INSTITUTO TECNOLÓGICO Y DE ESTUDIOS SUPERIORES DE MONTERREY
CAMPUS MONTERREY

DIVISIÓN DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
PROGRAMA DE GRADUADOS EN INGENIERÍA

APLICACIÓN DE MODELO DE MEJORAMIENTO DE LA PRODUCTIVIDAD BASADO EN LA PRODUCCIÓN AJUSTADA (LEAN PRODUCTION) EN UNA PLANTA DE PRODUCCIÓN DE ADHESIVOS Y RECUBRIMIENTOS

TESIS

PRESENTADA COMO REQUISITO PARACIAL PARA OBTENER EL GRADO ACADEMICO DE:

MAESTRO EN CIENCAS CON
ESPECIALIDAD EN INGENIERÍA Y ADMINISTRACIÓN
DE LA CONSTRUCCION

POR:

MARCOS SERRANO BICKFORD

MONTERREY, N.L. DICIEMBRE DE 2005

INSTITUTO TECNOLÓGICO Y DE ESTUDIOS SUPERIORES DE MONTERREY

CAMPUS MONTERREY

DIVISIÓN DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
PROGRAMA DE GRADUADOS EN INGENIERÍA

Los miembros del comité de tesis recomendamos que el presente proyecto de tesis presentado por el Ing. Marcos Serrano Bickford sea aceptado como requisito parcial para obtener el grado académico de Maestro en Ciencias con especialidad en:

ADMINISTRACION DE LA CONSTRUCCION

Comité de Tesis:

_____
Ing. Kevin Luna Villarreal
Asesor

_____
Ing. Salvador García Rodríguez
Sinodal

_____
Ing. Juan Pablo Solís Flores
Sinodal

Aprobado:

_____
Dr. Federico Viramontes Brown
Director del Programa de Graduados en Ingeniería

Diciembre, 2005

DEDICATORIA

A Dios, por todas las bendiciones que he tenido a lo largo de la vida, por la familia y amistades que me ha dado.

A mi mamá, por todo el amor y ejemplo de luchar que me ha dado y porque desde el cielo siempre esta conmigo cuidándome y ayudándome a salir adelante en todas las etapas de mi vida.

A mi papá, por su gran amor y confianza que me ha dado ante cualquier situación y por darme la oportunidad y el apoyo de realizar estos estudios de Maestría.

A mi novia Leslie, por todo el amor compartido a lo largo de esta etapa y por ser mi apoyo y estar a mi lado en todo momento.

AGRADECIMIENTOS

Al Ing. Kevin Luna Villarreal, por todo el apoyo, enseñanzas y tiempo dedicado durante la realización de esta tesis.

A Juan Carlos Coronado, Juan Manuel Coronado y Rodrigo Quiñónez, por el apoyo y oportunidad de realizar la aplicación de esta tesis en su empresa.

A toda mi familia y amigos que confiaron en mí y me apoyaron durante la realización de estos estudios.

A mis compañeros de clase, por todos los momentos de trabajo y estudio juntos y por la amistad formada en este tiempo.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN……..1

- Antecedentes
- Definición del Problema
- Justificación
- Objetivo
- Hipótesis
- Marco Teórico
- Método

CAPÍTULO 1. PRODUCCIÓN AJUSTADA (LEAN PRODUCTION)……6

1.1. Producción Ajustada

1.1.1. Objetivos de la Producción Ajustada

1.1.2. Beneficios de la Producción Ajustada

1.2. Reducción de la Variabilidad

1.3. Mejoramiento de la Productividad

1.4. Pensamiento Esbelto (Lean Thinking)

1.5. Cadena de Valor

1.6. Flujo

CAPÍTULO 2. HERRAMIENTAS QUE INTERVIENEN EN LA PRODUCCIÓN AJUSTADA……19

2.1. Kaizen

2.2. Justo a Tiempo (JAT)

2.3. Mantenimiento Productivo Total (TPM)

2.4. 5 ´S

2.5. Administración de la Calidad Total (TQM)
2.6. Reingeniería de Procesos

CAPÍTULO 3. MODELO DE ESTUDIO…….39
3.1. Mejoramiento de la productividad
3.1.1. Medición de la Productividad
3.1.2. Identificación de Pérdidas
3.1.3. Evaluación del Desempeño del Proceso
3.1.4. Implementación de Planes de Mejoramiento

CAPÍTULO 4. APLICACIÓN DE MODELO BASADO EN LA FILOSOFIA LEAN PRODUCTION……..51
4.1. Descripción del lugar de aplicación
4.2. Descripción del proceso
4.3. Identificación de Pérdidas
4.4. Causas de las Pérdidas
4.5. Propuesta de Mejora
4.6. Descripción del nuevo proceso

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES…….74

BIBLIOGRAFÍA……...78

ANEXOS……..81

ÍNDICE DE TABLAS Y FIGURAS

INTRODUCCIÓN

Figura 1. Comparación entre los modelos de producción…….2

CAPÍTULO 1. LEAN PRODUCTION

Tabla 1.1. Tabla comparativa entre producción artesanal, en masa y ajustada……..9

Figura 1.1. Relación entre eficiencia, eficacia y productividad……...13

Tabla 1.2. Factores que afectan la productividad……14

CAPÍTULO 2. HERRAMIENTAS QUE INTERVIENEN EN LA PRODUCCION AJUSTADA

Figura 2.1. Ciclo de Deming…….34

CAPÍTULO 3. MODELO DE ESTUDIO

Figura 3.1. Ciclo de mejoramiento de productividad……40

Tabla 3.1. Tabla de muestreo de trabajo……41

Figura 3.2. Proceso basado en la producción ajustada……...42

Tabla 3.2. Medición de la productividad……47

Figura 3.3. Diagrama de Pie……48

Figura 3.4. Diagrama de Pareto……...49

Figura 3.5. Diagrama de causa efecto……49

CAPÍTULO 4. APLICACIÓN DE MODELO BASADO EN LA FILOSOFIA LEAN PRODUCTION

Figura 4.1. Diagrama de flujo de proceso actual……..55
Tabla 4.1. Productividad del proceso……..58
Figura 4.2. Distribución del trabajo……..59
Figura 4.3. Distribución de actividades……...60
Figura 4.4. Tipo de pérdidas del proceso……...61
Figura 4.5. Diagrama de Pareto (Trabajo no Contributivo)…….62
Figura 4.6. Gráfica de Pie (Trabajo no Contributivo)……62
Figura 4.7. Distribución por especialidad (Trabajo no Contributivo)……..63
Figura 4.8. Diagrama de Pareto (Trabajo Contributivo)……...64
Figura 4.9. Grafica de Pie (Trabajo Contributivo)……64
Figura 4.10. Distribución por especialidad (Trabajo Contributivo)…….65
Figura 4.11. Diagrama causa-efecto (esperas, descanso)……..66
Figura 4.12. Diagrama causa-efecto (transporte)……67
Figura 4.13. Diagrama causa-efecto (marcando sacos)……..67
Tabla 4.2. Tabla resumen de propuesta de mejora……..70
Figura 4.14. Diagrama de flujo propuesto……..72

INTRODUCCIÓN

ANTECEDENTES

La baja productividad, los resultados de baja calidad, las pobres condiciones de trabajo y los problemas de seguridad industrial, han sido características comunes de la mayoría de los procesos de producción.

La industrialización y los sistemas integrados de información han sido presentados como una de las soluciones a los problemas de producción anteriormente mencionados, llevando a algunos investigadores a la formulación de sistemas de construcción automatizada y a la robótica como medio para mejorar el desempeño de los proyectos.

Por muchos años, la industria manufacturera, ha sido tomada como modelo para la realización de innovaciones en la industria de la construcción. Los sistemas integrados de producción y la automatización tienen su origen en otras industrias y su aplicación se encuentra muy desarrollada si se compara con la construcción.

Como objetivo de la utilización del nuevo enfoque de producción, se encuentra el hacer mas eficientes las actividades de transformación que agregan valor, minimizando o eliminando las actividades que no lo generan (pérdidas). Una comparación entre el sistema tradicional de producción y la nueva filosofía lean production, se describe a continuación en la siguiente figura:

	PRODUCCION TRADICIONAL	LEAN PRODUCTION
CONCEPTO	La producción está compuesta por una serie de actividades de conversión que agregan valor	La producción está compuesta por flujos (no agregan valor) y conversiones (agregan valor)
CONTROL DE PRODUCCION	Dirigido al costo de las actividades	Dirigido al tiempo, costo y valor de los flujos
MEJORAMIENTO	Incremento de la eficiencia de las conversiones a través de la utilización de nueva tecnología	Eliminación de las actividades que no agregan valor (pérdidas), incrementando la eficiencia de las actividades que lo generan, a través del mejoramiento continuo y la implementación de nueva tecnología

Figura 1. Comparación entre los dos modelos de producción (Botero, Álvarez, 2003)

DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

En la actualidad en todos los procesos de producción el tema de los desperdicios, retrasos y pérdidas juega un papel muy importante en el desarrollo de las empresas. El desconocimiento de nuevas metodologías y herramientas enfocadas al desarrollo de procesos ha hecho que se sigan aplicando procesos tradicionales de producción, los cuales están enfocados al producto y costo final y no a todo el desarrollo del mismo donde se pueden encontrar muchas oportunidades de mejorar el proceso y así obtener un mejor desempeño y una mayor productividad.

JUSTIFICACIÓN

Los modelos y herramientas basados en la producción ajustada, tienen como uno de sus principales objetivos el aumentar la productividad y reducir la variabilidad en los procesos de producción con lo cual se logra obtener mejores resultados para las empresas, esto se logra creando valor al proceso

identificando dentro del mismo actividades que no generen valor al mismo para poder reducirlas o si es posible, eliminarlas.

OBJETIVO

Realizar el estudio de un modelo práctico sobre la productividad en los procesos de producción y la disminución de pérdidas, el cual pueda ser aplicado bajo el modelo de la producción ajustada (Lean Production).

HIPOTESIS

La aplicación de los conceptos y herramientas de la producción ajustada pueden generar mejoras en los procesos de producción, con lo cual se aumentará la productividad de la misma y se logrará la satisfacción del cliente por el servicio ofrecido.

MARCO TEÓRICO

La Producción sin Perdidas es conocida mundialmente como “Lean Production”. El término Lean en ingles se define como sin grasa, pobre o escaso, enjuto, magro. El concepto, excluyendo su traducción literal, implica una nueva forma de hacer las cosas utilizando menos recursos materiales, menos esfuerzo humano, menos maquinaria y equipo, menos tiempo y menos espacio. El origen de esta nueva filosofía de producción se genera en la Producción Ajustada o Lean Production, en la industria automotriz de Japón en los años 50´s. Después de la segunda guerra mundial, la economía japonesa se enfrentaba a las siguientes condiciones:

- Mercado doméstico pequeño y demanda de una amplia gama de vehículos

- Mano de obra japonesa en oposición a ser considerada como coste variable o piezas intercambiables
- Economía carente de capital y divisas
- Incapacidad de adquirir tecnología de punta
- Fuerte competencia internacional por parte de los productores de automóviles occidentales y europeos

En el concepto de Lean Production, se incorporaron conceptos de calidad al sistema evolucionando un control estadístico de calidad a conceptos mucho más amplios como son los círculos de calidad. Estas ideas fueron desarrolladas y refinadas por ingenieros a través de un proceso de prueba y error. En los años 70´s, especialmente en la industria automotriz, la difusión de estos conceptos tenían poco alcance. Era necesario desarrollar una investigación de dichos conceptos. Es así como surgen durante los 80´s diversas publicaciones para abordar y detallar dichos conceptos. En los inicios de la década pasada, esta nueva filosofía de la producción se dio a conocer como Manufactura de Clase Mundial, Nuevo Sistema de Producción o Producción Ajustada (Lean Production). En la actualidad, dicha filosofía se encuentra en constante desarrollo y es aplicada por las principales compañías de manufactura en Norte América, Europa y Japón. El enfoque se ha extendido a otros campos de la industria, como servicios, administración y desarrollo de productos.

MÉTODO

El proyecto de estudio iniciará con la investigación y recopilación de información bibliográfica referente al tema de la producción ajustada. Esta información será obtenida con la consulta de materiales especializados en el respectivo tema, así como consultas en Internet. Posteriormente a la obtención de información, se estudiará para obtener una visión sobre los temas de interés que puedan ser aplicables en este proyecto de investigación.

Una vez concluido dicho estudio se revisará un modelo basado en el tema de la producción ajustada el cual pueda ser aplicado en un proceso real y así poder ver su aplicación y validez. Una vez aplicado el modelo se realizará un análisis del proceso a fin de poder obtener datos reales y cuantificables, y así poder dar conclusiones acerca del modelo aplicado.

CAPITULO 1. PRODUCCIÓN AJUSTADA (LEAN PRODUCTION)

1.1. PRODUCCIÓN AJUSTADA

En los últimos años, el tema de calidad, la productividad y la eficiencia en el desarrollo de los procesos ha ocupado especial interés en todos los sectores de los profesionales dedicados a esta actividad, "Producción". Nuevas temáticas e ideologías han sido creados para este fin, tales como: Constructabilidad, Producción Ajustada o Esbelta (Lean Production), entre otras.

La Producción Ajustada, también conocida en todo el mundo como "Lean Production", está referida al que en ingles se define como sin grasa, pobre o escaso, enjuto; magro. El concepto, implica una nueva forma de hacer las cosas utilizando menos recursos materiales, esfuerzo humano, maquinaria y equipo, al igual que menos tiempo y espacio. El origen de esta nueva filosofía de producción se genera en la industria automotriz de Japón en los años 50´s, específicamente por el ingeniero Ohno de la compañía Toyota quien estaba dedicado especialmente a eliminar los desperdicios en la producción. Ohno quiso producir carros conforme al pedido del cliente; influenciado por el Control de Calidad Total (TQM), desarrolló un sistema de objetivos simples para el proceso de producción: Producir un coche con los requisitos de un cliente específico, entregarlo inmediatamente, y que no mantenga ningún inventario o almacenaje intermedio (LEFCOVICH, 2004).

En el concepto de Lean Production, se incorporaron al sistema conceptos de calidad evolucionando un control estadístico a conceptos mucho más amplios como son los círculos de calidad. Estas ideas fueron desarrolladas y refinadas

por ingenieros a través de un proceso de prueba y error. En los años 70, especialmente en la industria automotriz, la difusión de estos conceptos tenía poco alcance. Era entonces necesario desarrollar una investigación de dichos conceptos, siendo así como surgen durante los años 80 diversas publicaciones para abordarlos y detallarlos. En los inicios de la década pasada, esta nueva filosofía de la producción se dio a conocer como Manufactura de Clase Mundial, Nuevo Sistema de Producción o Producción Ajustada (Lean Production). En la actualidad, dicha filosofía se encuentra en constante desarrollo y es aplicada por las principales compañías de manufactura en Norte América, Europa y Japón extendiéndose este a otros campos de la industria, como servicios, administración y desarrollo de productos (KOSKELA, 1992).

Los principales problemas en la industria de la construcción son bien conocidos: Baja productividad, retrabajos, inseguridad, malas condiciones de trabajo y calidad ineficiente. Por lo tanto, se han propuesto diversas soluciones para reducir estos problemas. La industrialización (prefabricación y modulación) ha sido por gran parte del tiempo como un proceso en una dirección. Actualmente, la computación integrada a la construcción ha sido una buena manera de reducir la fragmentación en la construcción, la cual es considerada como una causa mayor de los problemas existentes. La visión de robotizar y automatizar la construcción, asociada con la integración de la computación, es otra solución propuesta por los expertos (KOSKELA, 1992).

La manufactura ha sido un punto de referencia y una fuente para innovaciones en la construcción por muchas décadas. Por ejemplo, la idea de industrializar viene directamente de la manufactura. Actualmente se ha estado desarrollando una nueva tendencia en la manufactura la cual esta basada en una nueva filosofía de producción, en vez de una nueva tecnología. Esta nueva filosofía es utilizada al menos parcialmente por muchas compañías en América, Europa y Japón. Esta nueva filosofía de producción esta envuelta en tres etapas de utilización: es usada como una herramienta, es vista como un método manufacturero, y se utiliza como una filosofía general de administración.

Existen muchos principios que envuelven el diseño y control del flujo de los procesos bajo los conceptos de “Lean Production”. Son una amplia evidencia que a través de estos principios, la eficiencia en el flujo de los procesos de actividades productivas puede ser rápida y considerablemente mejorada. Algunos de estos principios pueden estar resumidos en los siguientes:

- Reducir las actividades que no agregan valor
- Identificar la cadena de valor
- Incrementar el valor del proceso y del producto final
- Reducir variabilidad
- Reducir tiempos de ciclo
- Minimizar el número de pasos en procesos
- Incrementar flexibilidad
- Incrementar transparencia en el proceso
- Tener control en todo el proceso

En comparación con los procesos de producción tradicionales, la producción ajustada ayuda a aumentar el valor de las actividades y a reducir el tiempo de construcción. Con la filosofía de Lean Production, el tiempo implementado en actividades que agregan valor puede aumentar de un 30 a un 40% en comparación con las producciones normales. Y se puede reducir el tiempo en actividades que no agregan valor de un 55 a un 30% del tiempo (KOSKELA, 1997). En comparación con los sistemas de producción artesanal y en masa, el sistema de producción ajustada cuenta con unas innovaciones que hacen aventajarla sobre las demás, como se puede observar en la siguiente tabla.

	PRODUCCIÓN ARTESANAL	PRODUCCIÓN EN MASA	PRODUCCIÓN AJUSTADA
Mano de Obra	Trabajadores altamente calificados	Trabajadores no calificados o semicalificados	Trabajadores multicalificados o multifuncionales
Herramientas , maquinaria, equipo	Herramientas sencllas y flexibles	Máquinas costosas y unipropósito	Máquinas altamente flexibles y automatizadas
Sistemas de producción	Sistema de producción flexible (al proporcionar exactamente lo que el cliente desea)	Sistema de producción rígida (producción de ejemplares estandarizados)	Sistema de producción flexible (variedad de productos)
Volumen de Producción	Producción de un ejemplar a la vez, único e irrepetible	Producción de grandes volúmenes estandarizados	Producción de grandes volúmenes enormemente variados
Relación con clientes	Se provee al cliente exactamente con el producto y/o servicio que quiere (enfasis en sus necesidades y valor)	Se sacrifican los gustos y necesidades del cliente con el fin de estandarizar procesos y reducir costos	Infinita variedad de productos con base en las necesidades del cliente (valor) del cliente
Costos de Producción	Altos costos de producción por unidad	Costos bajos de producción por unidad	Reducción continua de costos
Volumen de Inventario	Volúmenes de producción reducidos, necesidades mínimas de inventarios	Gran cantidad de inventarios y espacios físicos en exceso para su almacenamiento y manejo	Cero inventarios y reducción de espacios para su almacenamiento y manejo
Desempeño	Énfasis en la perfección del más mínimo detalle	Gran cantidad de defectos los cuales son corregidos al final de la línea de producción con la finalidad de no detener el proceso	Cultura de cero defectos (si se detecta algún defecto, la línea de producción se detiene para detectar el problema y corregirlo)

Tabla 1.1. Tabla comparativa de producción artesanal, en masa y ajustada (GARCIA, 2000)

1.1.1 Objetivos de la producción Ajustada

Entre los principales objetivos de la producción ajustada (Lean Production) se encuentra el implantar una filosofía de mejora continua que permita a las empresas reducir costos, mejorar procesos y eliminar los desperdicios para aumentar la satisfacción de los clientes y mantener el margen de utilidad.

