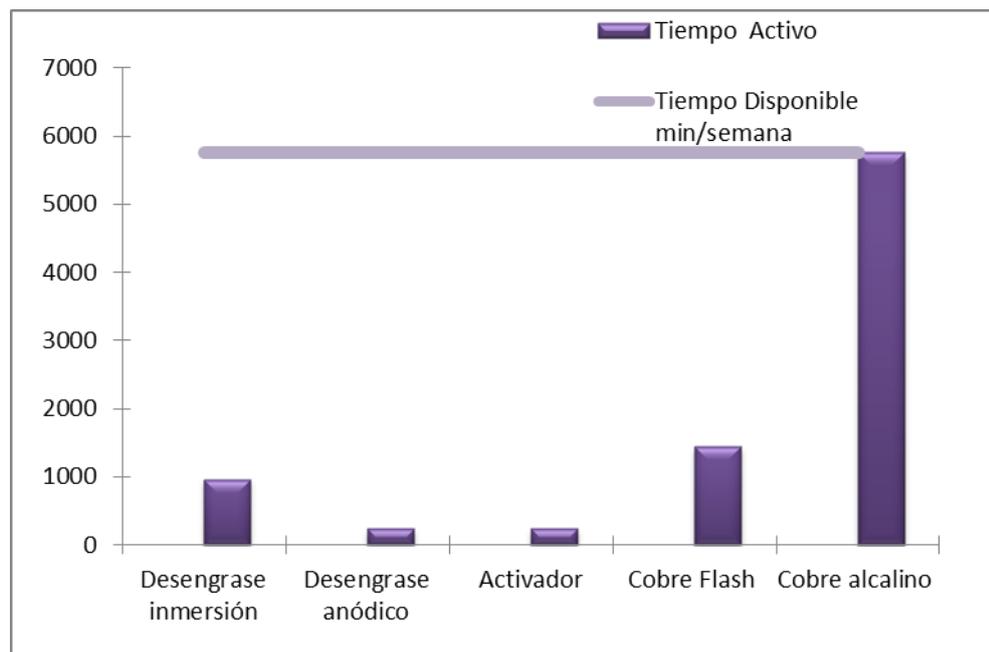
4.4.2.1 Capacidad Línea Zamac Tiempos Activos

En la siguiente tabla se muestra los tiempos activos de la línea Zamac en la cual encontramos que el tiempo activo del baño de cobre alcalino es igual al tiempo disponible de la semana.

Tabla 7 Capacidad Línea Zamac tiempos activos

Proceso	Tiempo Efectivo min	Capacidad de Bastidores	Tiempo Activo	Tiempo Disponible min/semana
Desengrase inmersión	1	6	960	5760
Desengrase anódico	0.25	6	240	5760
Activador	0.25	6	240	5760
Cobre Flash	1	4	1440	5760
Cobre alcalino	12	12	5760	5760

Gráfico 17 Tiempos activos de la línea de Zamac



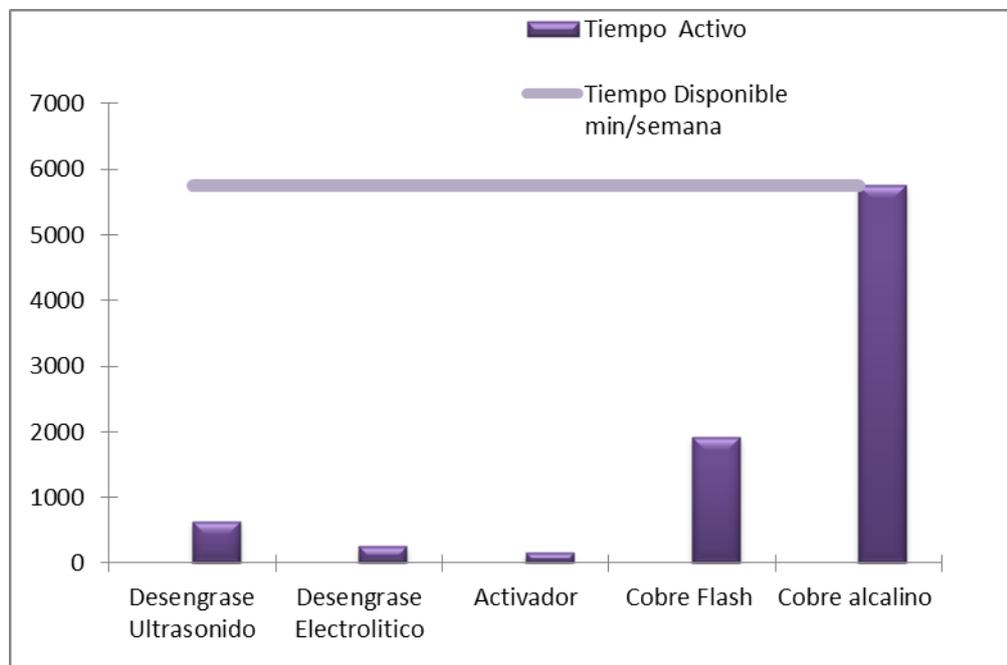
4.4.2.2 Capacidad línea Lead Free y MP por tiempos activos

En la siguiente tabla nos muestra el tiempo activo del baño cobre alcalino es igual al tiempo disponible de la semana

Tabla 8 Capacidad línea Lead Free y MP tiempos activos

Proceso	Tiempo Efectivo min	Capacidad de Bastidores	Tiempo Activo	Tiempo Disponible min/semana
Desengrase Ultrasonido	1	6	640	5760
Desengrase Electrolítico	0.4	6	256	5760
Activador	0.25	6	160	5760
Cobre Flash	1	2	1920	5760
Cobre alcalino	12	8	5760	5760

Grafico 18 Tiempos activos de la línea de Lead Free y MP



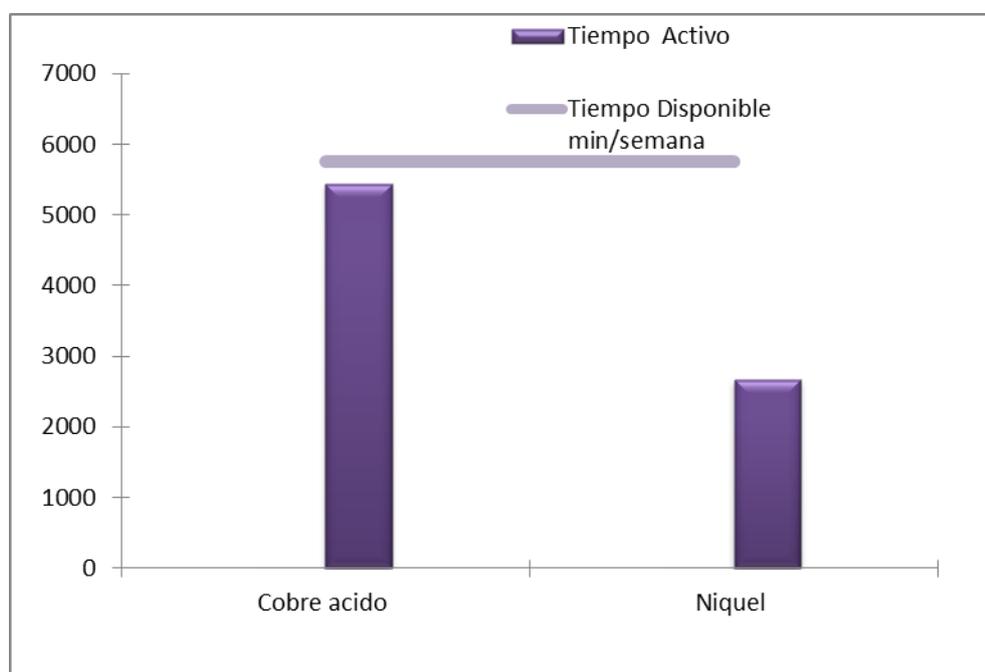
4.4.2.3 Capacidad Línea Compartida (Cobre Y Níquel)

En la siguiente tabla se muestra el tiempo activo de la línea compartida (Cobre y Níquel), nos muestra que el tiempo de cobre acido es el más cercano al del tiempo disponible.

Tabla 9 Capacidad línea compartida (Cobre y Níquel)

Proceso	Tiempo Efectivo min	Capacidad de Bastidores	Tiempo Activo	Tiempo Disponible min/semana
Cobre acido	17	36	5440	5760
Níquel	5.0	18	2667	5760

Grafico 19 Tiempos activos de la línea Compartida



Por lo anterior mostrado mediante el método de tiempos activos usando la Guía Del Método Roser/ Nakano/Tanaka Para Detectar Cuello De Botella, determinamos que el cuello de botella se da en los baños de cobre alcalino de las dos líneas (Zamac – Lead Free), dando un resultado similar al del porcentaje de utilización, pero determinado por otro método operativo como el de tiempos activos.

4.5 ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN AL PROBLEMA.

4.5.1 Paso 2 Decidir Como Explotar La Restricción

Luego de haber definido que el cuello de botella es el baño de cobre alcalino, el cual se observa a través de las dos metodologías de porcentaje de utilización y de tiempos activos, debido a que no tiene capacidad para satisfacer la demanda por lo tanto debe trabajar todo el tiempo y está sujeto a utilizarse como punto de control de tal manera que este no tenga tiempos perdidos por lo que el tiempo perdido sería el de todo el sistema de acuerdo a “ Una hora ahorrada en el cuello de botella añade una hora al sistema de producción”⁸ y “ una hora ahorrada en un cuello de botella es una ilusión y solo añade una hora a su tiempo ocioso”⁹

La capacidad productiva, su análisis, planeación, programación y control, constituyen actividades críticas que se desarrollan paralelamente con las actividades de programación y planeación de materiales, representando esta (la capacidad) la cantidad de productos o servicios destinados a satisfacer las necesidades del individuo y/o sociedad que puede ser obtenida por unidad productiva durante un determinado periodo de tiempo¹⁰ La capacidad de los medios de trabajo se puede expresar en las siguientes unidades:

Unidades de tiempo: Miden el consumo de tiempo de los medios de trabajo o de las unidades producidas,
Se expresan en (Horas-Máquina; Horas-Unidad; Horas-Hombre).

La capacidad de los medios de trabajo, en general, puede también diferenciarse, en función de su disponibilidad, necesidad y utilización temporal en:

Capacidad Instalada Ci: Aquella que esta potencial y totalmente disponible para alcanzar los resultados productivos máximos especificados por su fabricante. La magnitud de esta capacidad se ve disminuida solo por razones de mantenimiento de los medios de trabajo para garantizar su propia disponibilidad y utilización normal (racional). A su vez, la capacidad instalada puede ser sostenida para muy cortos periodos de tiempo, así como pocas horas al día o pocos días al mes¹¹

Capacidad Disponible Cd: Es menor que la capacidad instalada y depende de las condiciones de producción, administración y organización en que se esta se desempeña. En comparación con la capacidad instalada, la disponible se ve disminuida en relación con los días hábiles del año, el número de turnos y su duración, las horas perdidas por ausentismo de los trabajadores, las pérdidas

8 -7 Eliyahu Goldratt, La Meta.1984.

10 [Domínguez, Machuca 1995].

11 [Krajewski & Ritzman 1996].

originadas por factores organizacionales y por otros factores influyentes externos, analizados casuísticamente.

Capacidad Necesaria Cn: Es aquella que se debe utilizar, para aprovechar las posibilidades y las exigencias del mercado; o sea, indica cuánto se debe utilizar la capacidad en un determinado periodo de tiempo para realizar un plan de producción. La capacidad necesaria puede ser mayor, igual o menor que la capacidad instalada o disponible.

Capacidad Utilizada Cu: Refleja su real utilización para un determinado periodo de tiempo; es decir, la producción realizada, expresada en las mismas unidades de medida en que se han calculado, la capacidad instalada, disponible y necesaria a los efectos de comparación y correspondencia con los factores perturbantes¹²

1. Con el fin de satisfacer la demanda es necesario que el cuello de botella trabaje todo el tiempo por lo que este debe pasar de trabajar 19,2 hora/día (dos turnos de lunes a viernes de 6:00 – 16:00 y de 20:00 – 06:00) a 22,5 hora/día (dos turnos de lunes a viernes de 06:00 – 18:00 y de 18:00 a 06:00) a continuación se presenta la capacidad semanal de la sala de baños basados en la capacidad del cobre alcalino (cuello de botella actual) de 98 bastidores hora con una proyección de la semana 28 a la semana 38, incluyendo novedades de días feriados.

¹² [Kalenatic & Blanco Rivero 1993]

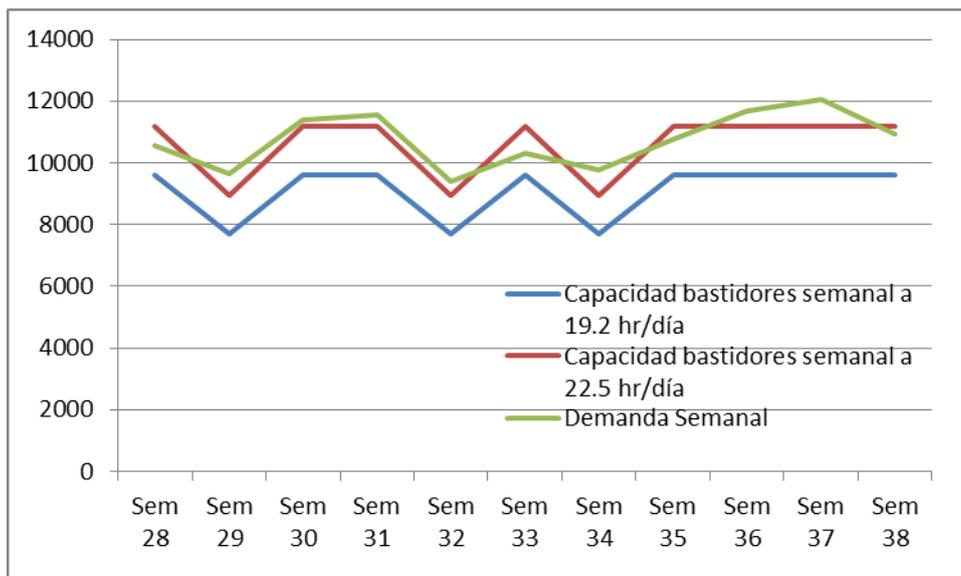
4.5.1.1 Capacidad y Demanda actual 2012

Tabla 10 Capacidad y Demanda actual 2012

Semana	Capacidad bastidores semanal a 19.2 hr/día	Capacidad bastidores semanal a 22.5 hr/día	Demanda Semanal
Sem 28	9600	11200	10560
Sem 29	7679*	8960*	9660
Sem 30	9600	11200	11400
Sem 31	9600	11200	11560
Sem 32	7679*	8960*	9400
Sem 33	9600	11200	10320
Sem 34	7679*	8960*	9760
Sem 35	9600	11200	10750
Sem 36	9600	11200	11700
Sem 37	9600	11200	12050
Sem 38	9600	11200	10930

* Estas capacidades disminuyen en estas semanas por tener días festivos lo cual es de 4 días laborales.

Gráfico 20 Capacidad a 19.2 hr y 22.5 hr diarias y demanda actual año 2012 semanalmente



En el grafico anterior se puede observar la interrelación de la demanda semanal desde la semana 28 a la semana 38 , la capacidad de bastidores con un tiempo de trabajo de 19,2 horas y la capacidad de 22,5 horas, la cual nos indica que con la capacidad actual (19,2 horas), no se puede cumplir con la demanda pronosticada.

4.5.1.2 Como garantizar el flujo constante de producción

Determinado el cuello de botella buscamos de acuerdo al paso 2 explotar la restricción y se hacen las siguientes sugerencias a fin de mejorar tiempos de utilización de los cuellos de botella.

1. Hacer adiciones de las sales de cianuro de potasio, cianuro de cobre, hidróxido de potasio, en una solución por fuera del tanque de tal manera que no pare el tanque para poderse adicionar o disolverse totalmente, preferiblemente en la bomba de filtración.
2. No tener paradas en el tanque de cobre alcalino o disminuir flujo en la hora del almuerzo, y mantener el mismo ritmo de bastidores.
3. Realizar los mantenimientos y trasvases de la solución únicamente los fines de semana. Así no perder tiempos productivos.
4. Estandarizar tiempos de 3 y 5 min para los productos, cadenas, head pin, eye pin, (genéricos con material base no fundida) en este baño, con el fin de no incurrir en tiempos innecesarios de 10 min.
5. Asignar dos personas a este proceso para no tener el baño desocupado, en el momento de los cargues desde el baño de cobre flash.

4.5.2 Paso 3 Subordinar Todo Lo Demás A Esa Decisión

Este paso consiste en obligar al resto de los recursos a funcionar al ritmo que marcan las restricciones del sistema, según fue definido en el paso anterior. Como la empresa es un sistema, existe interdependencia entre los recursos que la componen. Por tal motivo no tiene sentido exigir a cada recurso que actúe obteniendo el máximo rendimiento respecto de su capacidad, sino que se le debe exigir que actúe de manera que deba facilitar que las restricciones puedan ser explotadas según lo decidido en el Paso 2.

En este paso debemos decidir que los procesos de colgado y descolgado los cuales se encuentran antes y después de Galvánica respectivamente, deban ser programados al mismo ritmo en horas de trabajo que se exige en el paso 2, para explotar la restricción del tanque de cobre alcalino.

De 19.2 horas a 22.5 horas los tres centros siguientes para permitir que colgado suministre bastidores a galvánica continuamente y sean descolgados o liberados de igual manera en el siguiente centro.

Grafico 21 Proceso anterior y posterior al proceso de Galvánica



4.5.3 Paso 4 Elevar La Restricción

A continuación se presenta las estrategias año a año con el fin de establecer las acciones necesarias para satisfacer el nivel de ventas de los próximos años, y dar las soluciones a los problemas encontrados en el transcurso del análisis, mediante la eliminación de la restricción que se presenta en cada año.

4.5.3.1 Ampliación de la línea mediante la inversión en el tanque de cobre alcalino.

La estrategia inicial para poder cumplir con la demanda de producción durante al año 2012 es la de ampliar el turno de producción, actividad que se realiza a cabo en el paso 2, pero tal y como se observan en la gráfica 21 no se alcanza a dar la capacidad necesitada por tanto la opción siguiente es la de la ampliación de la línea a través de la compra de un tanque y realizar una ampliación de línea, de lo cual se muestran los costos siguientes:

Tabla 11 Costos de la Ampliación de la línea de Cobre Alcalino

Ítem	Costo
Tanque de polipropileno	\$ 8.000.000
Ánodos de cobre	\$ 4.950.000
Sales	\$ 3.000.000
Serpentín de acero inox	\$ 1.000.000
control de temperatura	\$ 1.000.000
Barraje de cobre	\$ 1.000.000
Rectificador de corriente	\$ 14.000.000
Tanque de acero inox	\$ 4.000.000

Costo total de la ampliación	\$ 36.950.000
------------------------------	----------------------

La decisión de ampliación de la línea se comparó con la inversión de contratación de 16 personas para iniciar a funcionar un tercer turno el cual también podría resolver el problema de capacidad, lo cual costaría \$31' 012.389 / mes para los últimos 4 meses del año 2012 sería un costo de \$124.048.712, sin embargo se debe tomar la mejor decisión basada en el costo de la inversión de la ampliación (\$ 36.950.000) lo que representa una diferencia de \$87'000.000 a favor de la ampliación como mejor opción.

Tabla 12 Comparación contratación vs. Ampliación

Costo de Contratación de 16 personas en 4 meses	Costo Ampliación	Costo Diferencia
\$ 124.048.758	\$ 36.950.000	\$ 87.098.758

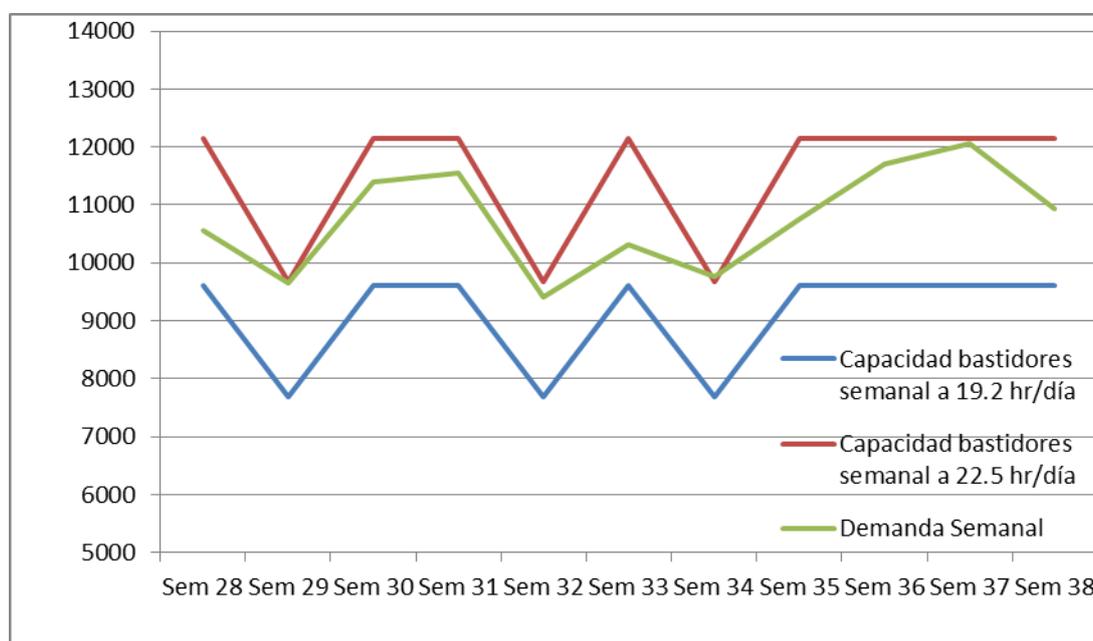
De esta manera el estándar o capacidad del proceso pasa de 9600 a 12150 bastidores semanales, teniendo en cuenta el aumento de las horas laborales de 19.2 a 22.5 hr diarias. (Ver anexo 3).

Por consiguiente el panorama de las siguientes semanas queda así:

Tabla 13. Comportamiento de la demanda vs. La capacidad de bastidores actualmente incluida la ampliación de la línea con la compra del tanque.

Semana	Capacidad bastidores semanal a 19.2 hr/día	Capacidad bastidores semanal a 22.5 hr/día	Demanda Semanal
Sem 28	9600	12150	10560
Sem 29	7679	9677	9660
Sem 30	9600	12150	11400
Sem 31	9600	12150	11560
Sem 32	7679	9677	9400
Sem 33	9600	12150	10320
Sem 34	7679	9677	9760
Sem 35	9600	12150	10750
Sem 36	9600	12150	11700
Sem 37	9600	12150	12050
Sem 38	9600	12150	10930

Grafico 22 Capacidad a 19.2 hr y 22.5 hr diarias y demanda actual año 2012 semanalmente. Con ampliación del tanque de cobre alcalino



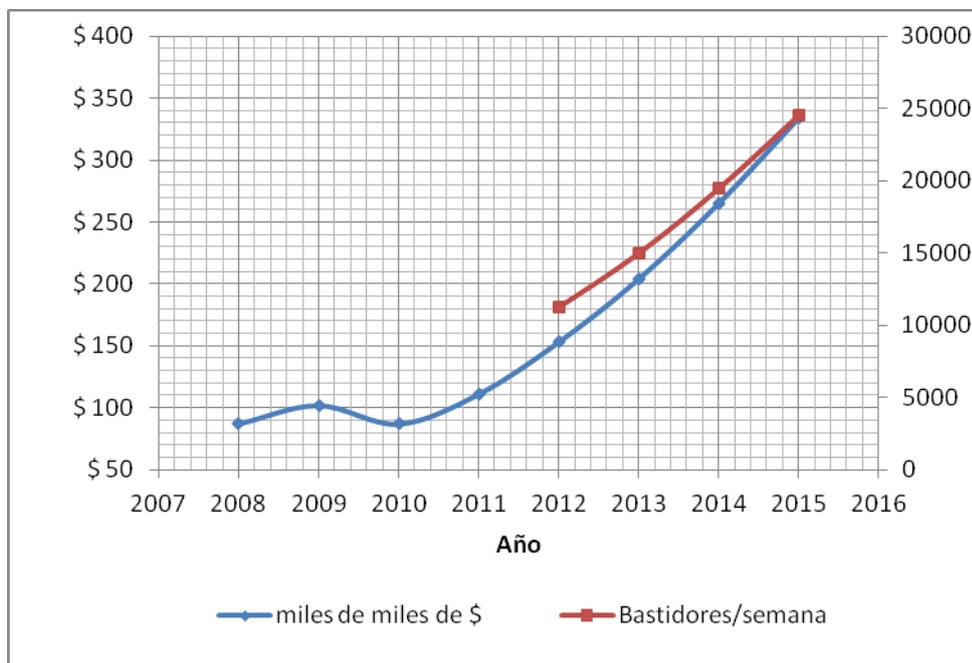
De acuerdo al grafico anterior podemos observar que la capacidad de bastidores estaría en por encima de la capacidad de acuerdo con la demanda, opción viable que se debe llevar a cabo durante el año 2012, ampliación de la línea con la compra del tanque y colocación de dos turnos de 12 horas.