La producción ajustada proporciona a las empresas herramientas para sobrevivir en un mercado global que exige cada vez mas la calidad, entrega más rápida a más bajo precio y en la cantidad requerida. La producción ajustada ayuda específicamente a:

- Reducir la cadena de desperdicios
- Reducir el inventario y el espacio en el piso de producción

- Crea sistemas de producción mas sólidos
- Crea sistemas de materiales apropiados
- Mejora las distribuciones de planta para aumentar la flexibilidad

1.1.2 Beneficios de la producción ajustada

La implantación de la producción ajustada es importante en diferentes áreas, ya que se emplean diferentes herramientas, por lo que beneficia a la empresa y sus empleados. Los principales beneficios que genera son:

- Reducción de costos de producción
- Reducción de inventarios
- Reducción del tiempo de entrega
- Mejor calidad
- Menos mano de obra
- Mayor eficiencia de equipo
- Disminución de desperdicios

1.2 REDUCCIÓN DE VARIABILIDAD

La variabilidad puede producir diferentes efectos en cualquier tipo de proceso de construcción o de producción, entre los cuales se pueden encontrar que aumenta los tiempos de ciclo y que incrementa los desperdicios. Entre los principales objetivos de la producción sin pérdidas (Lean Production) está el agregar valor a todos los procesos, y la reducción de desperdicios es la mejor manera de lograrlo.

Para que los procesos o actividades de producción generen la menor cantidad de desperdicios o agreguen valor se debe establecer una meta, una razón y una manera para lograrlo. En el caso de reducir la variabilidad la meta debe ser la de reducir los tiempos de ciclo, la razón es para acelerar la producción e

incrementar el flujo de trabajo, y la manera de lograrlo es mejorando el flujo, eliminando desperdicios, simplificando las operaciones.

Mejoramiento del flujo de trabajo. La mejor forma de lograr mejorar el flujo de trabajo es asegurándose que todos los recursos estén disponibles en el momento adecuado, por lo tanto, se debe asegurar que los proveedores o trabajadores que realicen trabajos anteriores al actual entreguen los materiales en el tiempo y lugar adecuado y necesario. Muchas veces los trabajadores que no tienen los recursos disponibles reducen su ritmo de trabajo para no acabar con los recursos que disponen y no verse ante los demás como un trabajador sin tener nada que hacer en ese momento. Se debe planear y coordinar de buena manera el flujo del equipo o herramientas a utilizar ya que si no se logra esto, se utiliza el inadecuado lo cual hace que el trabajo sea mal hecho o en mayor tiempo, que se comparta equipo con otros trabajadores lo cual provoca que el ritmo de trabajo sea lento o que existan herramientas insuficientes lo que conlleva a que siempre existan trabajadores sin poder hacer su trabajo.

Eliminar desperdicios y simplificar la operación. La presencia de basura o desperdicios en los lugares de trabajo, junto con las operaciones complejas hacen que las cosas consuman y cuesten mas tiempo, materiales y personal de lo necesario. El desperdicio se elimina removiendo pasos o actividades que no agreguen valor, por lo tanto reduciendo contingencias o variabilidad en los procesos mejora el flujo produciendo menores esperas de recursos, materiales, equipo, mano de obra; aunque en algunos casos tiene un costo mas efectivo manejar la variabilidad que tratar de eliminarla por completo.

1.3 MEJORAMIENTO DE LA PRODUCTIVIDAD

La construcción se ha considerado como un sector expuesto a la producción industrial por lo que las soluciones a ciertos problemas se han ido desarrollando particularmente para este sector. Podría considerarse que las herramientas y estrategias que se usan en el sector industrial no podrían

usarse en la construcción, pero los procesos están compuestos por una serie de operaciones que presentan características similares a la producción industrial:

- Procesos de producción en serie y repetitivos como: colocación de refuerzos, moldes, cimbras, prefabricados.
- Productos pequeños y en grandes cantidades o grandes volúmenes.
- Ciclos cortos y repetitivos de producción.

Tanto la producción industrial como los proyectos de construcción requieren de una eficiente administración, aunque los últimos presentan una mayor dinámica y están expuestos a diversas incertidumbres que pueden influenciar el desarrollo del proyecto, tales como: las condiciones climáticas, las condiciones del terreno, los rendimientos de la mano de obra con comportamientos impredecibles, en el entorno general del proyecto y condiciones contractuales.

Productividad. Una aproximación a la definición de productividad presenta la relación entre lo producido y lo gastado. De otra manera, podemos definir la productividad en la construcción como “la medición de la eficiencia con que los recursos son administrados para completar un proyecto específico, dentro de un plazo establecido y con un estándar de calidad dado” (SERPELL, 1999).

El logro de la productividad se logra involucrando la eficiencia y la efectividad, ya que no tiene sentido producir una cantidad de obra si esta presenta problemas de calidad.

El objetivo de cualquier proceso productivo es lograr una alta productividad con calidad lo que se consigue mediante la obtención de alta eficiencia y efectividad, como puede verse en la siguiente figura:

UTILIZACION DE LOS RECURSOS		
Pobre	**Alta**	
EFECTIVO PERO INEFICIENTE	EFECTIVO Y EFICIENTE AREA DE ALTA PRODUCTIVIDAD	**Alto**
EFECTIVO E INEFICIENTE	EFICIENTE PERO INEFECTIVO	**Bajo**

OBTENCION DE LAS METAS

Figura 1.1. Relación entre eficiencia, eficacia y productividad (BOTERO, ÁLVAREZ, 2004)

Un sistema productivo como la construcción, se caracteriza por la transformación de insumos y recursos en productos deseados, dichos recursos son:

- Materiales
- Mano de obra
- Maquinaria y Equipos

Por lo tanto, se puede hablar de diferentes clases de productividades en la construcción, de acuerdo con los recursos considerados:

- ***Productividad en los materiales,*** por su costo es importante evitar sus desperdicios
- ***Productividad en la mano de obra,*** es factor fundamental ya que normalmente es el recurso que fija el ritmo de trabajo en la construcción, del cual depende la productividad de otros recursos.
- ***Productividad de la maquinaria,*** es muy importante por el alto costo que representa, por lo tanto es importante racionalizar su uso en los proyectos, evitando tiempos muertos.

Existen varios factores que afectan en diferente forma la productividad en la construcción, algunos con incidencias negativas son:

- Errores en los diseños y falta de especificaciones
- Modificación a los diseños durante la ejecución de los proyectos
- Falta de supervisión de los trabajadores

- Agrupamientos de trabajadores en espacios muy reducidos (sobrepoblación en el trabajo)
- Alta rotación de trabajadores
- Pobres condiciones de seguridad que generan gran número de accidentes
- Composición inadecuada de cuadrillas de trabajo
- Distribución inadecuada de los materiales en la obra
- Falta de materiales requeridos
- Falta de suministro de equipos y herramientas
- Excesivo control de calidad
- Falta de motivación a los trabajadores
- Clima y condiciones adversas a la obra

En la siguiente tabla se muestran diversos factores que afectan la productividad, ya sea en forma positiva o en forma negativa:

PRODUCTIVIDAD	
ALTA	BAJA
Alta motivacion	Politicas no motivadoras
Buena supervision	Ubicacion de la planta
Buena organización	Deficiente administración
Procedimientos apropiados	Clima adverso
Incentivos	Poca información
Buena planifiación	Mano de obra incapaz

Tabla 1.2. Factores que afectan la productividad

1.4 PENSAMIENTO ESBELTO (LEAN THINKING)

La parte fundamental en el proceso de desarrollo de una estrategia esbelta (lean) es la que respecta al personal de la empresa, ya que muchas veces implica cambios radicales en la manera de trabajar algo que por naturaleza causa desconfianza, temor e inconformidad. Los japoneses descubrieron que, es más que una técnica, se trata de un buen régimen de relaciones humanas.

En el pasado se ha desperdiciado la inteligencia y la creatividad del trabajador, a quien se le controla como si fuera una máquina. Es muy común que cuando un empleado de los niveles bajos presenta una propuesta o idea se le critique o se le calle. A veces los directores no comprenden que cada vez que no se le toma en cuenta a un trabajador, están desperdiciando dinero, ya que en la mayoría de los casos, estos trabajadores de niveles bajos son los que controlan los procesos de la empresa y son los que tienen conocimiento de todas las actividades, por lo tanto cualquier propuesta o idea que ellos tengan se debe tomar en cuenta para poder realizar de una manera mas sencilla los trabajos. El concepto de la producción ajustada (lean production) implica la anulación de los mandos intermedios y su reemplazo por el liderazgo. La palabra líder es la clave del éxito en este pensamiento esbelto. Existen cinco principios fundamentales del pensamiento esbelto los cuales son:

1. ***Creación de valor desde el punto de vista del cliente***. La mayoría de los clientes quieren comprar una solución, no un producto o servicio.
2. ***Identifica la corriente de valor***. Eliminar desperdicios encontrando pasos que no agregan valor, algunos son inevitables y otros son eliminados inmediatamente.
3. ***Crea flujo***. Hace que todo el proceso fluya suave y directamente de un paso que agregue valor a otro desde la materia prima hasta el consumidor.
4. ***Produce un flujo continuo***. Una vez hecho el flujo, serán capaces de producir por órdenes de los clientes en vez de producir basado en pronósticos de ventas a largo plazo.
5. ***Busca la perfección***. Una vez que la empresa consigue los primeros cuatro pasos, se vuelve claro para aquellos que están involucrados que añadir eficiencia siempre es posible. (PINEDA, 2003).

Este sistema de producción le da mucha importancia al tiempo de los procesos que es una medida natural para todo proceso. La reducción del ciclo del tiempo de un proceso trae consigo diferentes ventajas además de la reducción de costos como son: menores tiempos de entrega de producto a los clientes así

como la reducción de la necesidad de llevar a cabo pronósticos de demanda, ya se trabaja de acuerdo a las necesidades del cliente. En la medida que se reduzca el ciclo del tiempo mediante la reducción de actividades de inspección, espera y movimiento de recursos, se lograrán las ventajas descritas anteriormente y por lo tanto, se logra la eliminación del desperdicio.

1.5 VALOR Y CADENA DE VALOR

El valor es considerado como una aptitud o capacidad del producto o servicio proporcionado al cliente en el tiempo preciso y a un precio adecuado. Dicho valor esta siempre asociado al producto y debe satisfacer los intereses y necesidades del cliente. Para ello se requiere un análisis subjetivo sobre la manera en que se genera el valor dentro de un proceso. Existe además una cadena de valor en el proceso de producción de un producto, la cual es definida como “el conjunto de acciones requeridas para llevar un producto o servicio de la etapa de planeación hasta la transformación en un producto o servicio terminado”. Se utilizan constantemente diferentes métodos para esquematizar la cadena de valor de un proceso tales como: el realizar la cadena de valor mediante diagramas de flujo de proceso, lo cual permite identificar los requerimientos de información y materiales necesarios en cada etapa del proceso así como la forma en que se transmite el trabajo ejecutado de una etapa a otra.

Las diversas acciones que integran la cadena de valor se clasifican en actividades de conversión y actividades de flujo (materiales e información) necesarias para ligar las actividades de conversión. Por otra parte existen dentro de todo proceso, actividades que agregan valor al mismo se consideran como actividades de conversión, y actividades que no agregan valor al proceso, consideradas como pérdidas o desperdicios.

Considerando los conceptos de valor y flujo en un proceso las diferentes actividades que integran la cadena de valor del mismo se pueden clasificar en las siguientes categorías:

1. Actividades que generan valor al proceso. Estas son llamadas actividades de conversión ya que transforman materias primas en productos terminados o en la prestación de un servicio.
2. Actividades que no generan valor al proceso pero son inevitables de acuerdo a la tecnología actual o características particulares del proceso en si, por lo tanto, no pueden ser eliminadas.
3. Actividades que no agregan valor al proceso y pueden ser reducidas o eliminadas. Generalmente estas actividades están relacionadas con acciones como supervisión, inspección, entre otras. (GARCIA, 2000)

1.5 FLUJO

El flujo del proceso se refiere principalmente al intercambio de información, materiales y trabajo en proceso del mismo. En el momento que se logra estabilizar el flujo en la cadena de valor se reduce la variabilidad del proceso, por lo tanto, se reduce el desperdicio del mismo, aumenta la productividad y se reducen los tiempos de ejecución del mismo (ciclos de tiempo de procesos). Para lograr esto es necesaria una adecuada administración de los tiempos y secuencias de los flujos así como la eficiente coordinación de las interdependencias entre actividades (complejidad del proceso) asegurando que se cumpla con los requerimientos de las etapas subsecuentes en la cadena de valor. Esta continuidad en el flujo se logra asegurando que los recursos (materiales e información) sean suministrados en el tiempo y lugar indicados para su uso que es un concepto aplicado en la técnica justo a tiempo) y a través de una transferencia adecuada de trabajo en proceso entre los diferentes participantes del proceso.

Para modelar este sistema de producción, es necesario considerar las diferentes variables que intervienen en la eficiencia del mismo. Dichas variables son las siguientes:

- ***Capacidad de producción.*** Número de unidades por unidad de tiempo que una cuadrilla es capaz de producir en condiciones ideales.
- ***Razón de producción.*** Número de unidades por unidad de tiempo que una cuadrilla es capaz de producir bajo condiciones reales de trabajo.
- ***"Buffer" o amortiguador.*** Número de unidades acumuladas frente a cada cuadrilla, generalmente asociada con capacidad de producción desperdiciada o trabajo ejecutado en espera.
- ***Tiempo no productivo.*** Tiempo en el cual una cuadrilla no es capaz de llevar a cabo sus tareas productivas.
- ***Duración de proyecto.*** Tiempo requerido para ejecutar un proyecto.
- ***Throughput.*** Número de actividades completadas dividido entre la duración del proyecto. (GARCÍA, 2000).

CAPITULO 2. HERRAMIENTAS QUE INTERVIENEN EN LA PRODUCCIÓN AJUSTADA

INTRODUCCIÓN

En el desarrollo de la producción ajustada (Lean Production) se han estudiado y tomado en cuenta los mejores aspectos de diversas filosofías y herramientas de mejora que se han utilizado en la industria manufacturera a lo largo del tiempo, esto con el fin de formar una filosofía de administración que tenga la flexibilidad de ser aplicada y utilizada en diversos procesos productivos.

2.1 KAIZEN

El Kaizen es un sistema enfocado en la mejora continua de toda la empresa y sus comportamientos el cual proviene de las palabras en japonés KAI, que significa cambio y ZEN, que es bueno. Si estas dos palabras las juntamos para formar el KAIZEN, tendremos “Cambio para lo mejor” que muchas veces se ha definido como mejoramiento continuo. Es una orientación al proceso, contrario a las formas occidentales de la innovación que estaban orientadas a los resultados.

El Kaizen inicia con el reconocimiento de la necesidad de mejorar porque si el problema no se reconoce no existe una necesidad de mejorar. En la mayoría de los casos no se acepta que existe un problema se piensa que son otros los que deben cambiar y no uno mismo, no hay un verdadero reconocimiento que

realmente existen los problemas y esta falta de aceptación es la que genera que todo el esfuerzo que se hace se destruya.

El Kaizen es un proceso continuo que afecta a todos los que pertenecen a la organización, iniciando por la alta gerencia pasando por los gerentes y sin importar su jerarquía todos deben estar implicados en algún aspecto referente al Kaizen.

En Japón se han utilizado mucho los sistemas de sugerencias los cuales contribuyen mucho a mantener el control total de la calidad ya que son una vía muy rápida para que los empleados den sus aportaciones en cualquier aspecto que pueda ser mejorado. Kaizen ha generado una forma de pensamiento orientada al proceso como a las personas, ya que los procesos deben ser mejorados antes de que se obtengan resultados; y orientado a las personas porque apoya y reconoce los esfuerzos de las mismas, por lo tanto, la organización debe formar un sistema que reconozca y premie tanto los esfuerzos por los trabajadores, como los resultados, sin confundir uno con el otro.

2.2 JUSTO A TIEMPO

El sistema JAT (justo a tiempo) tiene como objetivo el eliminar los desperdicios en todos los procesos de la empresa entre los cuales pueden estar los movimientos, transporte, procesamientos, inventarios, sobreproducción, esperas, entre otros; y las cuales al detectarlos, prevenirlos y eliminarlos, se obtendrán efectos de reducir los costos y aumentar las utilidades, todo esto se puede lograr mediante:

- Acortar la línea de producción
- Disminución de tiempos de ciclo
- Reducción de tiempos de ocio

- Incrementar productividad
- Mejoramiento de calidad
- Reducción del espacio ocupado
- Reducción de inventarios

Los niveles de desperdicio están relacionados por las irregularidades existentes y por los niveles de alta tensión de trabajo. Las irregularidades existentes en los procesos implican la existencia de cuellos de botella, los cuales disminuyen la velocidad de los procesos, incrementan los tiempos de espera y reducen la productividad trayendo como consecuencia el aumento de los costos. La tensión a la cual se ven sometidos los empleados de toda la empresa así como las máquinas es debido a diversos factores como la falta de preparación, entrenamiento o capacitación ó falta de mantenimiento adecuados.

Se puede decir que las causas que provocan un bajo rendimiento en las empresas son:

- Ubicación inapropiada de las máquinas y longitud de los trayectos
- Duración en los cambios de herramientas
- Baja fiabilidad de los equipos
- Calidad insuficiente
- Dificultades debidas a proveedores

Por lo tanto con la práctica de justo a tiempo, se busca la eliminación de dichos desperdicios. Hacer factible el justo a timpo implica llevar de forma continua actividades de mejora que ayuden a eliminar los desperdicios en el lugar de trabajo. Los conceptos fundamentales en los que se basa este y a través de los cuales se desarrolla toda la filosofía de producción son los siguientes:

1. La flexibilidad en el trabajo, que permite adecuar el número y las funciones de los trabajadores a las variaciones de la demanda (celdas de trabajo en forma de U).

2. El fomento de las ideas innovadoras por parte del personal para conseguir mejoras constantes en el proceso de producción.

3. El autocontrol de los defectos por parte de los propios procesos productivos para impedir la entrada de unidades defectuosas en los flujos de producción.

El sistema JAT (justo a tiempo) tiene cuatro objetivos fundamentales:

1. Atacar los problemas fundamentales.
2. Eliminar desperdicios.
3. Buscar la simplicidad.
4. Diseñar sistemas para identificar problemas.

Para llevar a cabo este sistema satisfactoriamente, se deben cumplir diversas condiciones:

1. Producir lo que la clientela desea y cuando lo desea y no producir para crear almacenes de productos terminados o intermedios.
2. Tener plazos muy cortos de fabricación y gran flexibilidad para poder responder a los deseos de los clientes.
3. Saber fabricar (cuando es necesario) sólo cantidades muy pequeñas de un tipo dado de pieza. Es preciso para ello apartarse de la fabricación por lotes importantes y de la noción de cantidad económica, lo que impone cambios rápidos de herramientas y una distribución en planta de las fábricas que permita el encadenamiento de las operaciones relativas a una misma pieza o un mismo producto.
4. No producir o comprar más que estrictamente las cantidades inmediatamente necesarias.

5. Evitar las esperas y las pérdidas de tiempo lo que impone en particular, la renuncia a un almacén centralizado así como a la utilización de medios de manutención comunes a varios puestos de trabajo y que, por ello, podrían no estar disponibles en el momento en que un obrero los necesitara.

6. Aportar los materiales, las piezas y los productos al lugar en que son necesarios en lugar de almacenarlos en depósitos donde no sirven a nadie ni pueden utilizarse.

7. Conseguir una alta fiabilidad de los equipos. Para que una máquina pueda no producir una pieza más que cuando resulte necesaria para la etapa siguiente del proceso de fabricación, es preciso que la máquina no se averíe en ese preciso momento.

8. Administrar la calidad de la producción. Si las piezas llegan en el momento oportuno y en el número deseado, pero no son de buena calidad, lo único que puede hacerse es rechazarlas y detener la producción de las fases siguientes del proceso.

9. Adquirir únicamente productos y materiales de calidad garantizada, para que no detengan la producción.

10. Disponer de un personal polivalente, capaz de adaptarse con rapidez y que comprenda los nuevos objetivos de la empresa.

2.3 MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL

El Mantenimiento Productivo Total (TPM) se orienta a crear un sistema corporativo que maximiza la eficiencia de todo el sistema productivo, estableciendo un sistema que previene las pérdidas en todas las operaciones de la empresa. Entre los objetivos de este sistema se encuentran lograr “cero accidentes, cero defectos y cero fallos” en todo su ciclo de vida. Es un sistema

que se aplica en todos los sectores incluyendo producción, desarrollo y departamentos administrativos, por lo que será de gran utilidad en nuestro estudio por que buscamos mantener una alta productividad en la producción de prefabricados de concreto. Este sistema se apoya en la participación de todos los integrantes de la empresa desde la alta dirección hasta los niveles operativos buscando reducir o eliminar las pérdidas trabajando en pequeños equipos.

El sistema TPM permite diferenciar una organización en relación a su competencia o la mejora con respecto a ella misma debido al impacto en la reducción de los costos, mejora de los tiempos de respuesta, fiabilidad de suministros, el conocimiento que poseen las personas y la calidad de los productos y servicios finales. Se puede decir que el TPM tiene como metas:

1. Maximizar la eficacia del equipo
2. Desarrollar un sistema de mantenimiento productivo por toda la vida del equipo
3. Involucrar a todos los departamentos que planean, diseñan, usan, o mantienen equipo, en la implementación de TPM.
4. Involucrar a todos los empleados de forma activa, desde la alta dirección hasta los trabajadores de piso.
5. Promover el TPM a través de motivación con actividades autónomas de pequeños grupos
6. Cero accidentes, cero defectos, cero fallos

Con este sistema TPM se pueden obtener diversos objetivos, como los estratégicos ya que dicho proceso ayuda a construir capacidades competitivas desde las operaciones de la empresa gracias a su contribución a la mejora de la efectividad de los sistemas productivos, flexibilidad, capacidad de respuesta, reducción de costos operativos y conservación del conocimiento industrial. Su principal objetivo de operación es en las acciones cotidianas que los equipos operen sin averías y fallos, eliminar toda clase de pérdidas, mejorando la

fiabilidad de los equipos y empleando verdaderamente la capacidad industrial instalada. Otro objetivo importante de este sistema es que el TPM busca fortalecer el trabajo en equipo, buscando un incremento en la moral del trabajador, creando un espacio donde cada persona pueda aportar lo mejor de sí todo esto con el propósito de hacer del sitio de trabajo un entorno creativo, seguro, productivo y donde trabajar sea realmente cómodo.

2.4. 5 'S

Este movimiento básicamente es la determinación para organizar el sitio de trabajo para mantenerlo limpio, ordenado, en condiciones de mantenimiento óptimas y estándar además de mantener la disciplina que es necesaria para realizar un buen trabajo. (GARCIA, 2005).

Este movimiento toma su nombre de 5 palabras japonesas que inician con la letra s: Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu y Shitsuke. A tomado un gran valor en diversas empresas debido a su bajo costo de puesta en marcha, su ahorro de recursos y costos, incremento de la motivación del personal, y los incrementos de productividad y calidad, entre otros.

La implantación de una estrategia de 5'S es importante en diferentes áreas, por ejemplo, permite eliminar desperdicios y por otro lado permite mejorar las condiciones de seguridad industrial beneficiando así a la empresa y sus empleados. Algunos de los beneficios que generan la estrategias de las 5'S son:

1. Mayores niveles de seguridad que redundan en una mayor motivación de los empleados
2. Mayor calidad
3. Tiempos de respuesta más cortos
4. Aumenta la vida útil de los equipos
5. Genera cultura organizacional

6. Reducción en las pérdidas y desperdicios por producciones con defectos

A continuación se presenta la descripción de cada una de las cinco palabras japonesas y lo que conlleva el realizar cada una de ellas.

Seiri (Clasificar). En términos tradicionales significa poner en orden las cosas de acuerdo con roles específicos o principios. Trata de diferenciar los elementos necesarios de los innecesarios para proceder a eliminar estos últimos; esto implica una clasificación de los elementos existentes en la organización. Para ello se establece un límite a los que son necesarios. Un método práctico consiste en retirar del lugar de trabajo aquellos elementos que no se vayan a utilizar en los próximos 30 días. Así, podemos ver, que en el trabajo diario sólo se necesita un número pequeño de los diferentes elementos existentes en el lugar de trabajo (gemba), el cual está lleno de máquinas sin uso, cribas, moldes y herramientas, productos defectuosos, trabajo en proceso, materias primas, suministros y partes, repuestos, anaqueles, contenedores, escritorios, bancos de trabajo, archivos de documentos, estantes, tarimas, formularios, entre otros.

Poner en práctica el *seiri* implica otorgar poder a los empleados y obreros (empowerment) para que ellos determinen cuales son aquellos elementos o componentes necesarios siguiendo los principios generales dictados por la dirección.

En las empresas que no practican la disciplina de las 5 S, el caos que rodea a sus empleados absorbe sus energías. En noventa por ciento del tiempo viven en medio del desorden aunque este no sea visible. El liberarse del caos otorga la suficiente energía y claridad para producir más y mejores ideas.

La eliminación de elementos innecesarios deja espacio libre, lo que incrementa la flexibilidad en el uso del área de trabajo porque una vez descartados dichos elementos sólo queda lo que se necesita. Clasificar permite:

1. Liberar espacio útil en planta y oficinas
2. Reducir los tiempos de acceso al material, documentos, herramientas y otros elementos
3. Mejorar el control visual de inventarios de repuesto y elementos de producción, carpetas con información, planos, etc.
4. Eliminar las pérdidas de productos o elementos que se deterioran por permanecer un largo tiempo expuesto en un ambiente no adecuado para ellos; por ejemplo, material de empaque, etiquetas, envases plásticos, cajas de cartón y otros.
5. Facilitar control visual de las materias primas que se van agotando y que requieren para un proceso en un turno, etc.
6. Preparar las áreas de trabajo para el desarrollo de acciones de mantenimiento autónomo ya que se puede apreciar con facilidad los escapes, fugas y contaminaciones existentes en los equipos y que frecuentemente quedan ocultas por los elementos innecesarios que se encuentran cerca de los equipos

Seiton (Orden). Esto significa tener las cosas en el lugar adecuado o a disposición adecuada si serán utilizadas de inmediato. Es un buen camino para eliminar búsquedas inadecuadas suministrando a cada cosa un lugar conveniente, seguro y ordenado y mantener cada cosa en ese mismo lugar. Clasificar los diversos elementos por su uso y disponerlos como corresponde para minimizar el tiempo de búsqueda y el esfuerzo, requiere que cada elemento disponga de una ubicación, un nombre y un volumen designados. Debe especificarse no sólo la ubicación, sino también el número máximo de elementos que se permite en ese lugar de trabajo (gemba).

Los elementos que queden en el lugar de trabajo deben colocarse en el área designada. Cada pared debe estar numerada utilizando nombres como por ejemplo Pared A-1 y Pared B-2. La colocación de las diversas herramientas, suministros y trabajos en procesos deben estar ubicadas de acuerdo a las

señales o marcas especiales. Las marcas en el piso o en las estaciones de trabajo indican las ubicaciones apropiadas para el trabajo en proceso, herramientas, etc. Al pintar un rectángulo en el piso para delinear el área para las cajas que contienen trabajo en proceso, por ejemplo, se crea un espacio suficiente para almacenar el volumen máximo de elementos. Al mismo tiempo, cualquier desviación del número de cajas señalado se hace evidente instantáneamente. Las herramientas deben colocarse al alcance de la mano y deben ser fáciles de recoger y regresar a su sitio. Sus siluetas podrían pintarse en la superficie donde se supone que deben almacenarse. Esto facilita saber cuándo se encuentran en uso.

El pasillo también debe señalizarse claramente con pintura, al igual que otros espacios designados para suministros y trabajo en proceso, siendo el destino del pasillo el de transito no debiendo dejarse nada allí.

Esta fase del 5´s (housekeeping) esta íntimamente relacionada con el poka-yoke (método de prevención de fallas o errores), así pues la colocación de los objetos en sus respectivos lugares implicará poder encontrar los mismos con facilidad, evitar su extravío, e impedir posibles accidentes.

Es muy común en áreas administrativas el extravío de documentación, contratos y otro tipo de documentación por falta del debido ordenamiento, lo cual trae aparejado importante pérdida de tiempo, como también la ausencia de documentación de importancia en momentos claves, y la mala imagen que queda de la empresa ante los ojos de clientes internos o externos.

Seiso (Limpieza). Significa limpiar el entorno de trabajo, incluidas máquinas y herramientas, lo mismo que pisos, paredes y otras áreas del lugar de trabajo. También se la considera como una actividad fundamental a los efectos de verificar. Un operador que limpia una máquina puede descubrir muchos defectos de funcionamiento; por tal razón es fundamental a los efectos del mantenimiento

de máquinas e instalaciones. Cuando la máquina está cubierta de aceite, suciedad y polvo, es difícil identificar cualquier problema que se pueda estar formando. Así pues mientras se procede a la limpieza de la máquina podemos detectar con facilidad la fuga de aceite, una grieta que se esté formando en la cubierta, o tuercas y tornillos flojos. Una vez reconocidos estos problemas, pueden solucionarse con facilidad.

La labor de limpieza con un espacio físico reluciente es una importante fuente de motivación para los empleados.

Pero cuando de limpieza se trata no menos importancia tiene la limpieza del aire, fundamental para el personal, como para clientes, funcionamiento de máquinas, calidad de los productos, descomposición de materiales entre muchos otros. Cantidades no controladas de polvo y otras impurezas en la atmósfera pueden volverla insalubre y aun peligrosa. El aire respirable en los edificios resulta seriamente afectado por las funciones corporales y las actividades de sus ocupantes; ocurren concentraciones de dióxido de carbono y vapor de agua debido a la exhalación del aire de los pulmones impregnado siempre de bacterias cuyo origen es la propia respiración ó debido a estornudos y tos. El organismo despide impurezas orgánicas según el grado de limpieza habitual de cada persona. Si además se fuma o hay llamas al descubierto, obviamente el producto de la combustión causará mayor contaminación. Ésta aumenta considerablemente cuando por algún proceso industrial, se produzcan humos, gases o polvo. Por todo ello es fundamental evitar la difusión de componentes que produzcan el enrarecimiento del aire pero además contar con sistemas de aireación propicios.

Es un hecho que solamente los empresarios de gran visión hacia el futuro comprendieron que al instalarse sistemas adecuados de ventilación no sólo se lograba mayor comodidad para los trabajadores, sino muchos otros beneficios recíprocos. Es indudable que al proporcionar mejores condiciones se obtienen

dividendos cuyos resultados son satisfactorios para el personal y por tanto, suele lograrse un incremento notable en la productividad.

Seiketsu (Estandarización). Este término significa mantener la limpieza del personal por medio del uso de ropa de trabajo adecuada y equipo de seguridad, así como mantener un entorno de trabajo saludable y limpio.

Para la mejor protección en lo relativo a este elemento se requiere adoptar las siguientes precauciones: a) *Orden y limpieza adecuados*. La importancia de un ambiente limpio y seguro no puede dejarse a un lado. Si una persona está trabajando en un ambiente sucio y descuidado puede pensarse que no tiene mucho cuidado en su higiene personal. b) *Consulta y prevención*. El modo más sencillo de tener limpieza es hacer que los obreros participen en juntas o charlas sobre trabajo en comités de seguridad o círculos de control de calidad, a los efectos tanto de conocer tanto los riesgos como de adoptar planes preventivos y c) *Equipo de protección*. Guantes, mascarillas y delantales, contribuyen mucho a reducir el contacto y son muy útiles contra los riesgos físicos y mecánicos de la piel; pero el mejor equipo de protección es inútil si no se mantiene limpio. Para personas que están expuestas a irritantes de la piel que tienen antecedentes de riesgos de inflamación debe haber provisiones de crema apropiada para el trabajo. Selección, protección, higiene personal esmerada, buena limpieza en la fábrica y un buen programa de educación continua son medidas muy útiles para eliminar los casos de enfermedades de la piel en cualquier industria.

La gerencia debe diseñar sistemas y procedimientos que aseguren la continuidad de seiri, seiton y seiso; lo cual es el otro significado del seiketsu (estandarizar).

Si las máquinas e instalaciones son importantes no lo es menos el trabajador, el ser humano que día a día agrega valor en los procesos productivos. Por tal motivo el implantar descansos y ejercicios físicos livianos son fundamentales

pues el tiempo que en ello se utiliza se ve compensado con creces al disminuir las ausencias por enfermedades, evitar el agotamiento físico y los accidentes, mejorando los aspectos generales tanto de la locomoción como mentales de manera tal de aumentar sensiblemente los niveles de productividad. De igual forma es cuidado de la vista tanto con buenos sistemas de iluminación, protectores especiales en monitores, y aún la existencia de gotas especiales para el descanso visual en los lugares de trabajo resultan fundamentales tanto en los talleres como en las áreas administrativas.

Shitsuke (Disciplina). Esto significa en términos generales el entrenamiento y habilidad para hacer lo que se requiere aún y cuando esto sea difícil, traduciendo esto en la búsqueda de evitar que se rompan los procedimientos ya establecidos. Solo si se implanta la disciplina y el cumplimiento de las normas y procedimientos ya adoptados se podrá disfrutar de los beneficios que ellos brindan. La disciplina es el canal entre las 5'S y el mejoramiento continuo; implica: control periódico, visitas sorpresa, autocontrol de los empleados, respeto por sí mismo y por los demás, así como mejor calidad de vida laboral, además:

1. El respeto de las normas y estándares establecidos para conservar el sitio de trabajo en buen estado
2. Realizar un control personal y el respeto por las normas que regulan el funcionamiento de una organización
3. Promover el hábito de autocontrolar o reflexionar sobre el nivel de cumplimiento de las normas establecidas
4. Comprender la importancia del respeto por los demás y por las normas en las que el trabajador seguramente ha participado directa o indirectamente en su elaboración
5. Mejorar el respeto de su propio ser y de los demás

La disciplina en una organización tiene diversos beneficios, entre los cuales están:

1. Se crea una cultura de sensibilidad, respeto y cuidado de los recursos de la empresa
2. La disciplina es una forma de cambiar hábitos
3. Se siguen los estándares establecidos y existe una mayor sensibilización y respeto entre personas
4. La moral en el trabajo se incrementa
5. El cliente se sentirá más satisfecho ya que los niveles de calidad serán superiores debido a que se han respetado íntegramente los procedimientos y normas establecidas
6. El sitio de trabajo será un lugar donde realmente sea atractivo llegara cada día

Las 5'S pueden considerarse como una filosofía, una forma de vida en nuestro trabajo diario. La esencia de las 5'S es seguir lo que se ha acordado, en este punto entra el tema de que tan fácil resulta la implantación de las 5'S en una organización; implantarlo implica quebrar la tendencia a la acumulación de elementos innecesarios al no realizar una limpieza continua y a no mantener en su debido orden los elementos y componentes. También implica cumplir con los principios de higiene y cuidados personales. Vencida la resistencia al cambio por medio de la información la capacitación y brindándole los elementos necesarios, se hace fundamental la autodisciplina para mantener y mejorar día a día el nuevo orden establecido. (LEFCOVICH, 2002).

2.5 ADMINISTRACION DE LA CALIDAD TOTAL (TQM)

La calidad se puede definir como "la propiedad o conjunto de propiedades inherentes a una cosa, que permiten apreciarla como igual, mejor o peor que las restantes de una especie" (GARCIA, 2005). En los últimos años, se ha estado dando una revolución de calidad tanto en el sector público como en el privado. El término generalmente utilizado para describir esta revolución es el de

“Administración de la Calidad Total” o ACT (sus siglas en ingles son TQM). Esta revolución fue inspirada por un pequeño grupo de expertos de calidad, siendo W. Edwards Deming el más destacado, quien en 1950, fue a Japón para asesorar a directivos japoneses en como mejorar su eficacia en la producción. Según Deming, una organización bien administrada es aquella en la que el control estadístico reduce variabilidad y da como resultado una calidad uniforme y una cantidad previsible de productos terminados.