Con la ampliación del tanque se logró incrementar capacidad de la siguiente manera:

Tabla 14. Incremento de capacidad

Línea	Capacidad actual por tanque	Capacidad lograda
Cobre alcalino línea Zamac	12 bastidores	20 bastidores
Cobre alcalino línea Lead free	8 bastidores	1. Bastidores

4.5.3.2 Comportamiento De La Demanda De Acuerdo A Las Proyecciones De Venta Hasta El 2015



Con el anterior gráfico podemos ver que la necesidad de incrementar la oferta del área de galvanica para los siguientes años se hace imperativa. Por consiguiente se establecen las siguientes estrategias, con el fin de cumplir las proyecciones de venta a 2015

4.5.1 Estrategia 2012

4.5.1.1 Análisis de capacidad a 2012

A continuación se presenta el estado actual del área de galvanica expresada en bastidores semanales comparada con la capacidad a 19.2 y 22.5 horas diarias.

Grafico 23 Capacidad Actual De La Línea Zamac

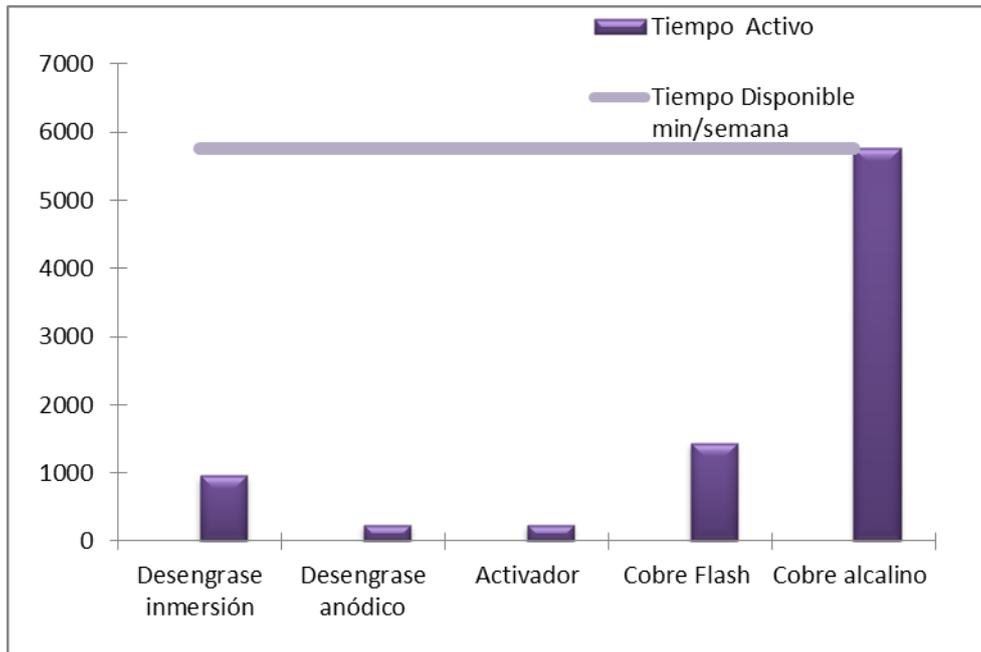
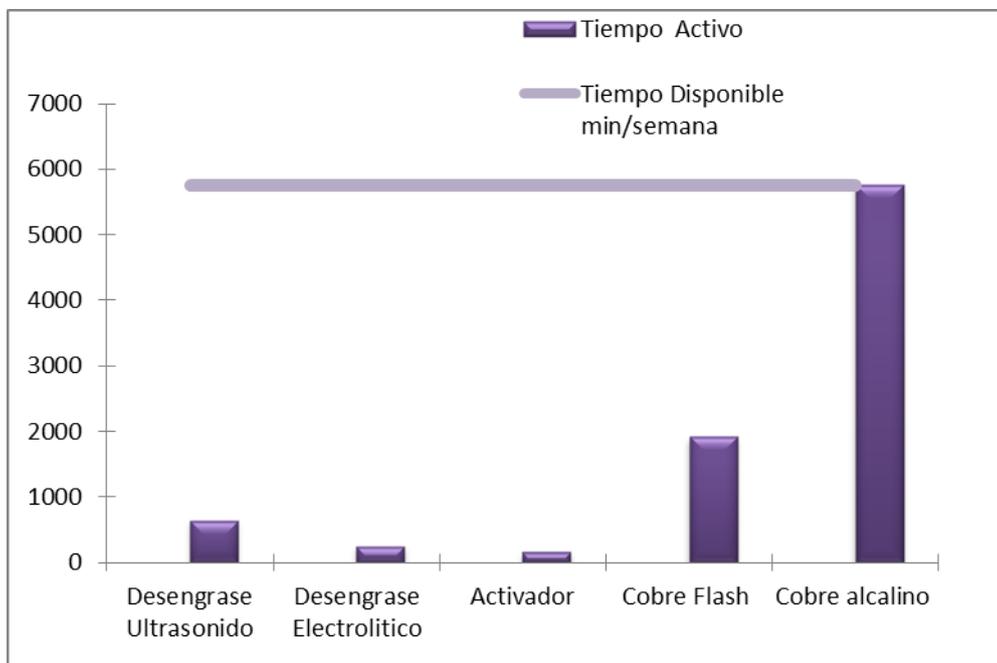


Grafico 24 Capacidad actual de la línea de Lead Free y MP



De las dos graficas anteriores, se observa la necesidad de romper el cuello de botella por lo que se establecieron las acciones en el paso 2 y paso 4 de la metodología (explotar la restricción y elevar la restricción.) las cuales fueron:

1. Programar al personal 22.5 horas diarias por 5 días a la semana. En 2 turnos.
2. Actividades para garantizar flujo constante de producción.
3. Ampliación de la línea de cobre alcalino de acuerdo los costos presentados en el paso 4.

Mediante la implementación de los planes anteriores se obtiene un segundo escenario en el análisis de tiempos activos en las dos líneas. De esta manera:

Grafico 25 Capacidad proyectada de la línea Zamac 2012

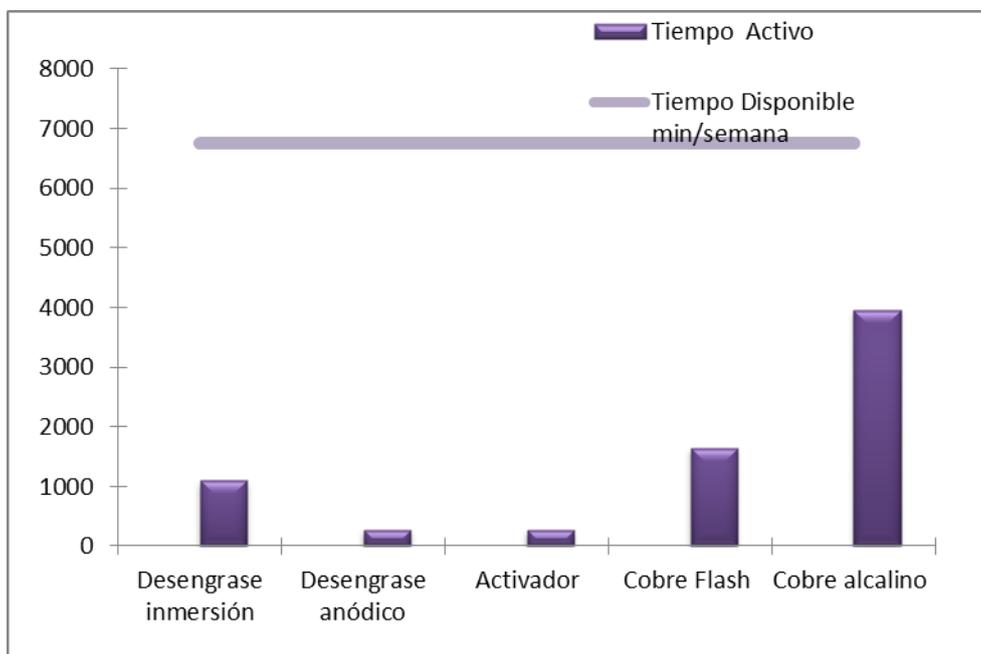
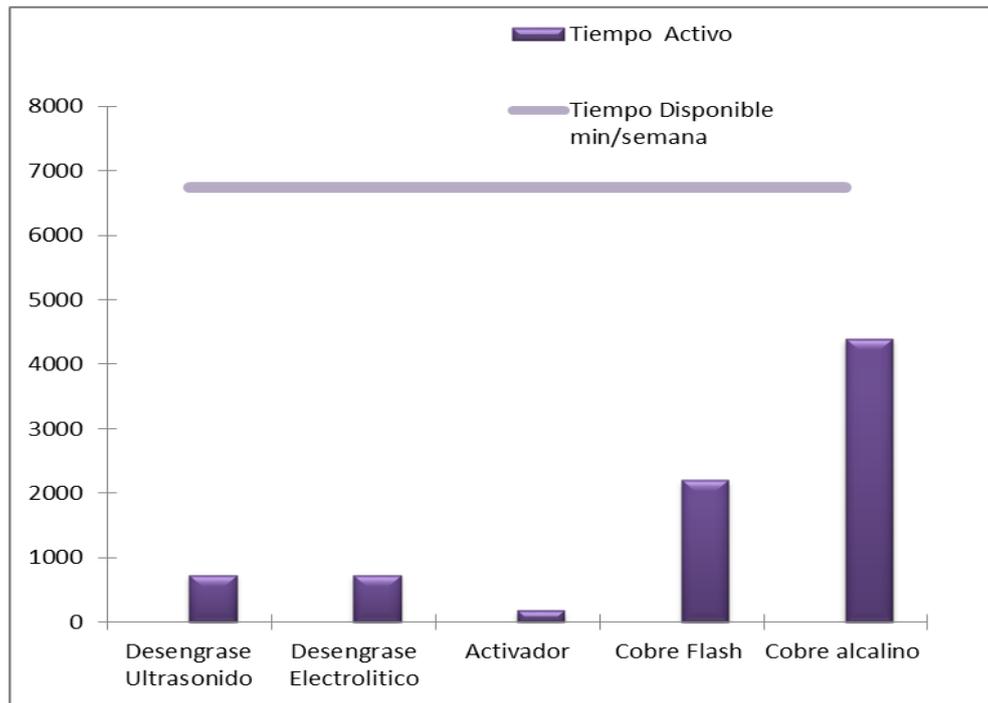


Grafico 26 Capacidad proyectada de la línea Lead Free 2012



Comparando las gráficas iniciales que se tenían se observa que con las modificaciones mencionadas se logra elevar la restricción del cobre alcalino según muestran el grafico 26 y 27.