La administración de la calidad total, es una filosofía de administración que es impulsada para la mejora continua y que responde a las necesidades y expectativas del cliente. Sin embargo, es importante señalar el término de cliente en el TQM el cual va más allá de la definición tradicional ya que incluye a cualquiera que interactúa con el producto o servicio de la organización de manera interna o externa. Así, la administración de la calidad total comprende tanto a empleados y proveedores, como a personas que adquieren los bienes o servicios de la organización. El objetivo es crear una organización comprometida con la mejora continua para poder lograr el aseguramiento de calidad en la empresa; esto se puede lograr si se lleva la implementación del ciclo de Deming, el cual se muestra a continuación.

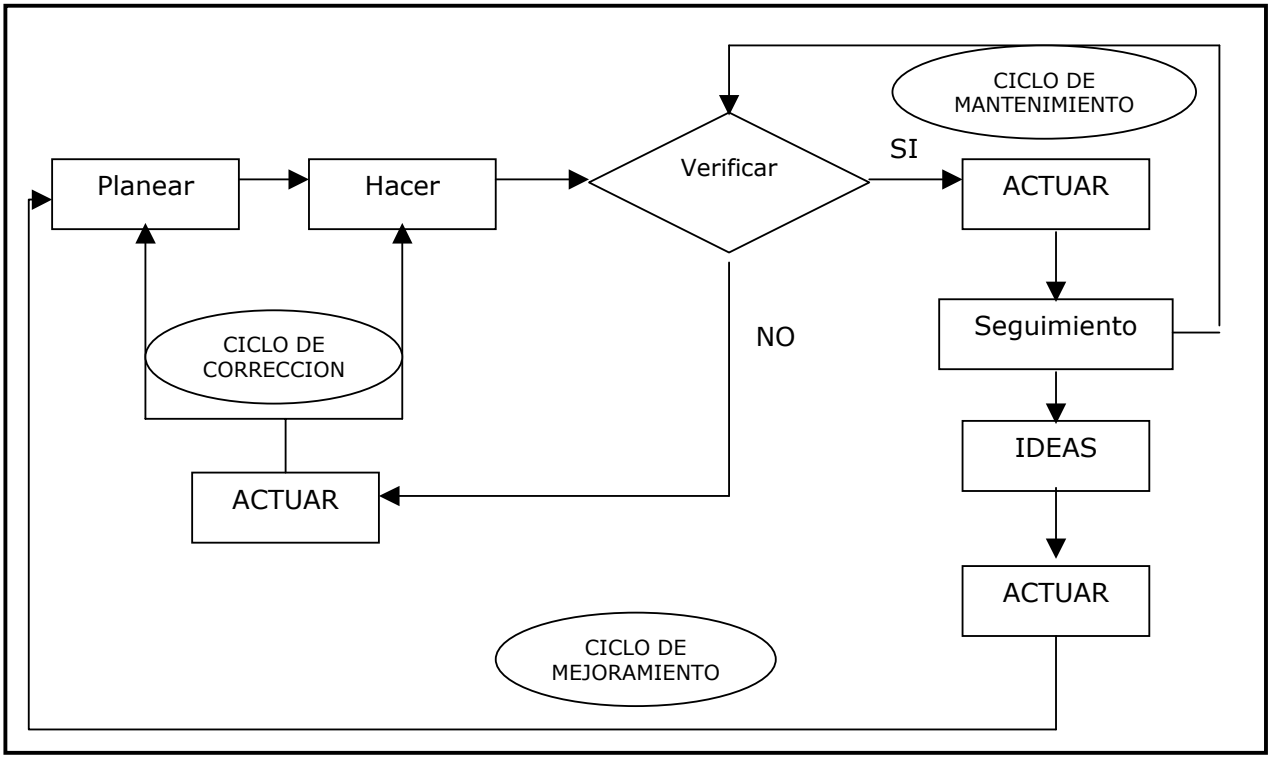

Figura 2.1. CICLO DE DEMING (GARCIA, 2005)

La administración de la Calidad Total, tiene ciertos principios básicos, los cuales son:

1. Implica el término calidad en todas las funciones de la empresa.
2. Es un proceso de principio a fin, donde se integran todas las funciones relacionadas entre sí en todos los niveles.
3. Tiene un enfoque sistémico que involucra todas las etapas de la organización que intervienen en el ciclo de vida de un proceso.
4. En el aspecto administrativo se integran: la estrategia enfocada al cliente, los instrumentos de calidad, y la participación del empleado. (GARCIA, 2005).

La administración de la calidad total representa un punto contrario al de los teóricos anteriores de la administración quienes creían que los bajos costos eran el único camino para incrementar la productividad. Un ejemplo clásico de lo que

puede salir mal cuando la atención se enfoca ala reducción de costos es la industria automovilística estadounidense ya que a finales de la década de los setenta, empresas como General Motors, Ford y Chrysler construyeron productos que muchos consumidores rechazaron. Más aun, cuando se sumaron los costos de los rechazos reparar lo trabajos mal hechos, regresar productos a la fábrica y controles costosos para identificar los problemas de calidad fueron sumados, los fabricantes estadounidenses en realidad eran menos productivos que muchos de sus competidores extranjeros. Los japoneses demostraron que era posible que los fabricantes de la más alta calidad también fueran los productores con los costos más bajos. Los fabricantes estadounidenses de la industria automovilística y otras, pronto reconocieron la importancia de la administración de la calidad total y adoptaron muchos de los elementos básicos como los grupos de control de calidad, el mejoramiento de los procesos, el trabajo en equipo, las mejores relaciones con proveedores y la atención de las necesidades y deseos de los consumidores.

La administración de la calidad total tiene diversas características, las cuales son descritas a continuación:

1. ***Enfoque centrado al cliente.*** El cliente incluye no solo a personas externas que adquieran los productos y servicios, sino clientes internos (como el personal de la empresa) que interactúan y sirven a otros dentro de la organización.
2. ***Preocupación por la mejora continua.*** La administración de la calidad total es el compromiso de nunca estar satisfechos. La calidad siempre puede mejorarse.
3. ***Mejorar la calidad en todo lo que la organización hace.*** Se emplea una definición muy amplia de la calidad, que no solo se relaciona con el producto final, sino con la forma que la organización maneja entregas, con que rapidez responde a una queja, con cuanta cortesía se contestan los teléfonos, entre otras.

4. ***Medición exacta.*** Se utilizan técnicas estadísticas para medir cada variable crítica en las operaciones de la organización, que son comparadas con estándares a fin de investigar los problemas y eliminar las causas.
5. ***Delegación de autoridad a los empleados.*** La administración de la calidad total incluye al personal de la línea en el proceso de mejoras. Los equipos son utilizados como vehículos de delegación de autoridad para encontrar y solucionar problemas

2.6 REINGENIERIA DE PROCESOS

La reingeniería constituye una recreación y configuración de las actividades y procesos de una empresa la cual implica volver a crear y configurar de manera radical el o los sistemas de la compañía a los efectos de lograr incrementos significativos y en un corto período de tiempo en manera de rentabilidad, productividad, tiempo de respuesta y calidad, lo cual implica la obtención de ventajas competitivas. La reingeniería se debe conceptuar antes de todo como una rotura o cambio de los paradigmas vigentes en la empresa. Es por ello que la recreación implica el volver a crear los procesos a la luz de nuevas ideas, técnicas, metodologías y descubrimientos científicos.

El término configurar significa disponer de las partes que componen un cuerpo y le dan su peculiar forma, por lo tanto la reconfiguración es volver a disponer de las partes de una nueva y peculiar forma. El hecho de que dichos cambios sean de carácter radical se debe a que se tiende a olvidar los viejos conceptos reemplazándolos por nuevas y revolucionadas ideas.

En cuanto a los procesos se definen como una sucesión de acciones continuas y regulares que ocurren o se llevan a cabo de una forma definida y que llevan al cumplimiento de algún resultado.

Posteriormente tenemos en la definición el concepto de sistema, el cual se define como un conjunto de elementos o componentes interrelacionados y que interactúan entre sí, los cuales conforman un todo unificado. Se hace hincapié en los sistemas debido a la necesidad imperiosa de reenfocar la gestión de las empresas como un sistema con partes interrelacionadas en contraposición al tradicional enfoque funcional.

Por último tenemos que el objetivo es lograr incrementos significativos a corto plazo, en contraposición a incrementos acumulativos propios de los sistemas de mejora continua, los cuales si bien generan incrementos de magnitud requieren de una mayor cantidad de tiempo.

La reingeniería debe ser concebida como una recreación de los procesos haciendo uso o no para ello de la informática o la robótica ó cualquier otro medio tecnológico. El uso de éstos medios se hará dependiendo tanto de su necesidad como de las restricciones económicas.

En el proceso de reingeniería deben contemplarse los procesos para llegar a la esencia de los mismos en lugar de quedarse tan solo en sus formas. Esto se logra captando la esencia y contenido de las actividades y procesos para poder reconocer que tan críticos y fundamentales resultan para mejorar el desempeño de la empresa.

La reingeniería debe ser considerada como un medio para generar y aprovechar las fortalezas internas de la empresa y eliminar o superar sus debilidades, tratando de sacar provecho además de las oportunidades externas y protegiéndose o sacando partido de sus amenazas.

En este proceso de recreación y reconfiguración se debe trabajar con los límites en lugar de hacerlo dentro de ellos. Esto implica ver los problemas y posibles soluciones desde una nueva perspectiva no limitándose para ello a las reglas y conceptos existentes, sino creando nuevas reglas y conceptos que le permitan obtener una ventaja competitiva.

Para lograr los efectos de mejorar radicalmente los procesos y actividades de la empresa en el momento de efectuar la reingeniería se deberán tener en cuenta los siguientes aspectos fundamentales:

1. Poner en la creatividad y no en la tecnología la base para generar los cambios.
2. Poner en la creatividad y no en la tecnología la base para generar los cambios.
3. Utilizar dicha creatividad con el objetivo de simplificar los procesos.
4. Cuestionar los paradigmas existentes, verificando su correspondencia y utilidad para el presente y futuro de la corporación.
5. Hacer uso de la tecnología de la manera más creativa y eficaz.
6. Adoptar un enfoque en procesos en contraposición a los enfoques funcionales.
7. Concentrar la atención en el enriquecimiento de las actividades y procesos generados de valor agregado para los clientes finales, reduciendo y eliminando aquellas que no lo generen.

CAPÍTULO 3. MODELO DE ESTUDIO

INTRODUCCIÓN

Es común que en todos los procesos de producción existen actividades que se retracen o sufran desencadenamientos con las siguientes, por lo tanto no son productivas y que no generen valor al proceso sin embargo, en todos los procesos se busca la manera de que sea terminado en el tiempo esperado o con pocos retrasos. En muchas ocasiones todos estos retrasos son originados por la variabilidad de la mano de obra que realiza el proceso, a pesar de esto, es posible disminuir o eliminar esta variabilidad y retrasos mediante técnicas y procedimientos que permiten detectar las causas que originan dichas actividades improductivas así como la implementación de mejoras para evitar que se repitan.

3.1 MEJORAMIENTO DE LA PRODUCTIVIDAD

Si tomamos en cuenta los factores que afectan negativamente la productividad se deben tomar medidas correctivas que nos conduzcan a solucionar los problemas identificados. Para poder realizar la medición de la productividad se utilizará el ciclo de mejoramiento de productividad el cual se describe en la siguiente figura:

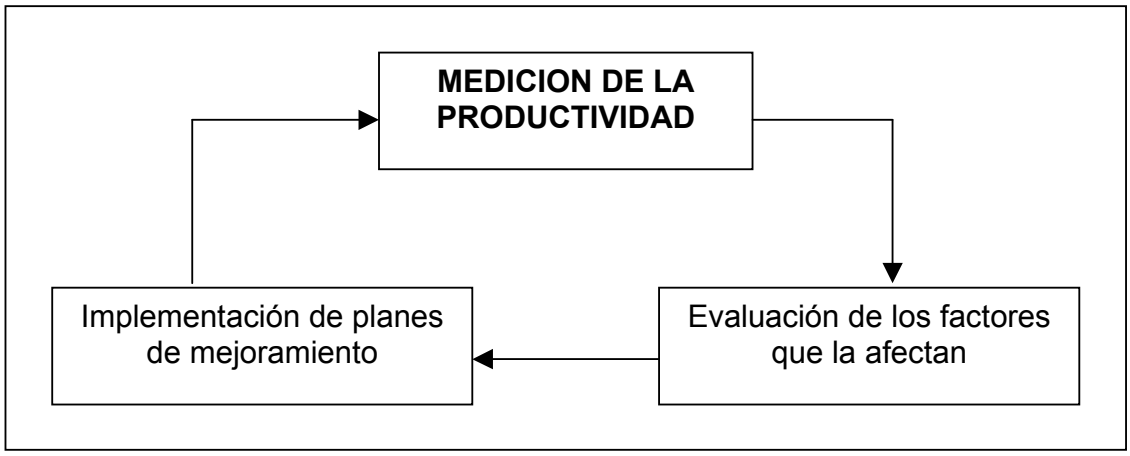

Figura 3.1 Ciclo de mejoramiento de la productividad (BOTERO, ALVAREZ, 2004)

Para poder implementar las distintas etapas del ciclo, es necesaria la realización de diferentes actividades, las cuales se describen a continuación:

3.1.1 Medición de la productividad

Para poder medir la productividad de cualquier proceso primero es necesario tener el conocimiento del mismo. Por lo tanto, describirá el proceso en forma esquemática con un diagrama de flujo para así tener presentes todas las actividades que son realizadas dentro del mismo ya sean actividades principales o que generen valor como actividades innecesarias y actividades contribuyentes. Luego de tener el conocimiento del flujo es necesaria la toma de datos para luego poder realizar su análisis. Para estas actividades se utilizan diferentes formatos que son diseñados para ese fin estos formatos son conocidos como formularios de muestreo general del trabajo. En este estudio se utilizará el siguiente formato para la recolección de datos:

Lugar	Actividad	Unidad de produccion	Tiempo de muestreo
			min
# Trabajadores	Periodo observado	Total hrs muestra	Realizado por

PERSONAL	No. De Muestra														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1															
2															
3															
4															
5															
6															
7															
8															
9															
10															

PERSONAL	No. De Muestra														
	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
1															
2															
3															
4															
5															
6															
7															
8															
9															
10															

TIPO DE TRABAJO	
1	Productivo
2	Espera de materiales
3	Transporte de materiales
4	Espera informacion
5	Espera espacio de trabajo
6	Mediciones
7	Limpieza
8	Descansando
9	Platicando
10	En el bano

Tabla 3.1 Tabla de Muestreo del Trabajo (GARCIA, 2004)

Con este formato se dividirán las actividades realizadas, en cualquiera de las 10 categorías descritas bajo la tabla del muestreo, y se asignará a la persona que lo haya realizado. El tiempo de cada muestra será de 2 minutos, en los cuales se realizarán observaciones al personal de trabajo para determinar las actividades que están realizando en ese momento. Luego de recolectar todos los datos, se procede a determinar si las actividades realizadas con consideradas como actividades que generen valor, o como pérdidas o actividades que no generen valor al proceso.

3.1.2 Identificación de Pérdidas

Actualmente, se ha desarrollado una tendencia en la producción manufacturera cuyo enfoque basado en una nueva filosofía de producción denominada Producción Ajustada (Lean Production) enfatiza en la importancia de los principios teóricos del proceso de producción. De acuerdo a esta orientación, el proceso de producción es en esencia el flujo de materiales y de información hacia el producto final. En este flujo los materiales son procesados, se inspeccionan, están en espera y se transportan. Los procesos representan las conversiones en la producción mientras que inspecciones, esperas y transportes representan los flujos dentro de la misma.

Podemos establecer entonces de acuerdo a la Producción Ajustada que el proceso productivo se compone de conversiones y flujos, a diferencia del sistema tradicional de producción donde sólo se consideran las primeras.

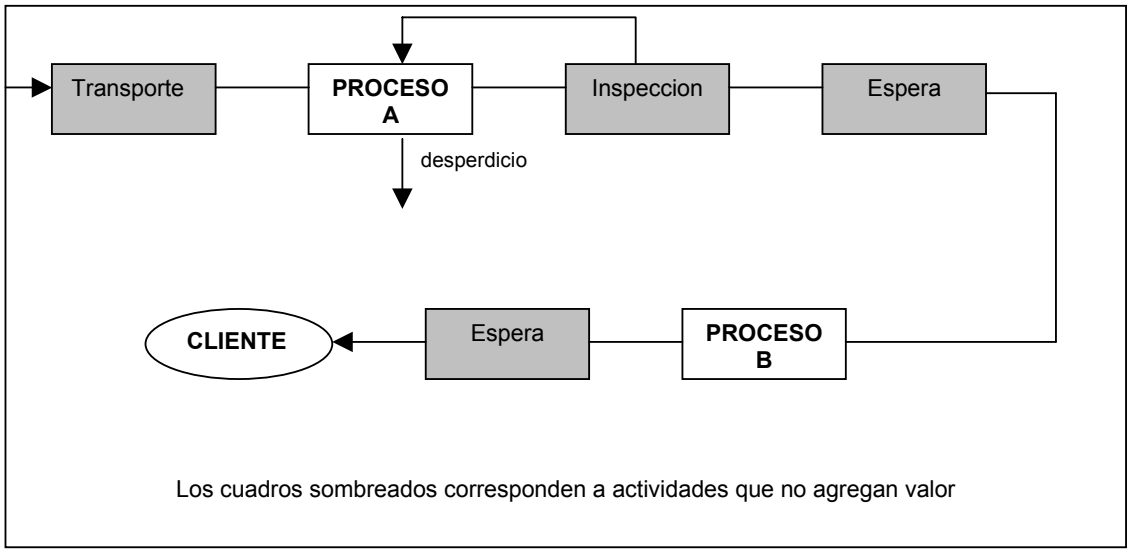

Figura 3.2 Proceso basado en Producción Ajustada (BOTERO, ÁLVAREZ, 2004)

Denominamos conversiones a todas las actividades de transformación que convierten los materiales y la información en productos pensando en los

requerimientos del cliente, por lo tanto en el proceso de producción son las actividades que agregan valor.

Pérdidas por el contrario se consideran a todas las actividades que no agregan valor pero que consumen tiempo, recursos y espacio generando costos en el proceso de producción (actividades de flujos).