4.5.2 Paso 5 Una Vez Rota Restricción Volver Al Paso 1

4.5.2.1 Estrategia 2013

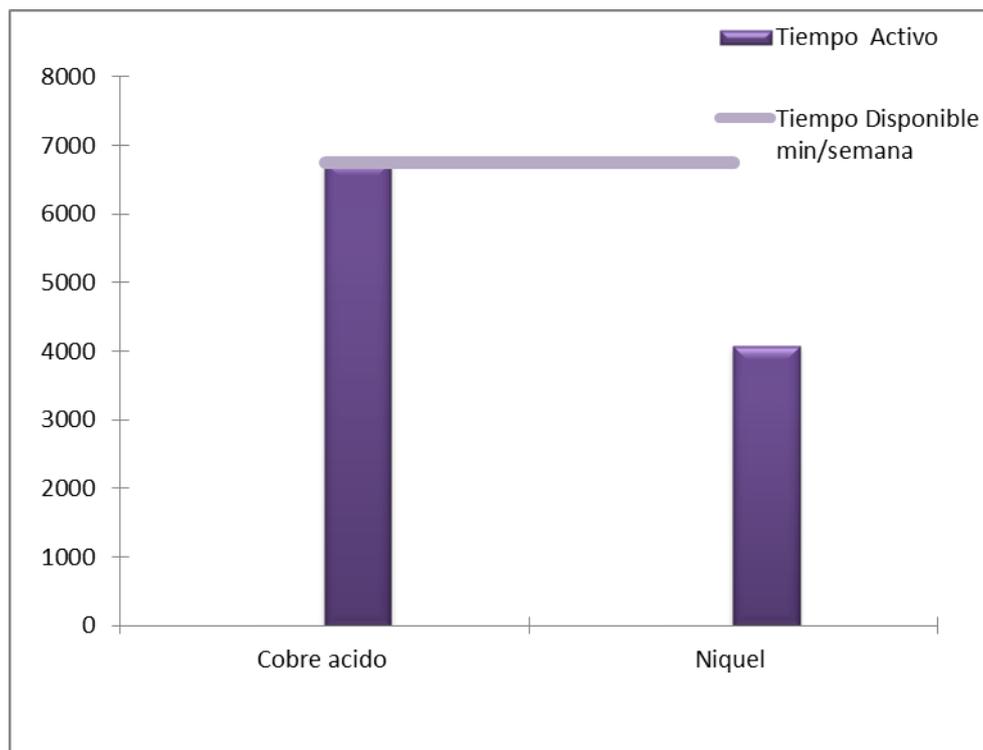
Al pasar al año siguiente se realiza el análisis de acuerdo a la proyección de ventas para este año tenemos que se deben producir semanalmente.

Tabla 15 Comparación capacidad vs. Demanda 2013

CAPACIDAD	DEMANDA
12150	14667

Lo cual nos indica una diferencia de 2517 bastidores, que no se lograrían producir, debido al cuello de botella generado como se muestra a continuación:

Gráfico 1 Capacidad de la línea Compartida a 2013



Como se muestra el cuello de botella se desplaza a la línea compartida de cobre ácido y níquel, luego de ser elevado el anterior (cobre alcalino) en el 2012.

Por lo que se repiten los pasos anteriores para este proceso, la estrategia que deberá ser tomada a fin de explotar y elevar esta restricción se presenta a continuación.

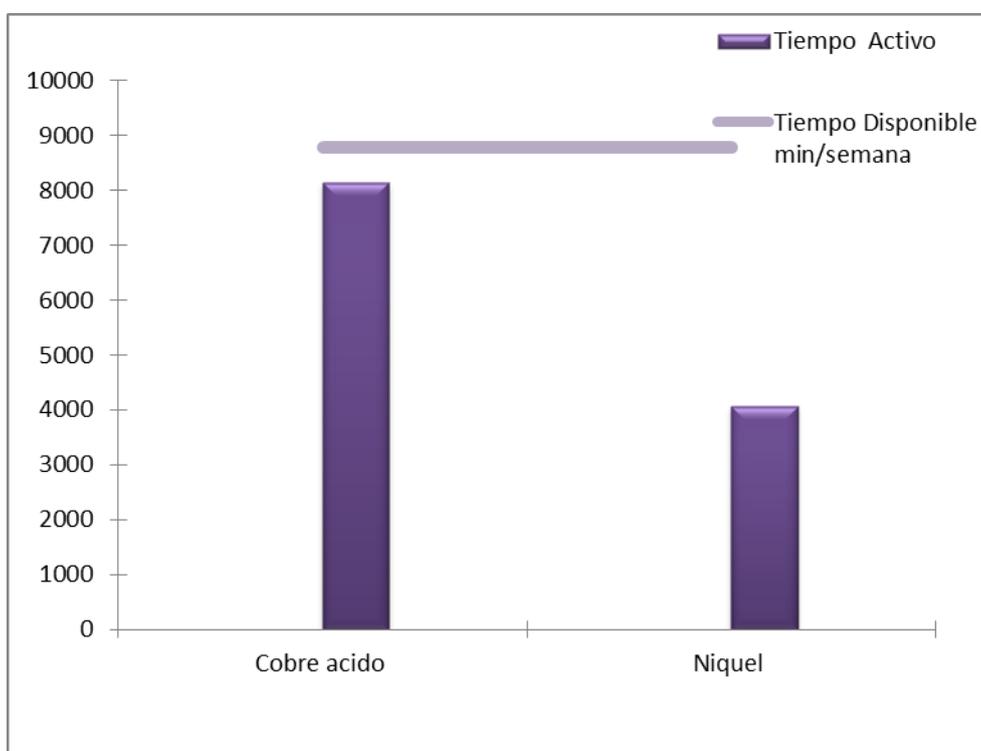
Para el año 2013 se debe satisfacer una demanda la cual con la capacidad instalada y programada del 2012, tendría un déficit de 2517 bastidores, para esta restricción se necesita contemplar dos días más de producción, sin embargo esta posibilidad se ve agotada por la disponibilidad de turnos del 2012, es decir 2 turnos de 12 horas de lunes a viernes.

Para poder cumplir con la necesidad de 2 días más laborados, se debe contemplar 3 turnos de 8 horas de lunes a sábado e incluir el día domingo un solo turno como horas extras para el personal.

Aquí será necesario la inclusión del otro turno, lo que indica que el costo se incrementará por la contratación de 16 personas necesarias para el proceso en \$31'000.000 mensuales.

Con la estrategia anterior se realiza de nuevo el análisis de tiempos activos para la línea compartida que tiene los baños de cobre ácido y níquel, quedando de la siguiente manera:

Gráfico 2 Tiempo activo proyectado de la línea compartida de cobre ácido y níquel a 2013



La grafica anterior nos indica que la restricción es elevada, sin embargo queda con un tiempo activo muy cercano a su tiempo máximo de operación, por consiguiente es importante definir las estrategias para los próximos años, contemplando el crecimiento y el aumento de la mayoría de todos los tiempos activos de las diferentes líneas.

4.5.3 Estrategia Año 2014 y 2015

Para los años mencionados se presenta el siguiente escenario en términos de capacidad de la línea, y la demanda que nos muestran las proyecciones de venta. A 2014 la demanda que se requiere es de 19052 bastidores una cifra bastante alta.

Tabla 16 Capacidad y Demanda a 2014 y 2015

AÑO	CAPACIDAD	DEMANDA
2014	14580	19052
2015	14580	24053

Gráfico 3 Tiempos activos de las líneas de Zamac, Lead Free y MP a 2014

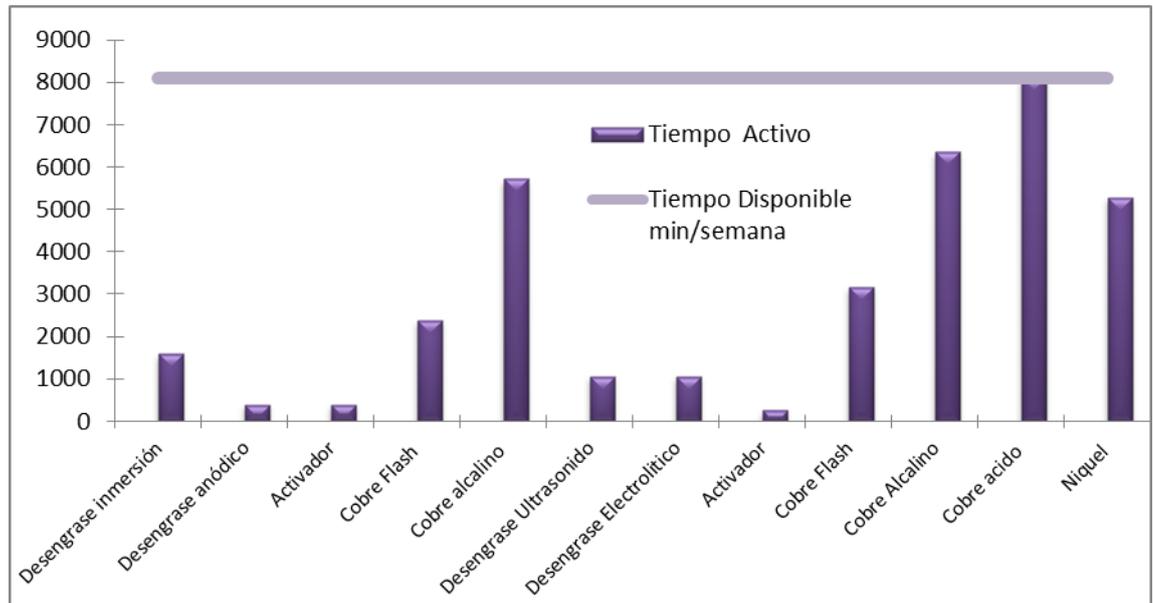
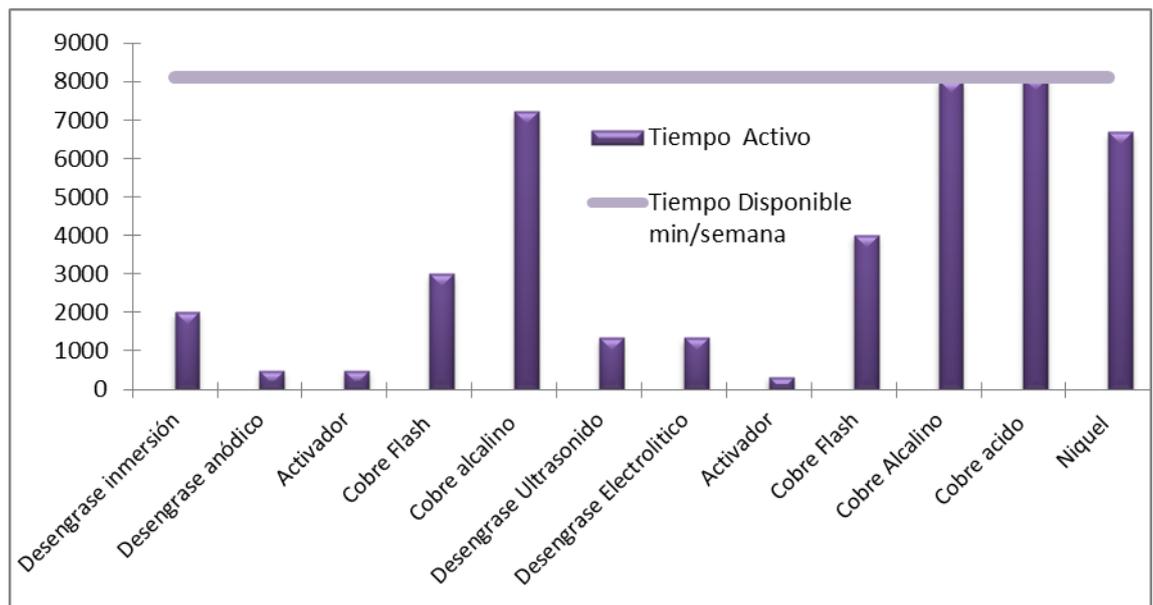


Gráfico 4 Tiempos activos de las líneas de Zamac, Lead Free y MP a 2015

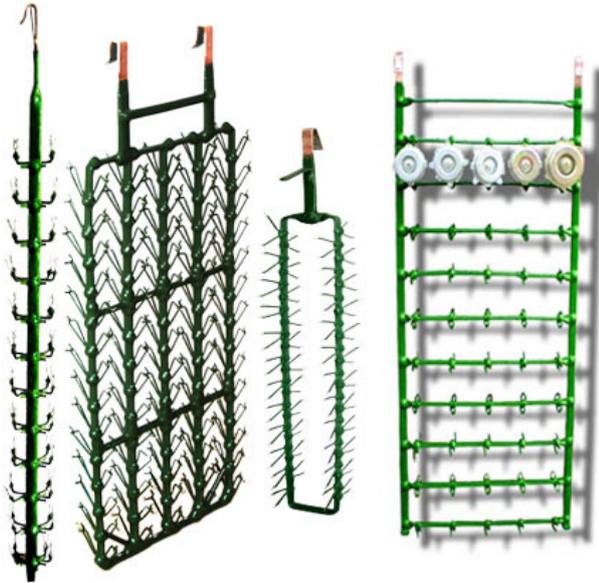


De acuerdo a las gráficas de estos dos años, se observa que supera la capacidad de todo el proceso, para poder elevar esta restricción, es necesario establecer estrategias que amplíen todo el sistema, debido a que en este punto las modificaciones necesarias llegan a ser insuficientes.

Como estrategia se debe contemplar el desarrollo de un nuevo proceso de baño el cual deberá reemplazar al actual (piezas colgadas en bastidor).