Los recursos (personas, maquinas, materiales) en cada proceso agregan o no agregan valor. Desperdicio hace referencia a cualquier actividad que no agregue valor y estos se pueden clasificar en diversas categorías:

1. ***Sobreproducción.*** Es el producto de una mentalidad preocupada por las fallas en maquinas, productos defectuosos y ausentismos, entre otros, viéndose de tal forma obligado a producir mas de lo necesario simplemente para tener un nivel mínimo de seguridad. Superar las razones que motivan esas inseguridades dará lugar tanto a una menor sobreproducción como a menores niveles y espacios para inventario reduciendo de tal manera en gran medida los niveles de desperdicios.
2. ***Inventario.*** Los productos terminados, semiterminados, repuestos y suministros que se mantienen en inventario no agregan valor alguno. Por el contrario, aumentan el costo de operaciones porque ocupan espacio y requieren equipos e instalaciones adicionales tales como bodegas, elevadores de cargas, entre otras. Además una bodega requiere de recursos humanos adicionales para labores de operación y administración. Mientras el exceso de productos permanece en inventario no se agrega ningún valor y su calidad se deteriora con el transcurso del tiempo. El inventario es en gran medida el resultado de una sobreproducción.
3. ***Reparaciones o retrabajos.*** El rechazo de los productos defectuosos interrumpe la producción y requiere una costosa repetición del trabajo.

Muchos de los productos defectuosos frecuentemente deben descartarse, lo que implica importantes pérdidas de recursos.

4. ***Movimiento.*** Cualquier movimiento del cuerpo de una persona que no se relacione directamente con la adición de valor es improductivo. Para identificar este tipo de desperdicio es necesario observar muy cuidadosamente la forma en la que los operadores usan sus manos y piernas. Luego se necesita redistribuir la colocación de las partes y desarrollar herramientas y soportes apropiados.
5. ***Procesamiento.*** La tecnología o el diseño suelen ser muchas veces incompatibles con un nivel aceptable de eficiencia. Así, un acceso indebidamente distante o un exceso en el procesamiento de la maquina, constituyen ejemplos claros de desperdicio de procesamiento que se pueden evitar. En muchos casos también el desperdicio es producto de la falta de sincronización de los procesos.
6. ***Espera.*** Este desperdicio se presenta cuando las manos del operador están inactivas; cuando el trabajo de un operador se detiene debido a desbalances en la línea, falta de partes de recambio o tiempo de no trabajo y operación de las maquinas; o cuando simplemente el operador supervisa una maquina mientras esta realiza un trabajo que agrega valor. También tenemos una gran cantidad de desperdicio en la forma de los segundos o minutos que el operador emplea esperando que llegue la siguiente pieza de trabajo. Durante este intervalo, el operador esta observando la maquina.
7. ***Transporte.*** El transporte es parte esencial de las operaciones, pero el movimiento de materiales o productos no agregan valor. Lo que es peor aun, con frecuencia ocurren daños durante el transporte.
8. ***Medición.*** En cualquier proceso de construcción es necesario y muy importante hacer mediciones para saber con exactitud el material requerido para cada producto, el lugar exacto donde será construido, las cantidades de recursos necesarios, y así evitar los desperdicios por excesos de materiales. A pesar de ser una actividad que no agregue

valor propiamente, es una actividad que no se puede eliminar, por lo que se debe buscar la manera de hacerla de la manera más óptima y eficaz.

9. ***Limpieza.*** Para poder realizar cualquier tipo de trabajo es necesario contar con un lugar ordenado y limpio por lo que se vuelve una actividad muy importante para la producción de cualquier producto. Es una actividad que se debería realizar al finalizar cualquier actividad, dejando limpio el lugar y las herramientas utilizadas, para que cuando sean necesario volverlas a utilizar no se tenga que realizar la limpieza nuevamente.

3.1.3 Evaluación del Desempeño del Proceso

La medición del desempeño actual del sistema de producción se convierte en punto de partida en la implementación de cualquier sistema de mejoramiento. La identificación de pérdidas a través de sencillas técnicas como muestreo de trabajo, encuestas de demoras y cartas de balance de cuadrillas han sido utilizadas como medida indirecta de la productividad ya que se asume que al identificar las categorías y causas de las pérdidas en la construcción y reducirlas, se incrementa la productividad. (ALARCON, 1993).

La herramienta de muestreo de trabajo consiste en numerosas observaciones cortas de la labor de los operarios en su sitio de trabajo y categoriza en tres grupos principales el trabajo realizado por los obreros. Se requiere un mínimo de 384 observaciones para ser consideradas estadísticamente válidas con un margen de error del 5% y una confiabilidad del 95%. Dichas categorías son las siguientes:

. Trabajo productivo (TP): Esta definido como el tiempo empleado por el trabajador en la producción de alguna unidad de construcción. Un ejemplo de trabajo productivo es la colocación de la armadura de refuerzo y el vaciado del

concreto en algún elemento estructural, vaciar los insumos en la mezcladora, etc.

. **Trabajo contributivo (TC)**: Es el tiempo que emplea el trabajador realizando labores de apoyo necesarias para que se ejecuten las actividades productivas, como limpieza de superficies y encofrados, mediciones previas y de inspección, transportes de materiales, armado de plataformas y andamios para trabajo en altura y seguridad industrial, etc.

. **Trabajo no contributivo (TNC)**: Se define como cualquier otra actividad realizada por los obreros y que no se clasifica en las anteriores categorías, por lo tanto se consideran pérdidas. Ejemplos de esta categoría son los tiempos dedicados a esperas, tiempo ocioso, reprocesos, descansos, etc.

Una vez recolectados los datos se irán descargando en tablas para poder determinar su desempeño de la productividad y con esto realizar un análisis de sensibilidad de las actividades y poder determinar cuales son las actividades que mayor impacto tienen en el proceso tanto su impacto positivo como su impacto negativo. La tabla que se utilizará para medir la productividad será la siguiente:

Lugar	Actividad	Unidad de produccion	Tiempo de muestreo
# Trabajadores	Periodo observado	Total hrs muestra	Realizado por

PERSONAL	Tiempo productivo	TIPO DE PERDIDAS											Observacions no validas	Total de observaciones
		Falta de materiales	Platicando	Necesidades fisiologicas	Transporte de materiales	En espera de herramientas	En espera de lugar de trabajo							
TOTALES														
TOTAL DE MIN OBSERVADOS														
UNIDADES PRODUCIDAS														
RENDIMIENTO OBSERVADO	/HH													
RENDIMIENTO SIN RETRASOS	/HH													
PRODUCTIVIDAD														

Tabla 3.2 Medición de la Productividad (GARCIA, 2004)

3.1.4 Implementación de Planes de Mejoramiento

Obteniendo los datos de la evaluación se analizarán todas las actividades para poder determinar cuales son las que generan valor al proceso así como las que contribuyen a generar valor y las que no contribuyen. Una vez que se hayan dividido las actividades por categorías de trabajo se analizaran las causas de todas las pérdidas identificadas para realizar las mejoras necesarias y con esto buscar que no se recurra en las mismas pérdidas.

Es importante analizar las causas de las pérdidas ya que, según la Administración de la Calidad Total, con esto se conocerá los orígenes de las mismas en los procesos se puede evitar la reincidencia en futuros procesos y por lo tanto se puede mantener un nivel de productividad alto y competitivo.

Para poder analizar estos datos se puede utilizar diversas herramientas de la Calidad Total tales como: Diagramas de causa efecto y gráficos de pie y de barras. Lo primero que se realizará será obtener las gráficas de pie para dividir los trabajos y poder tener una visión de las actividades que no generen valor que ocurran con mayor frecuencia y así poder enfocarse a estas que tienen mayor impacto en el proceso para realizar las propuestas de mejora. Los diagramas de pie nos servirán para ver que porcentaje aplica para cada actividad como se muestra en la siguiente figura:

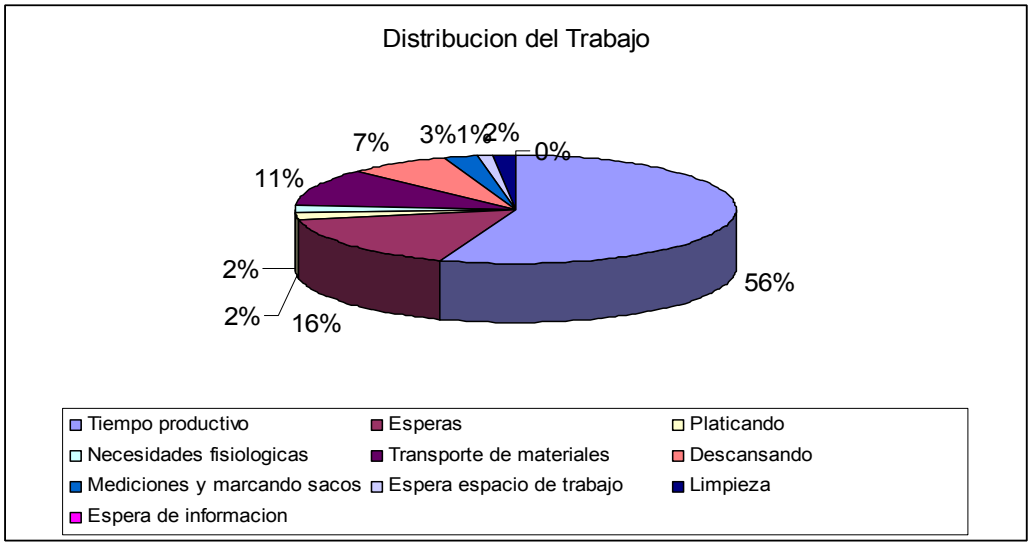

Figura 3.3 Diagrama de Pie

Luego de ver la distribución de las actividades por su porcentaje de incidencia se realizarán los diagramas de Pareto, esto con el fin de aplicar la Regla 80/20 y ver en que actividades que no generan valor hay que concentrarse en la propuesta de mejora como se puede ver en la siguiente figura:

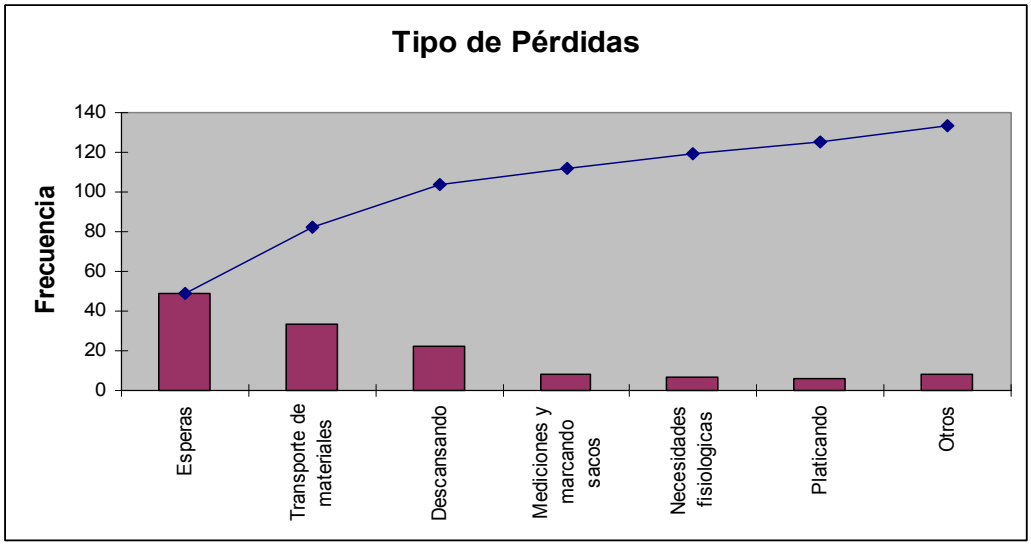

Figura 3.4 Diagrama de Pareto

Por último, ya que se tienen divididas las actividades que no generan valor por su nivel de incidencia (frecuencia) se buscarán las causas de este tipo de actividades. Para realizar esto nos apoyaremos en el diagrama de causa efecto, que se describe en la siguiente figura:

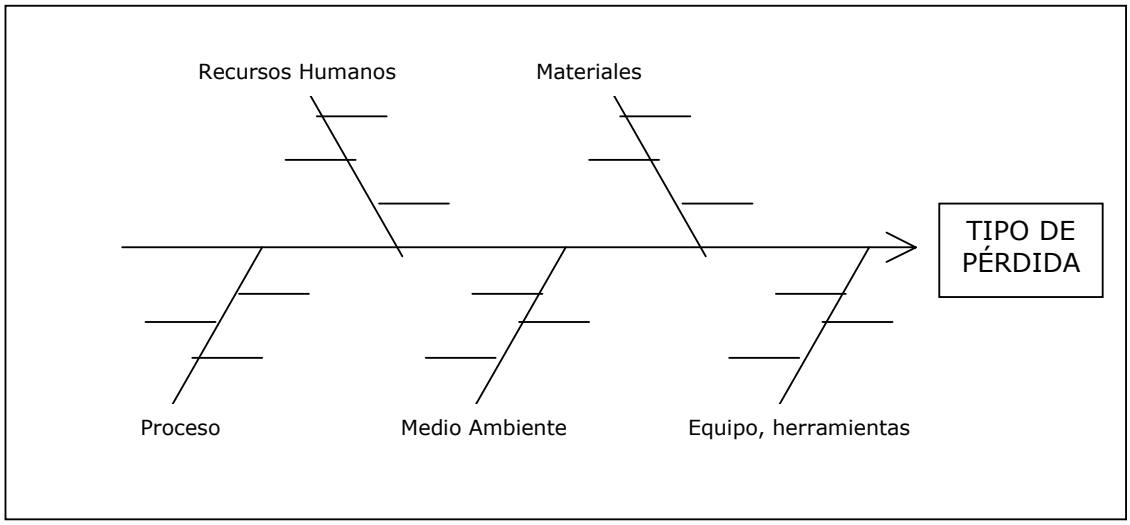

Figura 3.5 Diagrama Causa-Efecto (GARCIA, 2005)

Luego de tener las causas de las pérdidas se podrá realizar la propuesta de mejora que consistirá en definir que hacer con cada una de las causas que

generan las pérdidas, quien será el encargado de realizar la mejora y el momento en la cual se deberá realizar.

Una vez que ya se tenga la propuesta de mejora para el proceso se esquematizará el nuevo flujo del proceso el cuál evitará lo mas posible las actividades que generen retrasos y que no sean productivas y así con esto poder tener un flujo continuo del proceso evitando todos los “cuellos de botella” que se generaban anteriormente.

CAPÍTULO 4. APLICACIÓN DE MODELO BASADO EN LA FILOSOFÍA LEAN PRODUCTION

OBJETIVO

Realizar un estudio de la productividad para determinar las causas que afectan negativamente el proceso de producción y así poder buscar medidas correctivas que nos conduzcan a solucionar los problemas encontrados.

4.1 DESCRIPCION DEL LUGAR DE APLICACIÓN

El lugar en el cual se realizo el estudio es una planta de producción de adhesivos, recubrimientos, empastados y productos parecidos, ubicada en la ciudad de Guatemala, Guatemala. Todo su proceso de producción es realizado por personas, por lo que se generan muchos tiempos muertos y desperdicios los cuales son considerados como pérdidas.

La planta cuenta con dos máquinas mezcladoras con una capacidad de 750 kg y 1500 kg respectivamente las cuales mezclan los materiales o insumos para que luego de 10 a 12 minutos que dura la mezcla se obtenga el producto terminado el cual es depositado en sacos ya sea de 20 kg o 40 kg. También cuenta con una máquina revolvedora la cual se utiliza para realizar producto que será almacenado en los sacos de 10 kg. Para realizar todos estos productos se utilizan 12 personas, tres se dedican a depositar los materiales en la mezcladora; cuatro a llenar los sacos con los productos que salen de las

mezcladoras, dos más a mezclar y llenar sacos de los productos en la revolvedora, y por último dos se encuentran en los cargadores transportando materiales, y uno más que ayuda a los cargadores. Entre todas las actividades que realizan, se tienen muchos tiempos muertos que hacen que la producción de los productos no sea la optima.

4.2 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO

El estudio realizado fue hecho sobre el proceso de producción de adhesivos, recubrimientos, empastados, entre otros. Para todos estos diferentes productos, su proceso de producción es el mismo, por lo tanto se describirán, a continuación, las actividades involucradas en todo el proceso de producción:

1. ***Necesidad del cliente o del mercado.*** Todo el proceso inicia con la necesidad de algún cliente de adquirir el producto, o que el mismo mercado este exigiendo la producción de alguno de estos productos realizados.
2. ***Capturar pedidos del cliente.*** Las personas encargadas en la planta de recibir las llamadas de los clientes o los encargados de ventas, capturan la información de los productos necesarios a realizar. Entre esta información se encuentra la descripción del producto, la cantidad, el lugar a entregar, el tiempo de entrega.
3. ***Realizar orden de producción.*** Una vez capturada toda la información, se genera la orden de producción con todas las descripciones necesarias de los productos.
4. ***Enviar orden de producción.*** Esta orden es enviada a la planta para producir los productos descritos.
5. ***Transportar tarimas.*** Los materiales insumos necesarios para producir son necesarios colocarlos en tarimas de madera para poder colocarlos

con el cargador sobre las máquinas mezcladoras, por lo tanto las tarimas son transportadas cerca del lugar de almacenaje de los insumos.

6. ***Transportar insumos.*** Los insumos necesarios para la realización del producto como la cal, cemento y cargas químicas son transportados al lugar donde se colocó la tarima.
7. ***Armar tarimas.*** Dependiendo del producto a realizar, se arma la tarima con la cantidad de materiales necesarios.
8. ***Transportar tarimas a mezcladoras.*** Una vez que los materiales son colocados en las tarimas y no hace falta ningún material para la realización del producto se transporta la tarima armada a la máquina mezcladora con el cargador.
9. ***Depositar materiales.*** Los materiales transportados son depositados en la mezcladora por la persona encargada.
10. ***Mezclar materiales.*** Una vez que todos los materiales necesarios fueron depositados se inicia el proceso de mezclado por la máquina y se espera que la mezcla esté terminada.
11. ***Transportar sacos.*** Cuando la mezcla ya esta lista, con el producto terminado, se transportan los sacos en los cuales se empaca dicho producto, los cuales son transportados desde su lugar de almacenaje al lugar de las máquinas mezcladoras.
12. ***Marcar sacos.*** Estos sacos son marcados por el personal dependiendo del producto realizado. Esto sirve para diferenciar productos parecidos pero que puedan tener características distintas y también para marcar el lugar al cual tiene que ser trasladado el producto.
13. ***Llenar sacos.*** Media vez ya se tengan los sacos listos, se procede a llenarlos con el producto terminado. Este proceso es realizado de forma manual por los trabajadores por lo que se tiene mucho desperdicio de materiales y la cantidad despachada no es exacta debido a que se tiene que estar calculando el peso a medida que se va llenando el saco.

14. ***Coser sacos.*** Si los sacos son de 10 kg se necesitan coser para que quede cerrado el saco por lo tanto se tiene que realizar esta actividad con una máquina de coser especial.
15. ***Colocar sacos en tarimas.*** Cuando ya se tiene el saco con el producto terminado y cerrado ó cosido, cada saco es depositado nuevamente en tarimas vacías para tenerlo listo para ser despachado a su destino final ó almacenado.
16. ***Despachar sacos.*** Si se tiene el transporte de productos listo, las tarimas con los sacos terminados son transportados a los camiones para que estos sean despachados a su destino.
17. ***Almacenar sacos.*** Si no se tiene el transporte disponible, las tarimas con los sacos terminados son almacenados en algún lugar que se encuentre despejado de la planta.
18. ***Almacenar desperdicio.*** Cuando se termina el proceso de llenar sacos, se acumula mucho desperdicio de material en el piso, por lo tanto, si el producto no ha sido mezclado con otros materiales, se almacena para y se guarda en caso que sea necesario utilizarlo nuevamente.
19. ***Limpiar.*** Luego de almacenar el producto que se acumulo, se procede a limpiar el lugar de trabajo para que las partículas que pudieran quedar en el piso no se mezclen con los nuevos productos realizados.

Con el siguiente diagrama de flujo podemos ver esquemáticamente el proceso de producción. Se puede observar que el proceso en general se puede optimizar de cierta forma si se eliminan algunas actividades, especialmente los tiempos de espera.

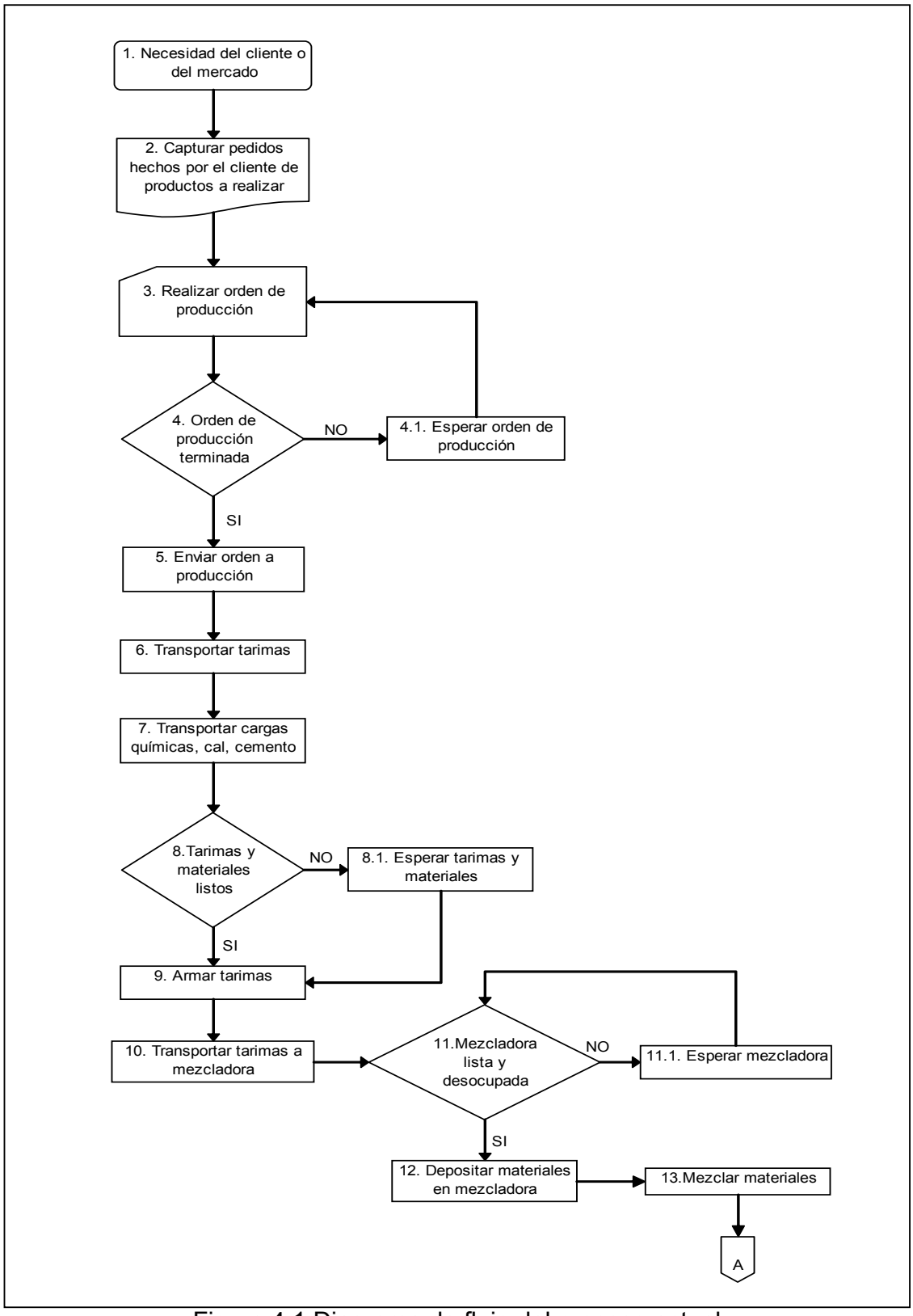

Figura 4.1 Diagrama de flujo del proceso actual

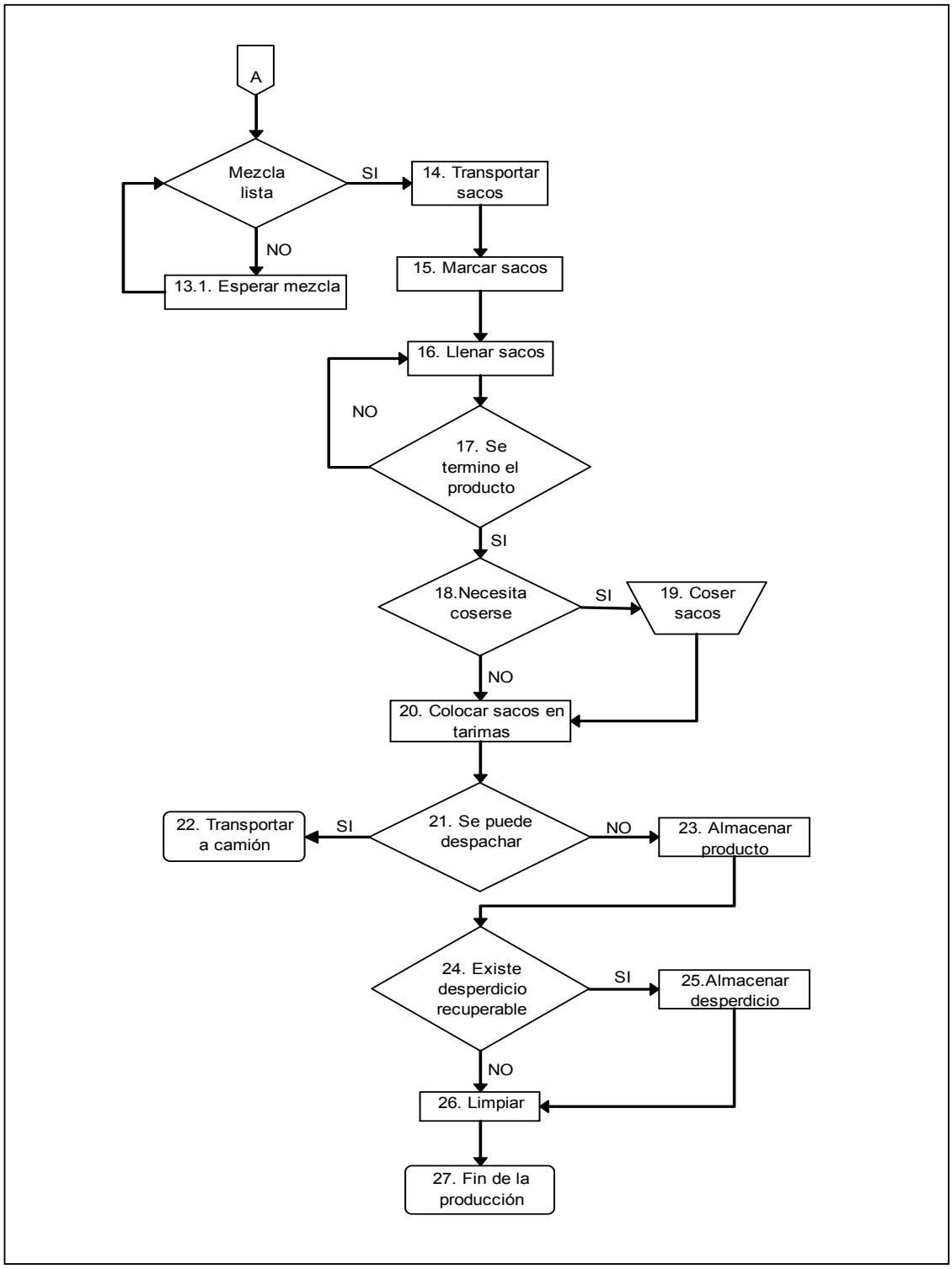

Figura 4.1 Diagrama de flujo del proceso actual

4.3 IDENTIFICACIÓN DE PÉRDIDAS

Como ya se ha mencionado anteriormente pérdidas son todas aquellas actividades que no generan valor en el proceso y por el contrario, consumen tiempo, recursos y espacio generando costos en el proceso de producción.

Después de realizar el muestreo del trabajo se obtuvieron 1440 datos, los cuales se categorizaron dependiendo su tipo de actividad y también fueron separados dependiendo el tipo de obrero que lo estuviera realizando. Estos tipos de obreros pueden ser:

1. ***Mezclador.*** Es la persona encargada principalmente de depositar los materiales en la máquina mezcladora y también se encarga de armar las tarimas con dichos materiales.
2. ***Sacos.*** Son los encargados de llenar los sacos una vez que la mezcladora haya terminado de mezclar los materiales. También son los encargados de transportar los sacos vacíos marcarlos y limpiar el lugar de trabajo.
3. ***Revolvedora.*** Es la persona que se encuentra en la revolvedora de concreto, la cual mezcla materiales y hace los productos que son empacados en los sacos de 10 kg. Esta persona se encarga de armar las tarimas, depositar los materiales en la revolvedora, llenar los sacaos, marcarlos y coserlos.
4. ***Cargador.*** Es la persona que opera el cargador, el cual lleva todas las tarimas hacia las mezcladoras con los insumos, transporta las tarimas con los productos terminados y se encarga de acomodar las tarimas por la planta para tener espacio de maniobras adecuado.
5. ***Otros.*** Son personas que ayudan a cualquiera de los anteriores a realizar sus actividades; por lo general se encuentran enrollando de plástico las tarimas con los productos terminados.

A continuación se presenta una tabla con los resultados de todas las actividades muestreadas, divididas por el tipo de personal que las realizó.

Lugar	Actividad	Unidad de produccion	Tiempo de muestreo
PLANTA CREST	PRODUCCION	sacos	2 min
# Trabajadores	**Periodo observado**	**Total hrs muestra**	**Realizado por**
10	Una semana	9.5 horas	Marcos Serrano

PERSONAL	Tiempo productivo	TIPO DE PERDIDAS											Observacions no validas	Total de observaciones
		Esperas	Platicando	Necesidades fisiologicas	Transporte de materiales	Descansando	Mediciones y marcando sacos	Espera espacio de trabajo	Limpieza	Espera de informacion				
Mezcladores	212	111	7	4	32	28	5	0	19	2				420
Sacos	321	55	2	1	54	25	44	0	37	1				540
Revolvedora	103	32	7	2	38	23	18	0	5	2				230
Cargador	114	11	3	0	14	2	0	5	1	0				150
Otros	47	20	5	6	0	16	0	0	6	0				100
TOTALES	797	229	24	13	138	94	67	5	68	5				1440
TOTAL DE MIN OBSERVADOS	1594	458	48	26	276	188	134	10	136	10				2880
UNIDADES PRODUCIDAS	2850 sacos													
RENDIMIENTO OBSERVADO	59.375 sacos /HH													
RENDIMIENTO SIN RETRASOS	107.277 sacos /HH													
PRODUCTIVIDAD	55.35%													

Tabla 4.1 Productividad del Proceso

La actividad productiva esta diferenciada con el color gris mientras que las actividades que no generan valor son las que se encuentran en color rosa y las actividades que contribuyen a la generación de valor son las que se encuentran en color azul.

Analizando estos resultados, podemos ver que el proceso tiene una baja productividad, esto es debido a que casi la mitad del tiempo se ocupa en actividades que no generan valor o que contribuyen a la generación de valor por

lo que el tiempo realmente productivo es muy bajo. Solamente el 56% del tiempo se ocupa en actividades productivas, como se muestra en la siguiente gráfica:

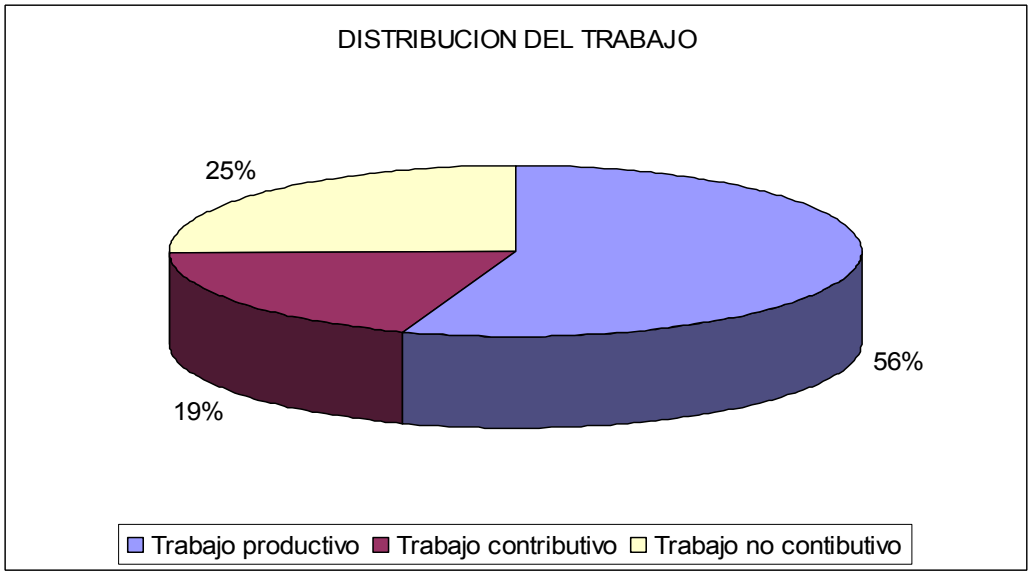

Figura 4.2 Distribución del Trabajo

Con esto podemos ver que el 44% del tiempo se ocupa en actividades improductivas, el 25% del tiempo se ocupa en actividades que no generan ningún valor al proceso. Todas estas actividades se deben de eliminar y las contributivas que son el 19% se deben de reducir al máximo.

Al realizar la división de todos los tipos de actividades, podemos ver que la actividad que no es productiva y que consume más tiempo y recursos es la de esperas y si a esta se le suma la actividad de descansos se consume el 23% del tiempo en actividades que no se hace realmente nada, como se muestra en la siguiente gráfica:

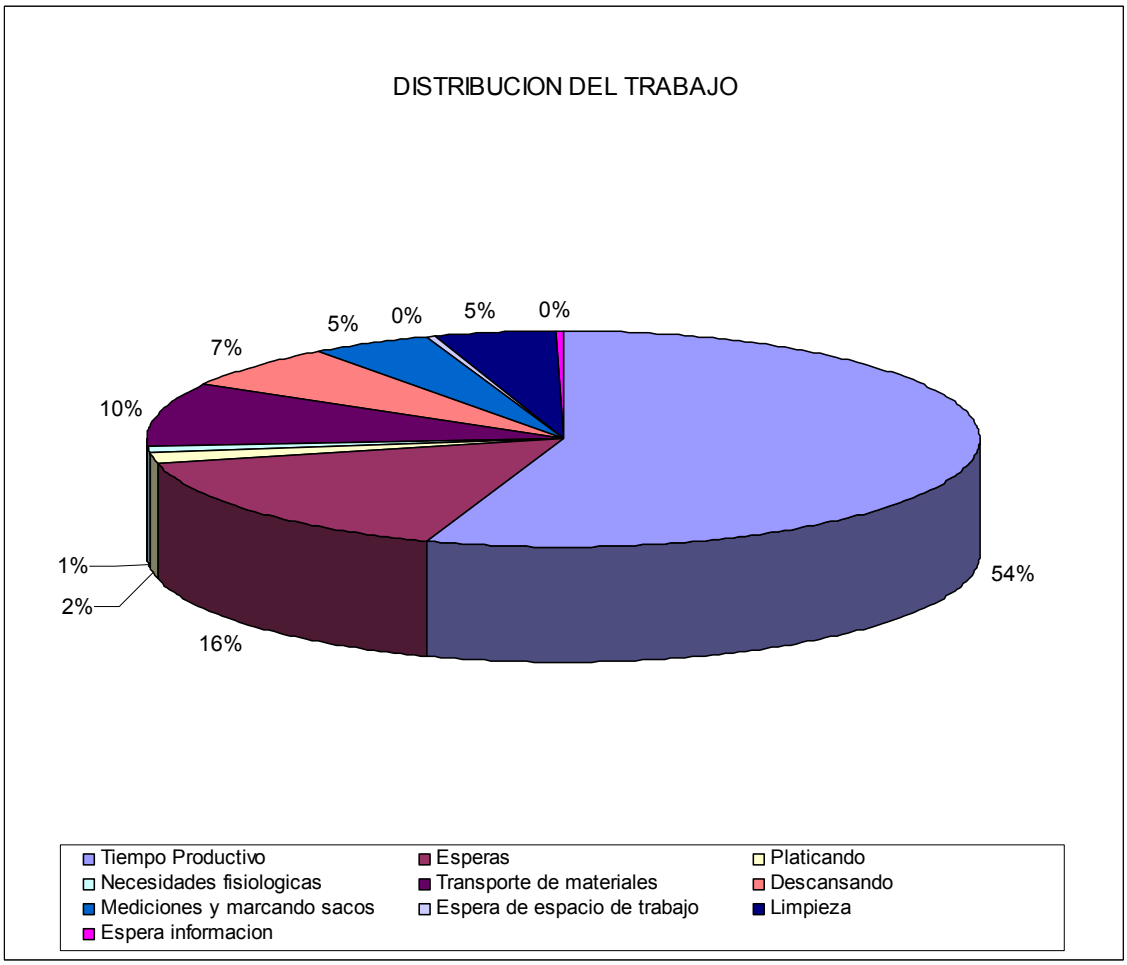

Figura 4.3 Distribución de actividades

Dividiendo las categorías de trabajos y las actividades que corresponden a cada uno podremos ver que actividad y que tipo de obrero son los responsables de consumir más tiempo no productivo y por lo tanto sin agregar ningún valor al proceso. Realizaremos el diagrama de Pareto para ordenar las actividades no productivas de mayor a menor y así ver en que tipo de actividades hay que tomar mayor importancia.