Este proceso consistirá en bañar masivamente cambiando los bastidores (gráfico a continuación) por un barril como se muestra más adelante

Gráfico 5 Bastidores utilizados para bañar piezas colgadas



4.5.3.1 Proceso de baños por barril

Gráfico 6 Sistema de baño por barril



Consiste cargar las piezas dentro del barril para poder ser plateadas allí adentro, lo que aumentaría el número de unidades a pasar en el proceso por ciclo, en comparación con el sistema por bastidor.

Para poder realizar este proceso es necesario hacer un desarrollo desde el 2012 a fin de obtener el proceso estandarizado a 2013 y ser implementado para la producción requerida al año 2014 en adelante.

Esto obedece a que no será posible con las capacidades actuales de la sala de baños de cada uno de los tanques por su alto costo de inversión y ampliación total del espacio físico de la planta; por lo que es necesario tener el proceso mencionado el cual permite a Finart, alcanzar bañar sus proyecciones de venta los siguientes años y no realizar mayores ampliaciones, sino desarrollar procesos que permitan mayor productividad como la el proceso de baños por barril.

Gráfico 7 Piezas cargadas en un barril



4.5.3.2 Línea necesaria para el proceso de bañar por un sistema de barril

A continuación se presenta la línea necesaria para la implementación de un sistema por barril en el proceso de baños¹³, esta información se tiene en cuenta como preliminar, como base para el desarrollo del proyecto.

¹³ Línea necesaria para la implementación de un proceso barril. HARWOODLINE, Estados Unidos.

Tabla 17 Línea necesaria para la implementación de un proceso barril

Load / Unload	Acid Copper	Tin
Degrease	Rinse	Acid Dip
Rinse	Activation	Rinse
Electro Clean	Rinse	Degrease
Rinse	Hot Water Rinse	Rinse
Activation	Nickel or White Bronze	
Rinse	Hot Water Rinse	
Cy Copper Strike	Rinse	
Copper Plate	Degrease	
Rinse	Rinse	
Activation	Activation	
Rinse	Rinse	

Tabla 18 Costo Preliminar de la implementación de una línea barril en joyería

Costo preliminar
\$ 350.000 USD

4.6 CONCLUSIONES

De acuerdo al anterior trabajo, la proyección de venta de Finart y del mercado de Accesorios y bijouterie, este tiene un crecimiento mayor al 200% al año 2015, lo que representa exigencia al proceso productivo, y al área de galvánica, en donde desde el primer año de análisis se encuentran restricciones las cuales se deben romper para poder cumplir con requerimientos de ventas.

En el análisis de la planeación actual se muestra la correlación directa que existe entre el número de bastidores que se están demandando pasar por el proceso y los tiempos activos de cada uno de los baños analizados, allí se observa que estos llegan al límite de la capacidad por sus extensos tiempos de operación, lo que evidenció que existen baños como el cobre ácido, níquel y línea de limpieza que tienen capacidades altas para responder a la demanda actual de bastidores a bañar. Caso contrario a los de cobre alcalino y flash de cobre que no poseen igual capacidad, y por consiguiente estarían al límite de su capacidad en un aumento de la producción.

La metodología expuesta por la teoría de las restricciones, llevó a utilizar la herramienta de detección de cuellos de botella mediante dos vías, por porcentajes de utilización y por el método expuesto por Roser/Nakano/Tanaka, que mostraron como resultado la similitud de los dos métodos siempre y cuando no existan tiempos muertos o de set up. El primero mostró que existen porcentajes de utilización superiores al 122% en el baño de cobre alcalino, lo que indica incumplimiento con lo requerido por la demanda, el segundo método mostró un resultado acorde a la realidad del proceso, debido a la comparación que existe entre el tiempo activo del baño y el disponible en un día o semana, por consiguiente los resultados que arrojaron ambos métodos, fueron la necesidad de actuar rápidamente en los baños de cobre alcalino por su condición de cuello de botella en el proceso.

En las dos líneas de limpieza luego de observar los resultados mediante la metodología anterior, se determina que no es necesaria ampliación alguna, por no tener inconvenientes de capacidad, no obstante la línea de cobre alcalino se hizo necesaria la ampliación de la línea mediante la instalación de 2 tanques, uno para la línea Zamac y el otro para la línea Lead Free, en los cuales se aumenta la capacidad de 12 a 20 y de 8 a 12 bastidores en cada tanque respectivamente.

De acuerdo a los pasos desarrollados por la metodología, se encontraron soluciones a la problemática de cada año teniendo en cuenta la proyección de venta y el número de bastidores que pasaran por el proceso acorde a esta proyección, estas soluciones fueron desde aumento de horas laboradas hasta el planteamiento de un proyecto a desarrollar, entre estas actividades tenemos la necesidad de ampliación de la línea de cobre

alcalino con un valor de \$ 36'950.000. por la adquisición de equipos para ello. Así mismo se tuvo en cuenta en el 2013 la contratación de personal por la suma de \$ 31'000.000 mensuales teniendo en cuenta prestaciones sociales y demás, para el 2014 y 2015, se planteó la solución de contemplar la implementación de bañar la piezas por el sistema de barril, el cual se debe empezar a desarrollar desde el año 2012, a fin de culminar su implementación hacia finales de 2013, para lograr esto se debe tener en cuenta un presupuesto preliminar de \$ 350.000 USD.

4.7 RECOMENDACIONES

Las primeras restricciones a romper en el 2012 serán las de la línea de cobre alcalino, por ser quien marca el ritmo de la producción de la sala de baños, esto obliga a realizar actividades e inversiones en esta línea, aumento del número de horas laboradas de 19.2 a 22.5 hr en la semana y actividades operativas como adiciones de insumos químicos a los baños y similares a fin de garantizar el trabajo continuo del cuello de botella encontrado, debido a que no se pueden perder tiempos en este proceso como lo indica la teoría de las restricciones.

En el 2013 se encontró por el alto crecimiento la necesidad de implementar 3 turnos operativos dentro del proceso de galvanización de lunes a sábado con un turno de más el día Domingo, a fin de evitar las horas extras que se incurren con el personal en la semana, las cuales, sobrepasarían las permitidas de ley.

Para los años 2014 y 2015 en adelante se evidenció el aumento del tiempo activos en la mayoría de baños por el método Nakano, por lo que la compañía deberá romper estas restricciones a través del desarrollo de un nuevo proceso para bañar las piezas, el cual deberá cambiar el bastidor normal de colgado al proceso a través del sistema de barril, lo que permitiría bañarlas masivamente; para ello es importante que el desarrollo y conceptualización de este proyecto inicie en el 2012, con el fin de cumplir su culminación a finales de 2013 (tiempo necesario para diseñar e implementar nueva tecnología es de 15 meses) y de esta forma lograr cumplir con la venta de los años siguientes.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ROSER Christoph, NAKANO Maseru, Tanaka Minoru Proceedings of the 2001 Winter Simulation Conference. A Practical Bottleneck Detection Method. Software Science Laboratory Toyota Central Research and Development Laboratories Nagakute, Aichi, 480-1192, Japan, 2001

CHESE R.B JACOBS F R Y AQUILANO J: Administración de Operaciones 12 ed. Mc graw hill 2009

KALENATIC, DUSKO. . 2001. Modelo integral y dinámico para análisis, planeación, programación y control de las capacidades productivas en empresas manufactureras. Universidad Distrital FJC. Centro de Investigaciones y Desarrollo Científico. Bogotá-Colombia.

DOMÍNGUEZ, Machuca J.A. et al. 1995. Dirección de Operaciones, aspectos tácticos y operativos en la producción y los servicios. Ed. Mc Graw Hill Interamericana. Madrid-España.

BERNAL, Cesar Augusto. Metodología de la Investigación , Editorial Pearson Prentice Hall. 2ª Edición 2006.

HERNANDEZ, Samperi Roberto y otros. Metodología de la Investigación. Editorial McGrawHill, 3º edición 2006

CHIAVENATO, Adalberto. 1994. Iniciación a la planeación y control de la producción.

KALENATIC, DUSKO & BLANCO, Ernesto. 1993. Aplicaciones computacionales en producción. Biblioteca de ISSN 0124-4361/Vol.5/No.9/Año 2007 ISSN 0124-4361/Vol.5/No.9/Año 2007.

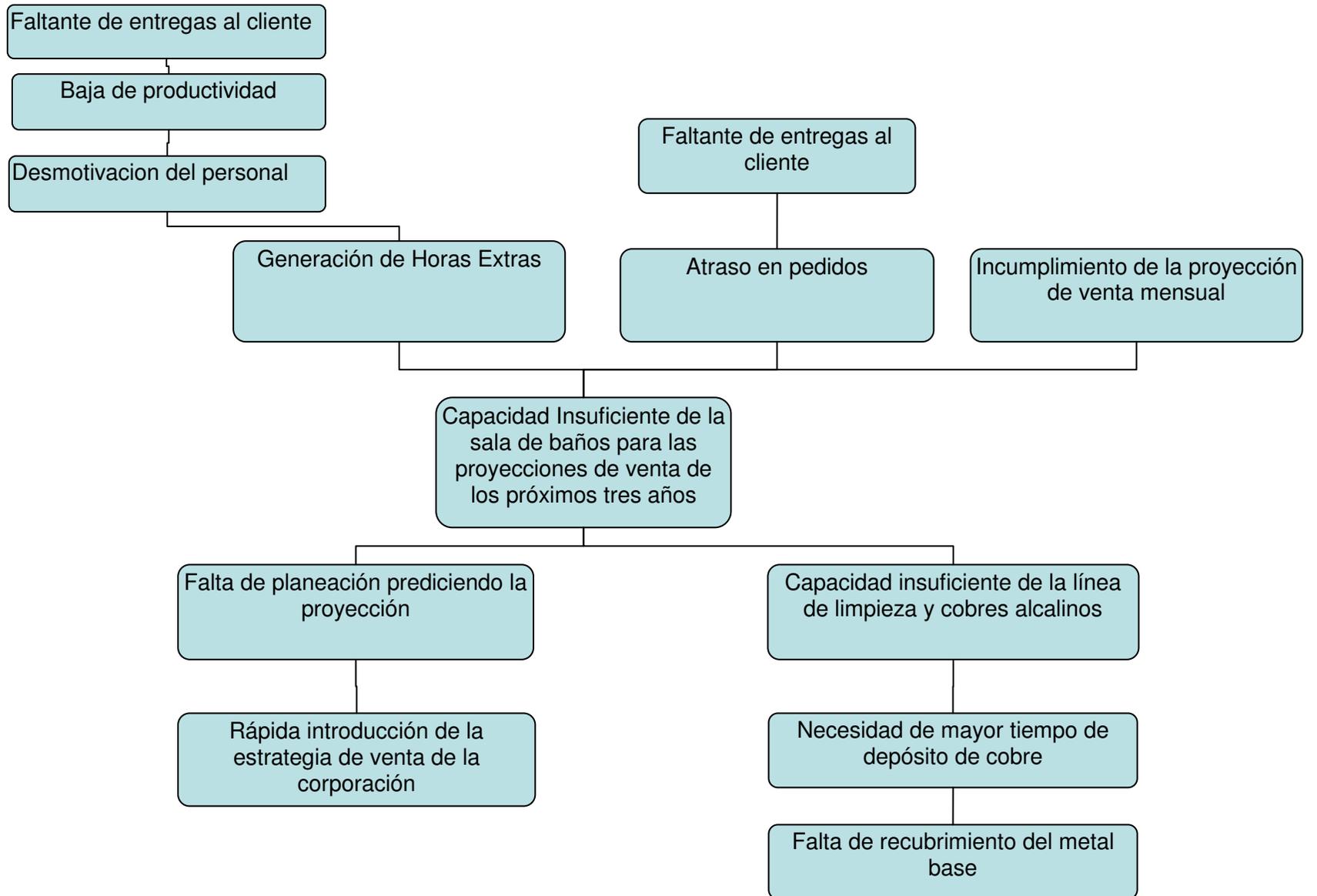
Óscar Javier Herrera Ochoa Leila Nayibe Ramírez Castañeda, Óscar Mayorga, Torres. Aplicación Del Modelo De Planeación De Las Capacidades Productivas En Empresas Manufactureras En Una Pyme Del Sector Calzado. Universidad Distrital FJC. Bogotá, Colombia

KALENATIC, Dusko; LÓPEZ, César A., GONZÁLEZ, Leonardo J. 2006. Modelo integral de producción en empresas manufactureras. Ediciones y publicaciones Universidad Católica de Colombia. Bogotá-Colombia.

KALENATIC, Dusko; LÓPEZ, César A., GONZÁLEZ, Leonardo J. 2006. Modelo de medición, análisis, planeación y programación de las capacidades en un contexto de múltiples criterios de decisión. Revista Ingeniería de la Universidad Distrital FJC. Vol 10 No 2. Bogotá-Colombia.

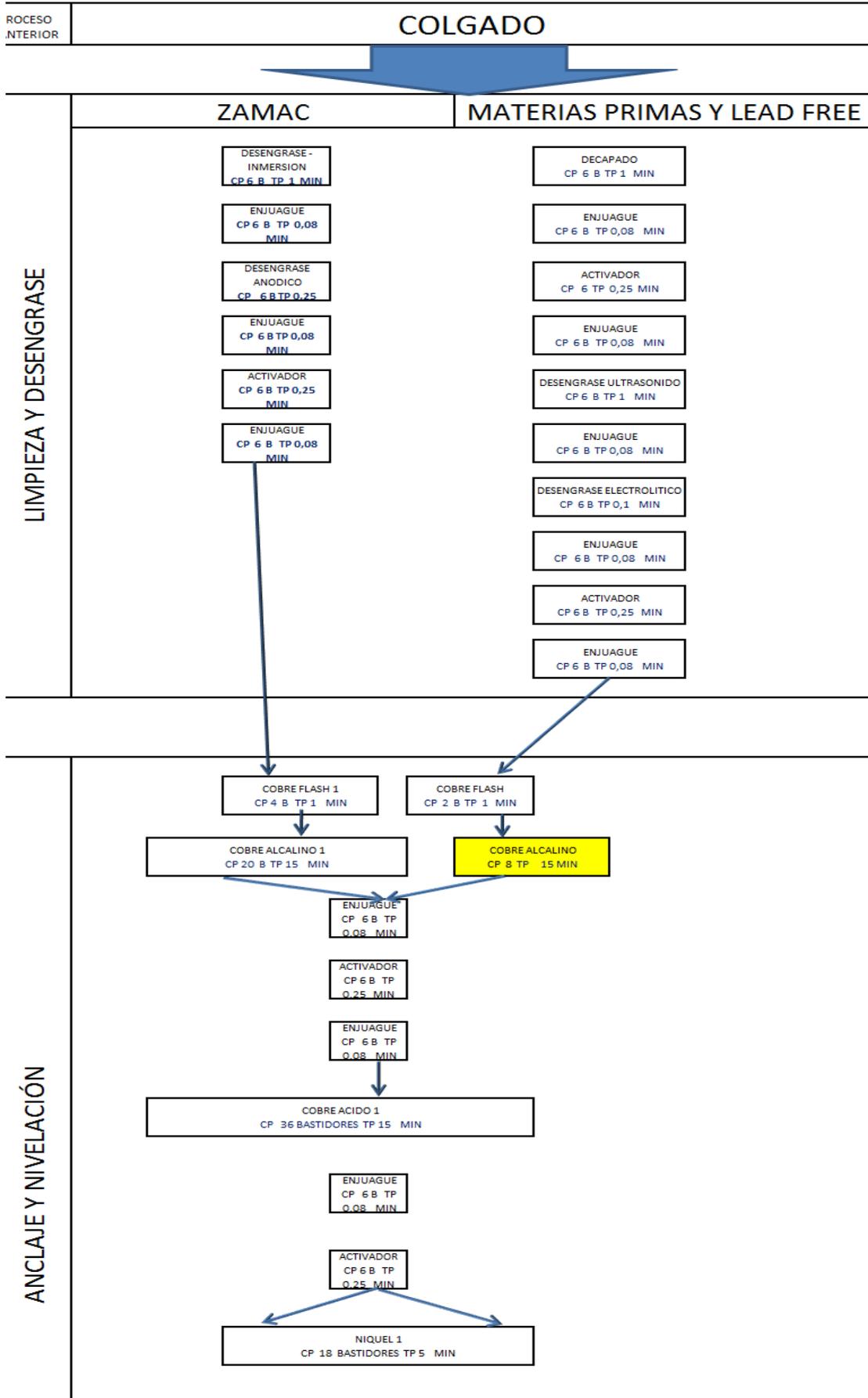
ANEXOS

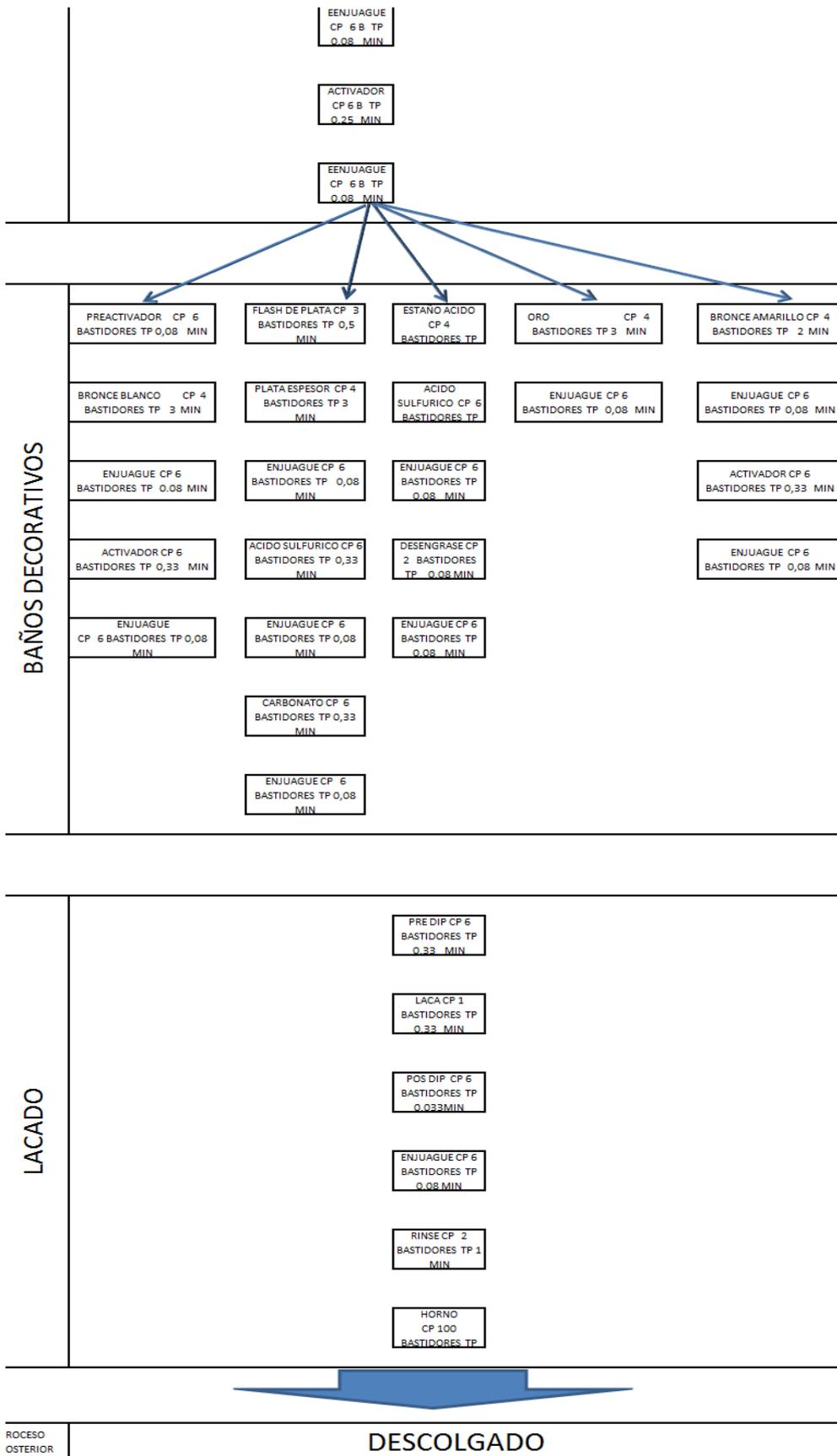
Anexo 1 Árbol De Problemas



Anexo 2 Proceso de baños electrolíticos

PROCESO DE BAÑOS ELECTROLITICOS





Anexo 3 Cálculos De Porcentaje De Utilización

Información Base	
Horas/día	19,2
min semanales	5760
capacidad semanal	9600 bastidores
Demanda semanal	11000 Bastidores

Capacidad línea Zamac

Proceso	Tiempo efectivo	Tiempo Hr	Capacidad en Bastidores	% de uso
Desengrase inmersión	1 min	0,02	6	16,7%
Desengrase anódico	15 seg	0,004	6	4,2%
Activador	15 seg	0,004	6	4,2%
Cobre Flash	60 seg	0,02	4	25,0%
Cobre alcalino	15 min	0,25	20	75,0%

Capacidad línea Lead Free y MP

Proceso	Tiempo efectivo	Tiempo Hr	Capacidad en Bastidores	% de uso
Desengrase Ultrasonido	1 min	0,02	6	11,1%
Desengrase Electrolítico	15 seg	0,006	6	3,7%
Activador	15 seg	0,006	6	3,7%
Cobre Flash	60 seg	0,02	2	33,3%
Cobre alcalino	15 min	0,25	8	125,0%

Capacidad Línea compartida

Proceso	Tiempo efectivo	Tiempo Hr	Capacidad en Bastidores	% de uso
Cobre acido	15 min	0,25	36	69,4%
Níquel	5 min	0,083	18	46,3%

Anexo 4 Cálculo De Tiempos Activos Año 2012

Información Base	
Horas/día	19,2
min semanales	5760
capacidad semanal	9600 bastidores
Demanda semanal	11000 Bastidores

Capacidad línea Zamac

Proceso	Tiempo Efectivo min	Capacidad de Bastidores	Tiempo Activo	Tiempo Disponible min/día	Tiempo Disponible min/semana
Desengrase inmersión	1	6	960	1350	5760
Desengrase anódico	0,25	6	240	1350	5760
Activador	0,25	6	240	1350	5760
Cobre Flash	1	4	1440	1350	5760
Cobre alcalino	12	12	5760	1350	5760

Capacidad línea Lead Free y MP

Proceso	Tiempo Efectivo min	Capacidad de Bastidores	Tiempo Activo	Tiempo Disponible min/día	Tiempo Disponible min/semana
Desengrase Ultrasonido	1	6	640	1152	5760
Desengrase Electrolítico	0,4	6	256	1152	5760
Activador	0,25	6	160	1152	5760
Cobre Flash	1	2	1920	1152	5760
Cobre alcalino	12	8	5760	1152	5760

Capacidad Línea compartida

Proceso	Tiempo Efectivo min	Capacidad de Bastidores	Tiempo Activo	Tiempo Disponible min/día	Tiempo Disponible min/semana
Cobre acido	17	36	5440	1152	5760
Níquel	5,0	18	2667	1152	5760

Anexo 5 Cálculos De Tiempos Activos Con La Ampliación Y Aumento De Horas Laboradas Año 2012

Capacidad línea Zamac

Proceso	Tiempo Efectivo min	Bastidores	Tiempo Activo	Tiempo Disponible min/día	Tiempo Disponible min/semana
Desengrase inmersión	1	6	1100	1350	6750
Desengrase anódico	0,25	6	275	1350	6750
Activador	0,25	6	275	1350	6750
Cobre Flash	1	4	1650	1350	6750
Cobre alcalino	12	20	3960	1350	6750

Capacidad línea Lead Free y MP

Proceso	Tiempo Efectivo min	Bastidores	Tiempo Activo	Tiempo Disponible min/día	Tiempo Disponible min/semana
Desengrase Ultrasonido	1	6	733	1350	6750
Desengrase Electrolítico	1	6	733	1350	6750
Activador	0,25	6	183	1350	6750
Cobre Flash	1	2	2200	1350	6750
Cobre alcalino	12	12	4400	1350	6750

Capacidad Línea compartida

Proceso	Tiempo Efectivo min	Bastidores	tiempo Activo	Tiempo Disponible min/día	Tiempo Disponible min/semana
Cobre acido	20	36	6111	1152	6750
Níquel	5	18	3375	1152	6750