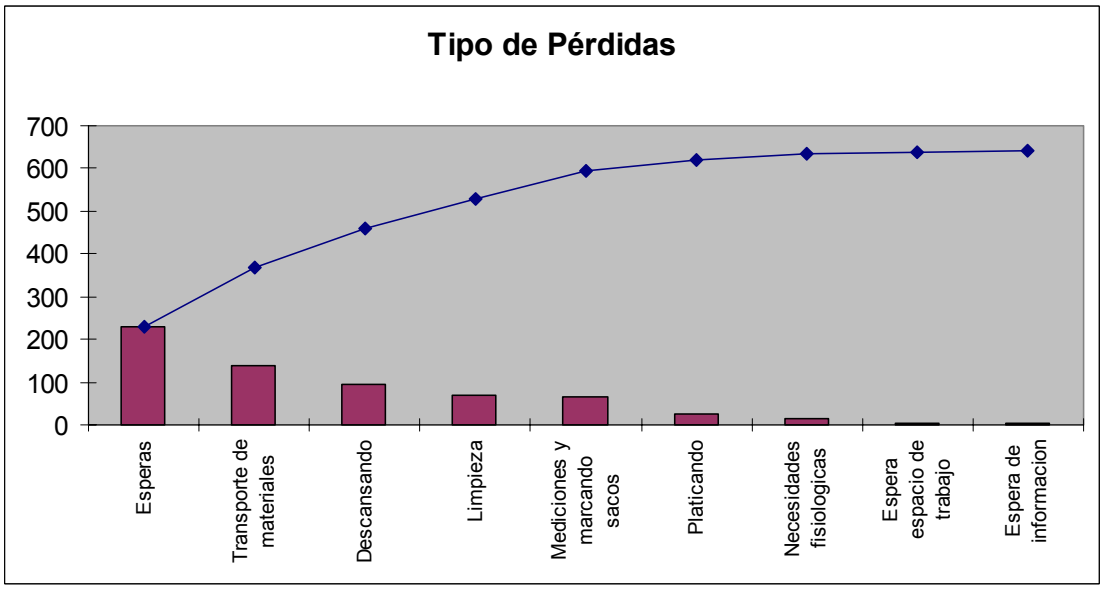

Figura 4.4 Tipo de Pérdidas del proceso

Aquí vemos que las esperas, el transporte y los descansos son las actividades más críticas del proceso, ya que no generan ningún valor y consumen mucho tiempo.

A continuación se dividirán las actividades de acuerdo a si son contributivas al proceso o si no contribuyen de ninguna manera. De esta forma podremos ver el tiempo que consume cada una de ellas y ver cuales son las más reincidentes para buscar la manera de reducirlas al máximo ó si es posible, eliminarlas del proceso. Primero se observa el diagrama de pareto para ver de forma ordenadas las actividades que no contribuyen de ninguna manera al proceso. Luego se verá la grafica de pie para ver los porcentajes de tiempo que cada una de estas actividades absorbe.

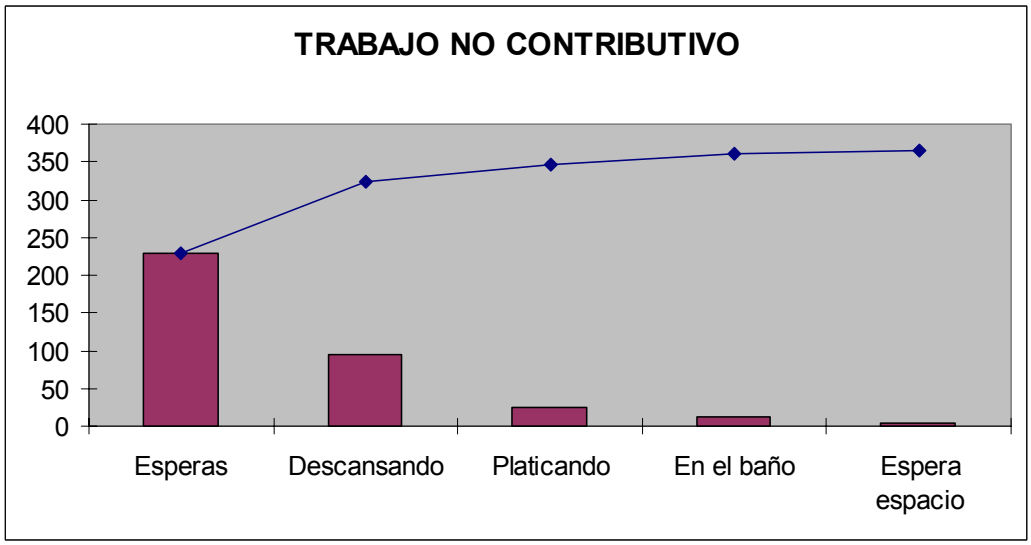

Figura 4.5 Diagrama de Pareto (Trabajo No Contributivo)

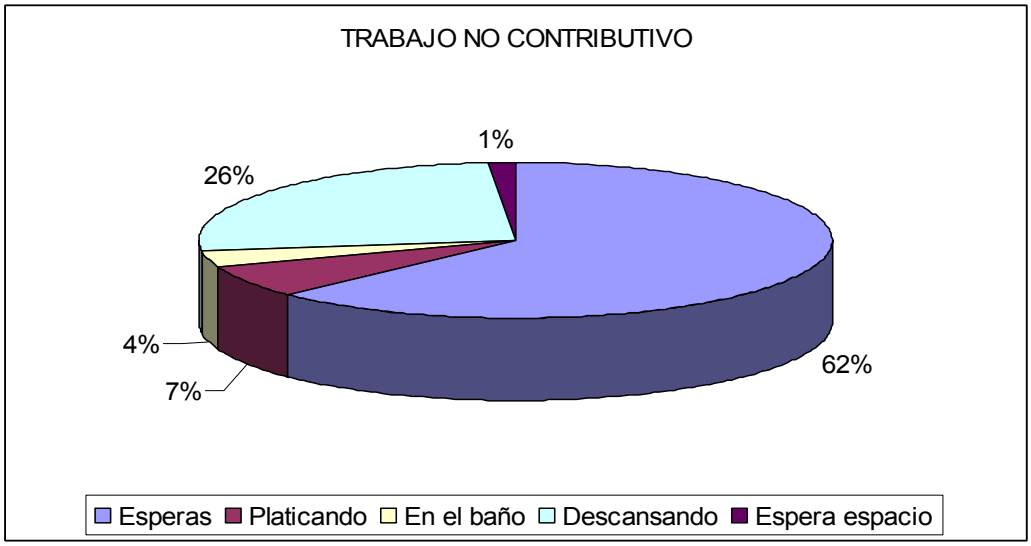

Figura 4.6 Gráfica de Pie (Trabajo No Contributivo)

Aquí podemos ver que casi el 90% del tiempo en actividades no contributivas es de esperas y de descanso, por lo tanto los empleados pasan mucho tiempo sin hacer nada, lo que hace que el flujo del trabajo no sea continuo y se pierda mucho tiempo en que los empleados vuelvan a tomar ritmo de trabajo. Por lo tanto, se realizará la división del trabajo de acuerdo a la especialidad del

personal, para poder determinar que trabajadores son los más y menos productivos del proceso.

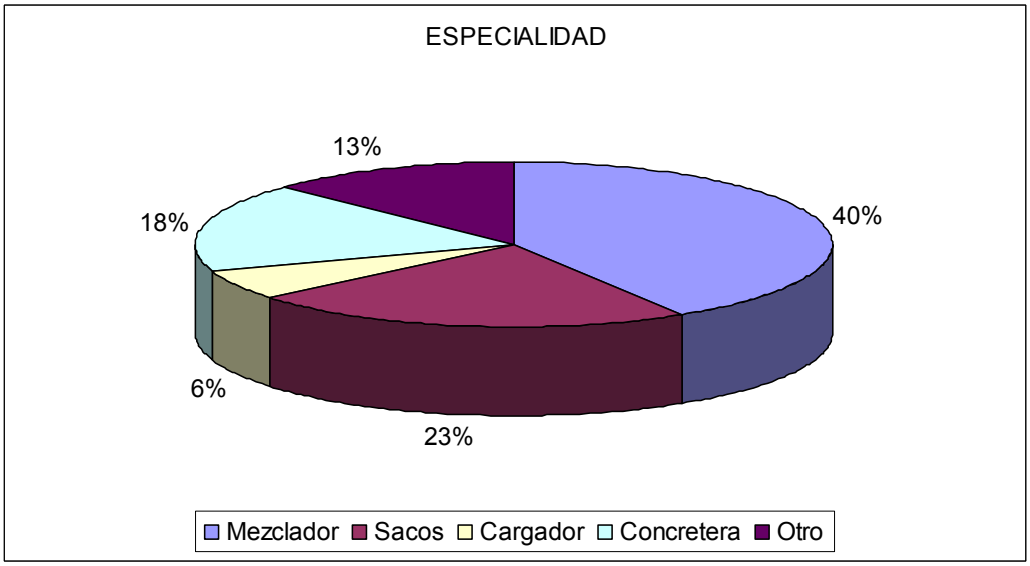

Figura 4.7 Distribución por especialidad (Trabajo No Contributivo)

Con esta división podemos notar que la persona encargada de depositar los materiales en la mezcladora pasa el 40% de su tiempo sin hacer nada. Esto es porque mientras la mezcla se esta realizando, esta persona esta descansando o esperando a que termine para empezar a armar las nuevas tarimas con los materiales para hacer nuevas mezclas, mientras que todo esto se puede realizar durante el proceso de mezclado. Los encargados de llenar los sacos y el encargado de la revolvedora también pasan mucho tiempo sin hacer nada, mucho de este tiempo esperando, esto es porque también durante el proceso de mezclado no realizan nada, y esperan a que este proceso termine para transportar los sacos a llenar, marcarlos, y tener todo listo para cuando se llenen los sacos.

La misma división se realizo con la categoría de trabajo contributivo, con esto se podrá determinar que actividades que contribuyen a generar valor se deben

reducir, optimizar o eliminar, así como ver quien es el tipo de obrero que más consume tiempo en este tipo de trabajo.

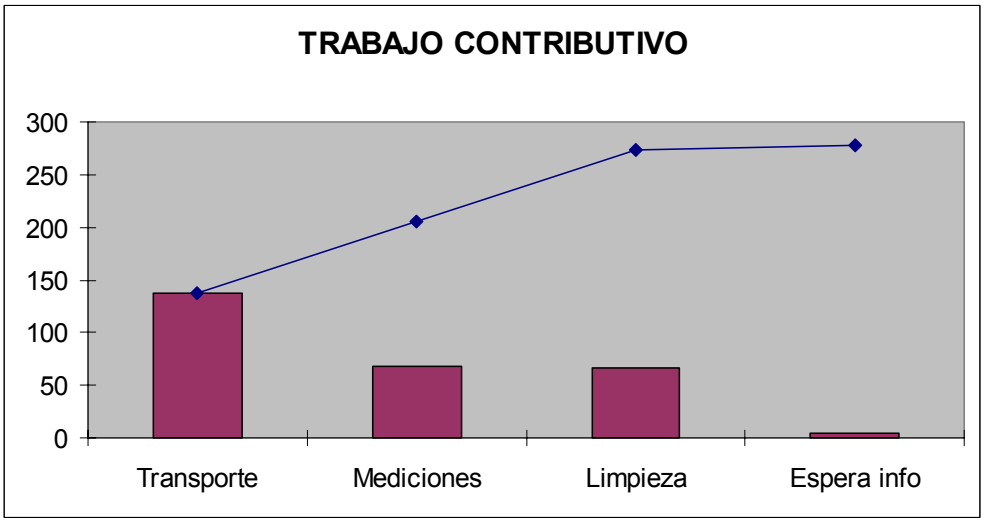

Figura 4.8 Diagrama de Pareto (Trabajo Contributivo)

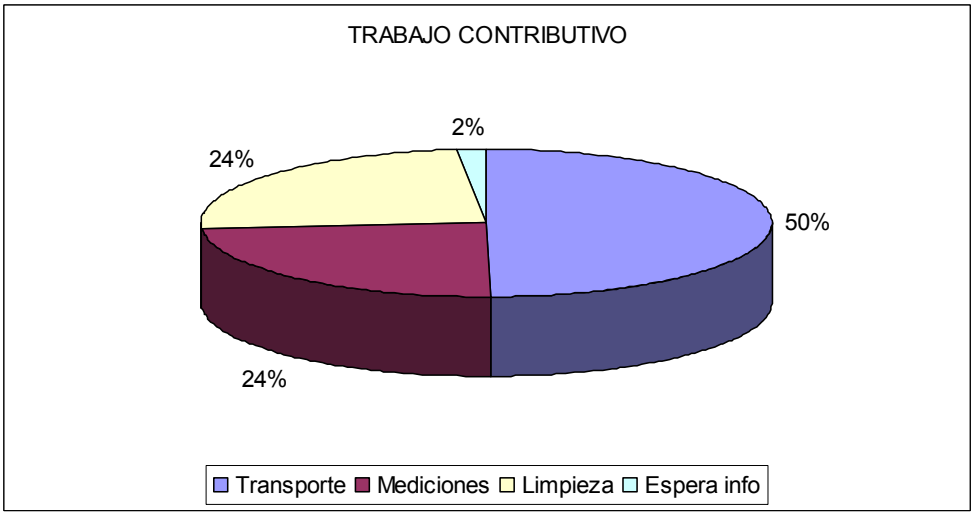

Figura 4.9 Gráfica de Pie (Trabajo Contributivo)

El 75% del tiempo se ocupa en transportar materiales y realizar mediciones, que a mediciones nos referimos a marcar los sacos con la característica del producto terminado a realizar, por lo tanto, como se menciona anteriormente, estas actividades pueden ser realizadas mientras la mezcladora realiza su tiempo de mezclado de materiales. Por lo tanto, se analizará el personal encargado de estas actividades.

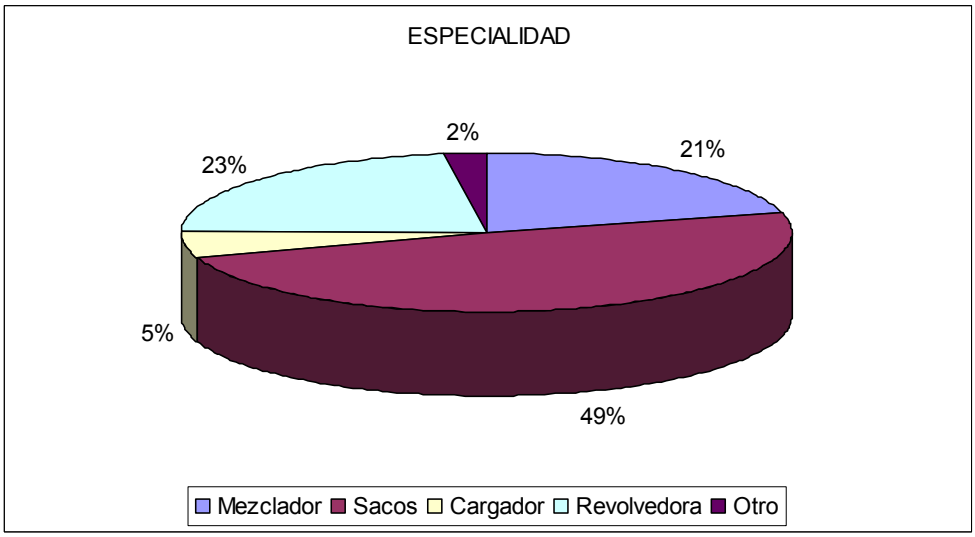

Figura 4.10 Distribución por especialidad (Trabajo Contributivo)

El personal encargado de llenar los sacos, son los que más consumen su tiempo en este tipo de actividades principalmente en el transporte de materiales. Estas son actividades que se deben realizar, pero se puede optimizar si el lugar de almacenaje de materiales se distribuye de una mejor manera y también si estas actividad se realiza durante el proceso de mezclado no afectan al flujo del trabajo ya que este proceso dura de 10 a 12 minutos cada vez por lo tanto existe el tiempo suficiente para poder transportar materiales, marcar sacos, y tener todo preparado para cuando se tengan que realizar las actividades que realmente si generen valor y por lo tanto que el flujo del trabajo sea continuo.

4.4 CAUSAS DE LAS PÉRDIDAS

Una vez que obtuvimos la distribución de las actividades que no agregan valor al proceso, se procederá a detectar las causas de estas actividades. Las actividades que se estudiarán serán las que mayor frecuencia obtuvieron siendo el caso para las actividades no contributivas de las esperas y el descanso que son actividades muy similares y se puede resumir que la causa de estas dos actividades es la misma. Para el trabajo contributivo las principales actividades a estudiar serán los transportes y las mediciones (marcación de sacos). Apoyándonos en el diagrama de causa efecto obtenemos el siguiente análisis.

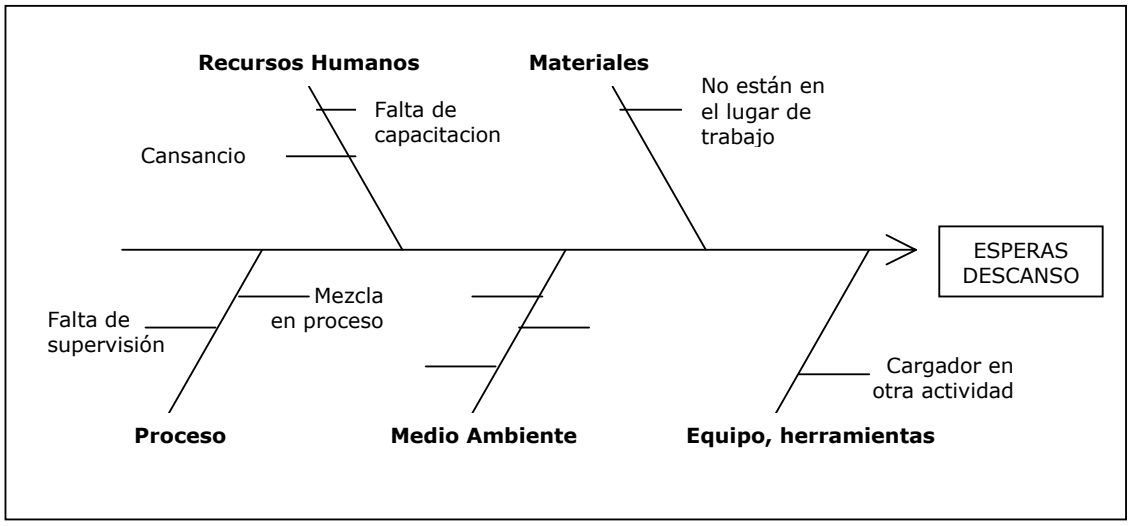

Figura 4.11 Diagrama causa-efecto (Esperas, Descanso)

En este diagrama vemos las causas principales que generan las esperas y los descansos de los trabajadores, siendo las principales el que la mezcla este en proceso, la falta de supervisión y que el cargador este realizando otras actividades.