Anexo 6 Cálculo De Tiempos Activos Año 2013

Capacidad línea Zamac

Proceso	Tiempo Efectivo min	Bastidores	Tiempo Activo	Tiempo Disponible	Tiempo Disponible min/semana
Desengrase inmersión	1	6	1467	1350	6750
Desengrase anódico	0,25	6	367	1350	6750
Activador	0,25	6	367	1350	6750
Cobre Flash	1	4	2200	1350	6750
Cobre alcalino	12	20	5280	1350	6750

Capacidad línea Lead Free y MP

Proceso	Tiempo Efectivo min	Bastidores	Tiempo Activo	Tiempo Disponible	Tiempo Disponible min/semana
Desengrase Ultrasonido	1	6	978	1350	6750
Desengrase Electrolítico	1	6	978	1350	6750
Activador	0,25	6	244	1350	6750
Cobre Flash	1	2	2933	1350	6750
Cobre alcalino	12	12	5867	1350	6750

Capacidad Línea compartida

Proceso	Tiempo	Tiempo Efectivo min	Bastidores	tiempo Activo	Tiempo Disponible	Tiempo Disponible min/semana
Cobre acido	20 min	20	36	8148	1152	6750
Níquel	5 min	5	18	4074	1152	6750

Anexo 7 Cálculo De Tiempos Activos Con 3 Turnos De Lunes A Sábado Y 6,5
Días Año 2013

Capacidad línea Zamac

Proceso	Tiempo Efectivo min	Bastidores	Tiempo Activo	Tiempo Disponible min/día	Tiempo Disponible min/semana
Desengrase inmersión	1	6	1128	1350	8775
Desengrase anódico	0,25	6	282	1350	8775
Activador	0,25	6	282	1350	8775
Cobre Flash	1	4	1692	1350	8775
Cobre alcalino	12	20	4062	1350	8775

Capacidad línea Lead Free y
MP

Proceso	Tiempo Efectivo min	Bastidores	Tiempo Activo	Tiempo Disponible min/día	Tiempo Disponible min/semana
Desengrase Ultrasonido	1	6	752	1350	8775
Desengrase Electrolítico	1	6	752	1350	8775
Activador	0,25	6	188	1350	8775
Cobre Flash	1	2	2256	1350	8775
Cobre alcalino	12	12	4513	1350	8775

Capacidad Línea compartida

Proceso	Tiempo Efectivo min	Bastidores	tiempo Activo	Tiempo Disponible min/día	Tiempo Disponible min/semana
Cobre acido	20	36	8148	1152	8775
Níquel	5	18	4074	1152	8775

Anexo 8 Cálculo De Tiempos Activos Año 2014

Capacidad línea Zamac

Proceso	Tiempo Efectivo min	Bastidores	Tiempo Activo	Tiempo Disponible min/día	Tiempo Disponible min/semana
Desengrase inmersión	1	6	1588	1350	8100
Desengrase anódico	0,25	6	397	1350	8100
Activador	0,25	6	397	1350	8100
Cobre Flash	1	4	2382	1350	8100
Cobre alcalino	12	20	5716	1350	8100

Capacidad línea Lead Free y MP

Proceso	Tiempo Efectivo min	Bastidores	Tiempo Activo	Tiempo Disponible min/día	Tiempo Disponible min/semana
Desengrase Ultrasonido	1	6	1058	1350	8100
Desengrase Electrolítico	1	6	1058	1350	8100
Activador	0,25	6	265	1350	8100
Cobre Flash	1	2	3175	1350	8100
Cobre Alcalino	12	12	6351	1350	8100

Capacidad Línea compartida

Proceso	Tiempo Efectivo min	Bastidores	tiempo Activo	Tiempo Disponible min/día	Tiempo Disponible min/semana
Cobre acido	20	36	10584	1152	8100
Níquel	5	18	5292	1152	8100

Anexo 9 Cálculo De Tiempos Activos Año 2015

Capacidad línea Zamac

Proceso	Tiempo Efectivo min	Bastidores	Tiempo Activo	Tiempo Disponible min	Tiempo Disponible min/semana
Desengrase inmersión	1	6	2004	1350	8100
Desengrase anódico	0,25	6	501	1350	8100
Activador	0,25	6	501	1350	8100
Cobre Flash	1	4	3007	1350	8100
Cobre alcalino	12	20	7216	1350	8100

Capacidad línea Lead Free y MP

Proceso	Tiempo Efectivo min	Bastidores	Tiempo Activo	Tiempo Disponible min	Tiempo Disponible min/semana
Desengrase Ultrasonido	1	6	1336	1350	8100
Desengrase Electrolítico	1	6	1336	1350	8100
Activador	0,25	6	334	1350	8100
Cobre Flash	1	2	4009	1350	8100
Cobre Alcalino	12	12	8018	1350	8100

Capacidad Línea compartida

Proceso	Tiempo Efectivo min	Bastidores	tiempo Activo	Tiempo Disponible min	Tiempo Disponible min/semana
Cobre acido	20	36	13363	1152	8100
Níquel	5	18	6681	1152	8100

**UNIVERSIDAD DE LA SABANA
INSTITUTO DE POSTGRADOS- FORUM
RESUMEN ANALÍTICO DE INVESTIGACIÓN (R.A.I)**

No.	VARIABLES	DESCRIPCIÓN DE LA VARIABLE
1	NOMBRE DEL POSTGRADO	Gerencia de producción y operaciones
2	TÍTULO DEL PROYECTO	Planteamiento de una solución a la capacidad de la sala de baños electrolíticos para satisfacer las proyecciones de venta de Finart S.A. al año 2015
3	AUTOR(es)	Caicedo Huertas Carlos Andres Tabares López Cristian Andres
4	AÑO Y MES	2012 Agosto
5	NOMBRE DEL ASESOR(a)	Sanchez Juan Felipe
6	DESCRIPCIÓN O ABSTRACT	<p>Descripción. Este proyecto contiene el planteamiento para poder satisfacer las necesidades de producción basadas en la proyección de ventas de la empresa Finart S.A al año 2012-2015, basadas en una análisis del entorno económico, metas de crecimiento del negocio, etc. Para cumplir estas proyecciones es necesario alinear con la capacidad de producción actual de la planta y de acuerdo con la metodología de Teoría de Restricciones se determinara cual es la manera como se dará respuesta las nuevas necesidades específicamente en el área de recubrimientos electrolíticos. Se presentara la descripción del proceso, el análisis de capacidad de cada uno de los baños y la forma como se explotara cada una de las restricciones presentes en el ejercicio.</p> <p>ABSTRACT This project contains the approach to meet the production needs based on projected sales of the company Finart S.A year 2012-2015, based on an analysis of the economic, business growth goals, etc.. To meet these projections is necessary to align with the current production capacity of the plant and according to the Theory of Constraints methodology is determined which is how it will address the new needs specifically in the area of plating process. A description of the process, the capacity analysis of each of the bathrooms and the way they exploit each of the restrictions contained in the exercise.</p>
7	PALABRAS CLAVES	Teoría de las restricciones, Baños Electrolíticos, Analisis de Capacidades, metodo Roser/ Nakano/Tanaka , Finart S.A.
8	SECTOR ECONÓMICO AL QUE PERTENECE EL PROYECTO	Manufactura
9	TIPO DE ESTUDIO	Trabajo Aplicado
10	OBJETIVO GENERAL	Establecer la capacidad necesaria para bañar electrolíticamente los productos con el fin de cumplir las proyecciones de venta del año 2015, en el área de galvanica de Finart S.A.

11	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	<ul style="list-style-type: none"> • Fijar las proyecciones de crecimiento de ventas hacia el 2015 del negocio de joyería en Finart S.A. • Determinar la capacidad actual de la línea de limpieza y de cobres alcalinos y ácidos de galvanización. • Analizar la capacidad mediante la metodología de Teoría De Restricciones basados en la herramienta de Detección de cuellos de Botella • Establecer la ampliación necesaria de tanques de la línea de limpieza y cobre alcalino. • Determinar el costo de la inversión necesaria de las ampliaciones y acciones a tomar para lograr bañar piezas hasta el 2015.
12	RESUMEN GENERAL	<p>RESUMEN</p> <p>En la actualidad Finart S.A. es una empresa del grupo Belcorp, el cual tiene dentro de sus planes estratégicos incrementar sus ventas de 800.000 uns/ mes a 1'800.000 und /mes para el año 2015, para lo que se requiere que sus planta de producción de cosméticos, alcoholes y accesorios (incluye Joyería), estas planta de producción, deben atender una demanda que cumpla con las expectativas y necesidades del grupo. Para atender y alinear con el plan estratégico de la corporación, se ha planteado que Finart crezca a un mismo ritmo, lo que implica que se requieran obras de ampliación y análisis en las capacidades de todos sus procesos y de manera prioritaria los que presentan restricciones. Sera necesario el análisis de capacidades y basados en la metodología de Teoría De Restricciones. En la actualidad el proceso de baños electrolíticos de Finart S.A. está en su máximo de capacidad debido a que debe bañar en los meses de producción actuales una cantidad de 800.000 und en turnos de 24 horas, con lo que se incurre en costos de horas extras y desgaste del personal. Por lo tanto se deben plantear soluciones que atiendan a las proyecciones del negocio para los próximos años, soluciones como la que se plantearan en el desarrollo de este trabajo. En este trabajo se establecen las opciones a fin de cumplir las proyecciones de venta de Finart S.A. de cada año hasta el 2015, utilizando la metodología de teoría de las restricciones y el análisis de cuellos de botella a través del método de Roser/ Nakano/Tanaka y de % de utilización comúnmente conocido.</p>

13 **CONCLUSIONES.**

De acuerdo al anterior trabajo, la proyección de venta de Finart y del mercado de Accesorios y bijouterie, este tiene un crecimiento mayor al 300% al año 2015, lo que representa exigencia al proceso productivo, y al área de galvanica, en donde desde el primer año de análisis se encuentran restricciones las cuales se deben romper para poder cumplir con requerimientos de ventas.

En el análisis de la planeación actual se muestra la correlación directa que existe el numero de bastidores que se están demandando pasar por el proceso y los tiempos activos de cada uno de los baños analizados, allí se observa que estos llegan al limite de la capacidad por sus extensos tiempos de operación, lo que evidenció que existen baños como el cobre acido, níquel y línea de limpieza que tienen capacidades altas para responder a la demanda actual de bastidores a bañar. Caso contrario a los de cobre alcalino y flash de cobre que no poseen igual capacidad, y por consiguiente estarían al limite de su capacidad en un aumento de la producción.

La metodología expuesta por la teoría de las restricciones, llevó a utilizar la herramienta de detección de cuellos de botella mediante dos vías, por porcentajes de utilización y por el método expuesto por Roser/Nakano/Tanaka, que mostraron como resultado la similitud de los dos métodos siempre y cuando no existan tiempos muertos o de set up. El primero mostró que existen porcentajes de utilización superiores al 122% en el baño de cobre alcalino, lo que indica incumplimiento con lo requerido por la demanda, el segundo método mostró un resultado acorde a la realidad del proceso, debido a la comparación que existe entre el tiempo activo del baño y el disponible en un día o semana, por consiguiente los resultados que arrojaron ambos métodos, fueron la necesidad de actuar rápidamente en los baños de cobre alcalino por su condición de cuello de botella en el proceso.

En las dos líneas de limpieza luego de observar los resultados mediante la metodología anterior, se determina que no es necesaria ampliación alguna, por no tener inconvenientes de capacidad, no obstante la línea de cobre alcalino se hizo necesaria la ampliación de la línea mediante la instalación de 2 tanques, uno para la línea Zamac y el otro para la línea Lead Free, en los cuales se aumenta la capacidad de 12 a 20 y de 8 a 12 bastidores en cada tanque respectivamente.

De acuerdo a los pasos desarrollados por la metodología, se encontraron soluciones a la problemática de cada año teniendo en cuenta la proyección de venta y el numero de bastidores que pasaran por el proceso acorde a esta proyección, estas soluciones fueron desde aumento de horas laboradas hasta el planteamiento de un proyecto a desarrollar, entre estas actividades tenemos la necesidad de ampliación de la línea de cobre alcalino con un valor de \$ 36'950.000. por la adquisición de equipos para ello. Así mismo se tuvo en cuenta en el 2013 la contratación de personal por la suma de \$ 31'000.000 mensuales teniendo en cuenta prestaciones sociales y demás, para el 2014 y 2015, se planteó la solución de contemplar la implementación de bañar la piezas por el sistema de barril, el cual se debe empezar a desarrollar desde el año 2012, a fin de culminar su implementación hacia finales de 2013, esto lleva a tener presente el costo preliminar de \$ 350.000 USD, para ello.

14	FUENTES BIBLIOGRÁFICAS	<p>ROSER Christoph, NAKANO Maseru, Tanaka Minoru Proceedings of the 2001 Winter Simulation Conference. A Practical Bottleneck Detection Method. Software Science Laboratory Toyota Central Research and Development Laboratories Nagakute, Aichi, 480-1192, Japan, 2001</p> <p>CHESE R.B JACOBS F R Y AQUILANO J: Administración de Operaciones 12 ed. Mc graw hill 2009</p> <p>KALENATIC, DUSKO. . 2001. Modelo integral y dinámico para análisis, planeación, programación y control de las capacidades productivas en empresas manufactureras. Universidad Distrital FJC. Centro de Investigaciones y Desarrollo Científico. Bogotá-Colombia.</p> <p>DOMÍNGUEZ, Machuca J.A. et al. 1995. Dirección de Operaciones, aspectos tácticos y operativos en la producción y los servicios. Ed. Mc Graw Hill Interamericana. Madrid-España.</p> <p>CHIAVENATO, Adalberto. 1994. Iniciación a la planeación y control de la producción.</p> <p>KALENATIC, DUSKO & BLANCO, Ernesto. 1993. Aplicaciones computacionales en producción. Biblioteca de ISSN 0124-4361/Vol.5/No.9/Año 2007 ISSN 0124-4361/Vol.5/No.9/Año 2007.</p> <p>Óscar Javier Herrera Ochoa Leila Nayibe Ramírez Castañeda, Óscar Mayorga, Torres. Aplicación Del Modelo De Planeación De Las Capacidades Productivas En Empresas Manufactureras En Una Pyme Del Sector Calzado. Universidad Distrital FJC. Bogotá, Colombia</p> <p>KALENATIC, Dusko; LÓPEZ, César A., GONZÁLEZ, Leonardo J. 2006. Modelo integral de producción en empresas manufactureras. Ediciones y publicaciones Universidad Católica de Colombia. Bogotá-Colombia.</p> <p>KALENATIC, Dusko; LÓPEZ, César A., GONZÁLEZ, Leonardo J. 2006. Modelo de medición, análisis, planeación y programación de las capacidades en un contexto de múltiples criterios de decisión. Revista Ingeniería de la Universidad Distrital FJC. Vol 10 No 2. Bogotá-Colombia.</p>
----	-----------------------------------	--

Vo Bo Asesor y Coordinador de Investigación:

UNIVERSIDAD DE LA SABANA
INSTITUTO DE POSTGRADOS- FORUM
RESUMEN ANALÍTICO DE INVESTIGACIÓN (R.A.I)

No.	VARIABLES	DESCRIPCIÓN DE LA VARIABLE
1	NOMBRE DEL POSTGRADO	Gerencia de producción y operaciones
2	TÍTULO DEL PROYECTO	Planteamiento de una solución a la capacidad de la sala de baños electrolíticos para satisfacer las proyecciones de venta de Finart S.A. al año 2015
3	AUTOR(es)	Caicedo Huertas Carlos Andres Tabares López Cristian Andres
4	AÑO Y MES	2012 Agosto
5	NOMBRE DEL ASESOR(a)	Sanchez Juan Felipe
6	DESCRIPCIÓN O ABSTRACT	<p>Descripción. Este proyecto contiene el planteamiento para poder satisfacer las necesidades de producción basadas en la proyección de ventas de la empresa Finart S.A al año 2012-2015, basadas en una análisis del entorno económico, metas de crecimiento del negocio, etc. Para cumplir estas proyecciones es necesario alinear con la capacidad de producción actual de la planta y de acuerdo con la metodología de Teoría de Restricciones se determinara cual es la manera como se dará respuesta las nuevas necesidades específicamente en el área de recubrimientos electrolíticos. Se presentara la descripción del proceso, el análisis de capacidad de cada uno de los baños y la forma como se explotara cada una de las restricciones presentes en el ejercicio.</p> <p>ABSTRACT This project contains the approach to meet the production needs based on projected sales of the company Finart S.A year 2012-2015, based on an analysis of the economic, business growth goals, etc.. To meet these projections is necessary to align with the current production capacity of the plant and according to the Theory of Constraints methodology is determined which is how it will address the new needs specifically in the area of plating process. A description of the process, the capacity analysis of each of the bathrooms and the way they exploit each of the restrictions contained in the exercise.</p>
7	PALABRAS CLAVES	Teoría de las restricciones, Baños Electrolíticos, Analisis de Capacidades, metodo Roser/ Nakano/Tanaka , Finart S.A.
8	SECTOR ECONÓMICO AL QUE PERTENECE EL PROYECTO	Manufactura
9	TIPO DE ESTUDIO	Trabajo Aplicado
10	OBJETIVO GENERAL	Establecer la capacidad necesaria para bañar electrolíticamente los productos con el fin de cumplir las proyecciones de venta del año 2015, en el área de galvánica de Finart S.A.

11	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	<ul style="list-style-type: none"> • Fijar las proyecciones de crecimiento de ventas hacia el 2015 del negocio de joyería en Finart S.A. • Determinar la capacidad actual de la línea de limpieza y de cobres alcalinos y ácidos de galvanía. • Analizar la capacidad mediante la metodología de Teoría De Restricciones basados en la herramienta de Detección de cuellos de Botella • Establecer la ampliación necesaria de tanques de la línea de limpieza y cobre alcalino. • Determinar el costo de la inversión necesaria de las ampliaciones y acciones a tomar para lograr bañar piezas hasta el 2015.
12	RESUMEN GENERAL	<p>RESUMEN</p> <p>En la actualidad Finart S.A. es una empresa del grupo Belcorp, el cual tiene dentro de sus planes estratégicos incrementar sus ventas de 800.000 und/ mes a 1'800.000 und /mes para el año 2015, para lo que se requiere que sus planta de producción de cosméticos, alcoholes y accesorios (incluye Joyería), estas planta de producción, deben atender una demanda que cumpla con las expectativas y necesidades del grupo. Para atender y alinear con el plan estratégico de la corporación, se ha planteado que Finart crezca a un mismo ritmo, lo que implica que se requieran obras de ampliación y análisis en las capacidades de todos sus procesos y de manera prioritaria los que presentan restricciones. Sera necesario el análisis de capacidades y basados en la metodología de Teoría De Restricciones. En la actualidad el proceso de baños electrolíticos de Finart S.A. está en su máximo de capacidad debido a que debe bañar en los meses de producción actuales una cantidad de 800.000 und en turnos de 24 horas, con lo que se incurre en costos de horas extras y desgaste del personal. Por lo tanto se deben plantear soluciones que atiendan a las proyecciones del negocio para los próximos años, soluciones como la que se plantearan en el desarrollo de este trabajo. En este trabajo se establecen las opciones a fin de cumplir las proyecciones de venta de Finart S.A. de cada año hasta el 2015, utilizando la metodología de teoría de las restricciones y el análisis de cuellos de botella a través del método de Roser/ Nakano/Tanaka y de % de utilización comúnmente conocido.</p>

13 **CONCLUSIONES.**

De acuerdo al anterior trabajo, la proyección de venta de Finart y del mercado de Accesorios y bijouterie, este tiene un crecimiento mayor al 300% al año 2015, lo que representa exigencia al proceso productivo, y al área de galvanica, en donde desde el primer año de análisis se encuentran restricciones las cuales se deben romper para poder cumplir con requerimientos de ventas.

En el análisis de la planeación actual se muestra la correlación directa que existe el numero de bastidores que se están demandando pasar por el proceso y los tiempos activos de cada uno de los baños analizados, allí se observa que estos llegan al limite de la capacidad por sus extensos tiempos de operación, lo que evidenció que existen baños como el cobre acido, níquel y línea de limpieza que tienen capacidades altas para responder a la demanda actual de bastidores a bañar. Caso contrario a los de cobre alcalino y flash de cobre que no poseen igual capacidad, y por consiguiente estarían al limite de su capacidad en un aumento de la producción.

La metodología expuesta por la teoría de las restricciones, llevó a utilizar la herramienta de detección de cuellos de botella mediante dos vías, por porcentajes de utilización y por el método expuesto por Roser/Nakano/Tanaka, que mostraron como resultado la similitud de los dos métodos siempre y cuando no existan tiempos muertos o de set up. El primero mostró que existen porcentajes de utilización superiores al 122% en el baño de cobre alcalino, lo que indica incumplimiento con lo requerido por la demanda, el segundo método mostró un resultado acorde a la realidad del proceso, debido a la comparación que existe entre el tiempo activo del baño y el disponible en un día o semana, por consiguiente los resultados que arrojaron ambos métodos, fueron la necesidad de actuar rápidamente en los baños de cobre alcalino por su condición de cuello de botella en el proceso.

En las dos líneas de limpieza luego de observar los resultados mediante la metodología anterior, se determina que no es necesaria ampliación alguna, por no tener inconvenientes de capacidad, no obstante la línea de cobre alcalino se hizo necesaria la ampliación de la línea mediante la instalación de 2 tanques, uno para la línea Zamac y el otro para la línea Lead Free, en los cuales se aumenta la capacidad de 12 a 20 y de 8 a 12 bastidores en cada tanque respectivamente.

De acuerdo a los pasos desarrollados por la metodología, se encontraron soluciones a la problemática de cada año teniendo en cuenta la proyección de venta y el numero de bastidores que pasaran por el proceso acorde a esta proyección, estas soluciones fueron desde aumento de horas laboradas hasta el planteamiento de un proyecto a desarrollar, entre estas actividades tenemos la necesidad de ampliación de la línea de cobre alcalino con un valor de \$ 36'950.000. por la adquisición de equipos para ello. Así mismo se tuvo en cuenta en el 2013 la contratación de personal por la suma de \$ 31'000.000 mensuales teniendo en cuenta prestaciones sociales y demás, para el 2014 y 2015, se planteó la solución de contemplar la implementación de bañar la piezas por el sistema de barril, el cual se debe empezar a desarrollar desde el año 2012, a fin de culminar su implementación hacia finales de 2013, esto lleva a tener presente el costo preliminar de \$ 350.000 USD, para ello.

14	FUENTES BIBLIOGRÁFICAS	<p>ROSER Christoph, NAKANO Maseru, Tanaka Minoru Proceedings of the 2001 Winter Simulation Conference. A Practical Bottleneck Detection Method. Software Science Laboratory Toyota Central Research and Development Laboratories Nagakute, Aichi, 480-1192, Japan, 2001</p> <p>CHESE R.B JACOBS F R Y AQUILANO J: Administración de Operaciones 12 ed. Mc graw hill 2009</p> <p>KALENATIC, DUSKO. . 2001. Modelo integral y dinámico para análisis, planeación, programación y control de las capacidades productivas en empresas manufactureras. Universidad Distrital FJC. Centro de Investigaciones y Desarrollo Científico. Bogotá-Colombia.</p> <p>DOMÍNGUEZ, Machuca J.A. et al. 1995. Dirección de Operaciones, aspectos tácticos y operativos en la producción y los servicios. Ed. Mc Graw Hill Interamericana. Madrid-España.</p> <p>CHIAVENATO, Adalberto. 1994. Iniciación a la planeación y control de la producción.</p> <p>KALENATIC, DUSKO & BLANCO, Ernesto. 1993. Aplicaciones computacionales en producción. Biblioteca de ISSN 0124-4361/Vol.5/No.9/Año 2007 ISSN 0124-4361/Vol.5/No.9/Año 2007.</p> <p>Óscar Javier Herrera Ochoa Leila Nayibe Ramírez Castañeda, Óscar Mayorga, Torres. Aplicación Del Modelo De Planeación De Las Capacidades Productivas En Empresas Manufactureras En Una Pyme Del Sector Calzado. Universidad Distrital FJC. Bogotá, Colombia</p> <p>KALENATIC, Dusko; LÓPEZ, César A., GONZÁLEZ, Leonardo J. 2006. Modelo integral de producción en empresas manufactureras. Ediciones y publicaciones Universidad Católica de Colombia. Bogotá-Colombia.</p> <p>KALENATIC, Dusko; LÓPEZ, César A., GONZÁLEZ, Leonardo J. 2006. Modelo de medición, análisis, planeación y programación de las capacidades en un contexto de múltiples criterios de decisión. Revista Ingeniería de la Universidad Distrital FJC. Vol 10 No 2. Bogotá-Colombia.</p>
----	-----------------------------------	--