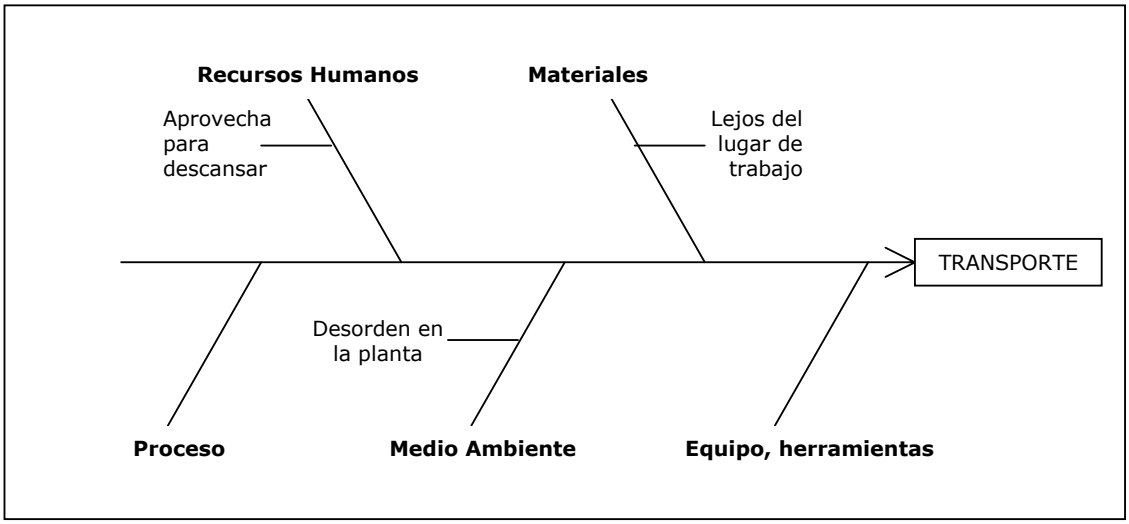

Figura 4.12 Diagrama causa-efecto (Transporte)

Aquí se pueden apreciar las causas principales de los transportes que aunque esta actividad se debe realizar y es necesaria se debe poder optimizar y no debe ocupar tanto tiempo en su realización, por lo que el orden en la planta de producción es muy importante para esté tipo de actividad.

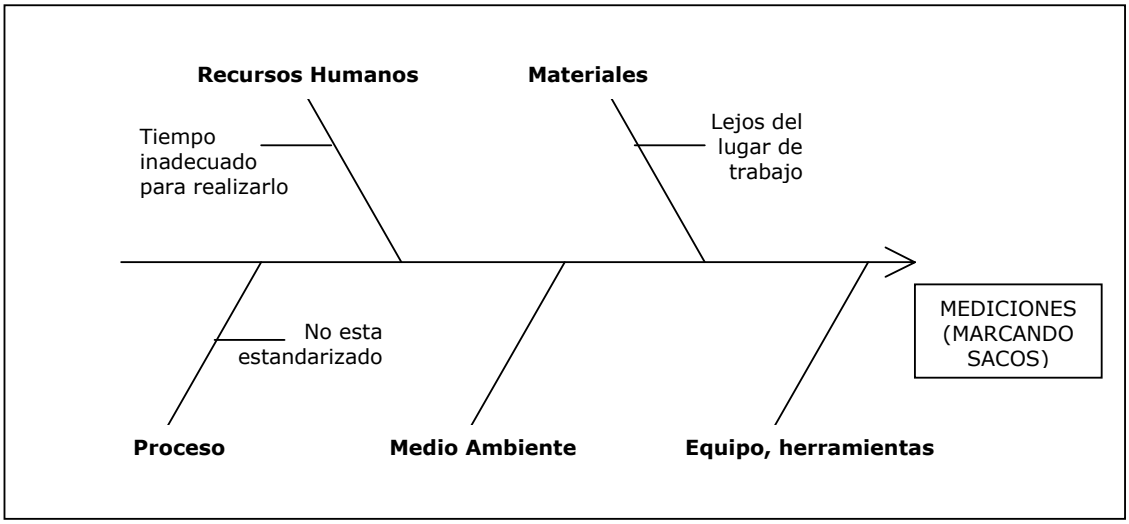

Figura 4.13 Diagrama causa-efecto (Marcación de sacos)

Este tipo de actividad es parecida a los transportes de materiales ya que es una actividad necesaria en el proceso para poder diferenciar los productos entre sí. El problema de esta actividad es el tiempo en que se realiza ya que vuelve

discontinuo el proceso de producción por estar esperando que los sacos estén marcados para poder empezar a llenarlos del producto terminado.

4.5 PROPUESTA DE MEJORA

Como principio de mejoramiento del desempeño del proceso de producción y una vez que se haya categorizado el tiempo empleado e identificadas las causas de ocurrencia de pérdidas, se propone buscar la eficiencia del trabajo productivo minimizando el tiempo destinado al trabajo contributivo y eliminando el tiempo no contributivo (pérdidas).

Considerando que las actividades mas críticas en el proceso son las esperas, el descanso del personal, el transporte de materiales y las mediciones (que en este caso es la marcación de sacos), la propuesta de mejora se enfocara especialmente en estas actividades.

4.5.1 Esperas

Es una actividad muy frecuente que ocupa el 16% del tiempo total de la producción por lo tanto, se debe buscar la manera de eliminarla. Analizando el flujo del trabajo esta actividad ocurre más que todo cuando se esta realizando la mezcla, por lo tanto los trabajadores mezcladores y los que se encargan de llenar los sacos no hacen nada. Los mezcladores, en ese momento que dura de 10 a 12 minutos, deben empezar a acomodar la siguiente tarima con los materiales a mezclar para cuando se complete el tiempo de mezclado y ya el producto terminado este en el silo que lo almacena se pueda iniciar otro proceso de mezclado de forma continua. No debe esperar a que se termine la mezcla para armar la siguiente tarima con materiales. Mientras que los encargados de llenar sacos durante este tiempo de mezcla, deben hacer las actividades de transporte de sacos, marcarlos, y tenerlos listos para cuando el producto se encuentre terminado se puedan llenar. En este caso también no se debe

esperar a que se termine la mezcla para empezar a buscar los sacos y empezar a marcarlos.

4.5.2 Descanso

Es una actividad que no genera valor alguno al proceso sin embargo, las actividades que realiza el personal de trabajo son cansadas por lo tanto se comprende que existan momentos de descanso en el día. Sin embargo, estos descansos, se pueden lograr hacer cuando se tiene todo listo. Si se logra que durante el proceso de mezcla se realicen las actividades de transporte, marcar sacos y armar tarimas con materiales, el proceso da tiempo para descansar porque el proceso de mezcla no se puede apresurar este siempre será de 10 a 12 minutos. Por lo tanto, se deben realizar las actividades durante ese tiempo y se podrá descansar al momento de terminarlas.

4.5.3 Transporte

Es una actividad necesaria pero sin valor, contribuye a la generación de valor. Se debe empezar por estandarizar los lugares de almacén de materiales y mantenerlos de forma ordenada todo el tiempo para así hacer más eficiente la actividad de transporte. Se debe buscar la manera de acomodar los materiales lo más cerca posible de donde serán utilizados para acortar tiempos de ciclo de traslados. Si se logra primeramente esto y esta actividad se realiza durante el proceso de mezcla el flujo del proceso se puede volver continuo y no generará tiempos muertos o de espera de materiales, por lo tanto la producción aumentará.

4.5.4 Marcar sacos

Al igual que el transporte es una actividad necesaria ya que el producto terminado debe distinguirse uno de otro dependiendo el uso que se le vaya a dar

a cada uno. Al igual que las otras es una actividad que se debe realizar durante el proceso de mezcla. Si se optimizan los transportes y se reduce este tiempo el marcar sacos no debe durar mucho más tiempo. Se debe estandarizar el proceso ya que cada trabajador marca los sacos de la manera que el quiera, lo cual puede producir confusiones así como algunos ocupan más tiempo del necesario para verse como si están trabajando pero en realidad es una forma de perder el tiempo.

En la siguiente tabla se muestra resumida la propuesta de mejora para las actividades mencionadas.

Actividad	¿Qué?	¿Cómo?	¿Quién?	¿Cuándo?	Medida de Desempeño
Esperas	Acomodar tarimas con materiales para mezclar.	Con los materiales necesarios para la siguiente mezcla	Mezcladores	Durante el proceso de mezcla	Tiempo muerto actual / Tiempo muerto anterior
	Transportar sacos y marcarlos	Con las indicaciones de producto y destino necesarias	Sacos	Durante el proceso de mezcla	Tiempo muerto actual / Tiempo muerto anterior
Descansos	Realizar todas las actividades de transporte, marcar sacos y armar tarimas.	Ser eficientes realizando estas actividades dara tiempo de descanso en cada proceso de mezclado	Mezcladores, encargados de marcar y llenar sacos, encargado de la revolvedora.	Durante el proceso de mezcla	Tiempo actual / tiempo anterior
Transporte	Estandarizar los lugares de almacén de materiales y acomodarlos lo más cerca posible del lugar a utilizarlos	Ser ordenados dejando cada material utilizado en su lugar	Mezcladores, encargados de marcar y llenar sacos, encargado de la revolvedora.	Durante todo el proceso de producción	Tiempo actual / tiempo anterior
Marcar sacos	Estandarizar la manera de marcar los sacos.	Referenciando cada color con un número o una letra indicada.	Encargados de llenar y marcar sacos	Durante el proceso de mezcla	Tiempo actual / tiempo anterior

Tabla 4.2. Tabla resumen de propuesta de mejora

4.6 DESCRIPCION DEL NUEVO PROCESO

Ya que se analizó el proceso se evaluaron las causas de la baja productividad y realizó la propuesta de mejora al proceso se realizó nuevamente el diagrama de flujo eliminando las actividades improductivas y las que no se puedan eliminar; se busco la manera de que se realizaran eficientemente y en tiempos que no generen retrasos. La propuesta del flujo del proceso queda de la siguiente forma:

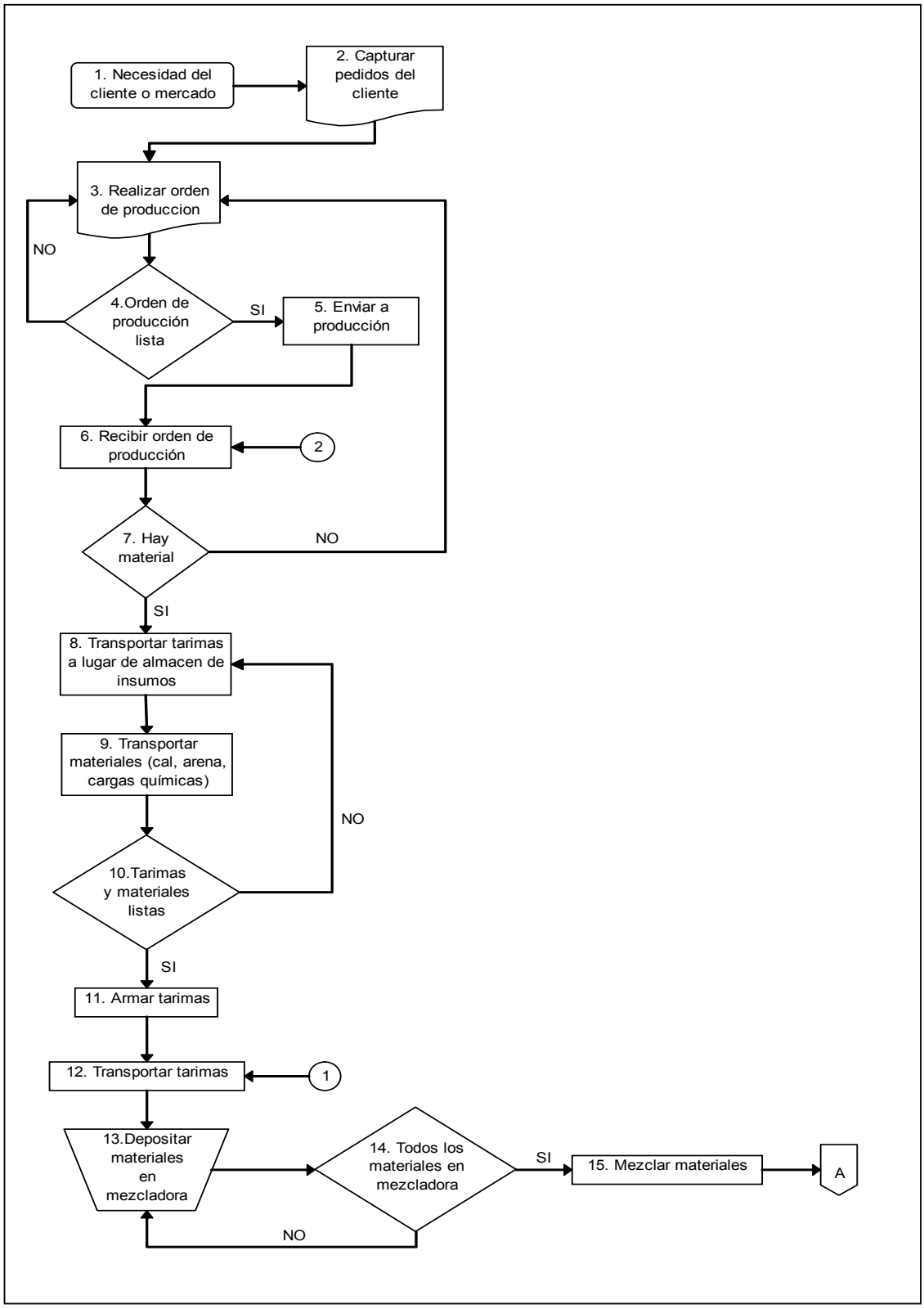

Figura 4.14 Diagrama de flujo propuesto

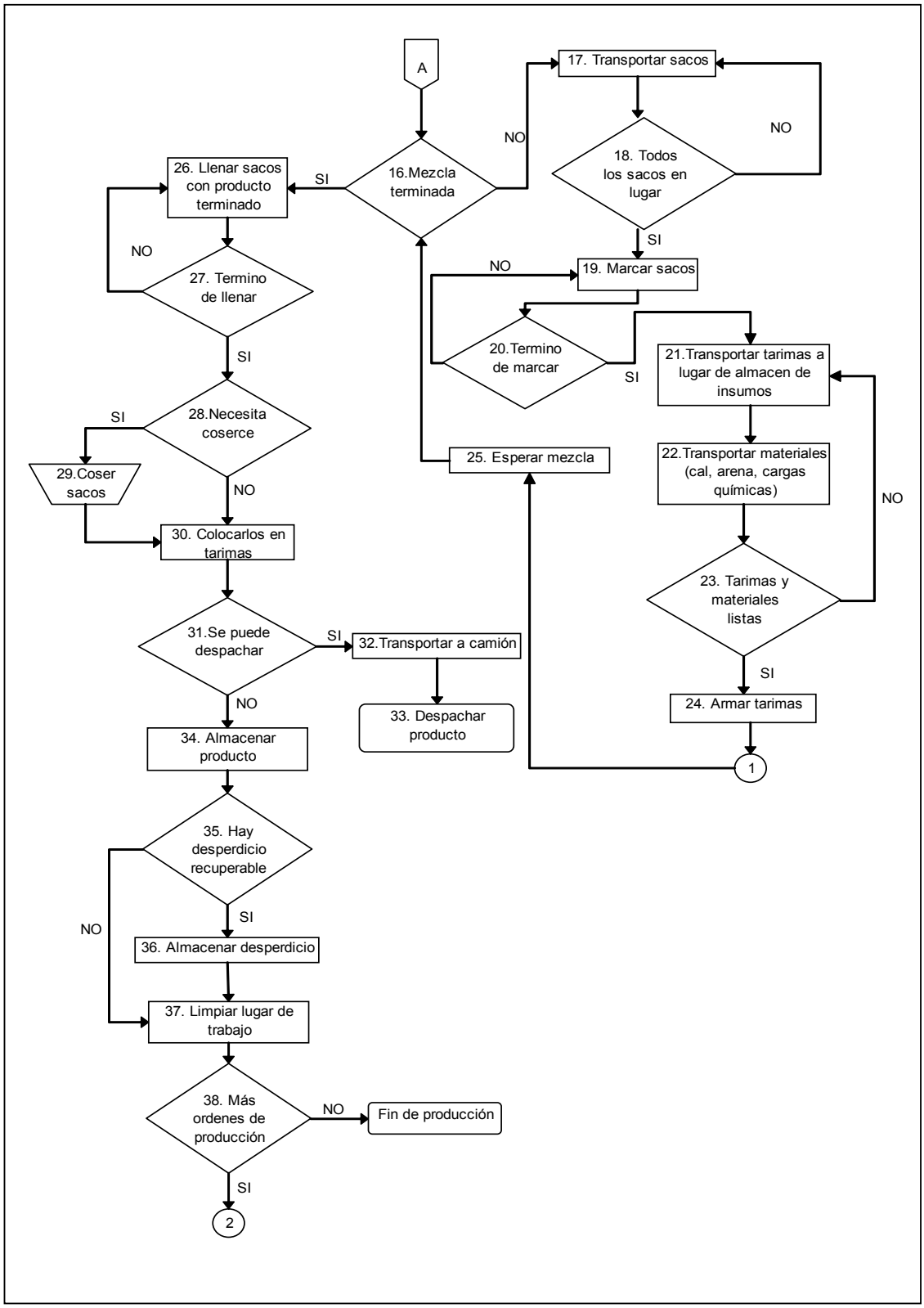

Figura 4.14 Diagrama de flujo propuesto

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Una vez que se terminó con el estudio se puede concluir que la investigación teórica nos brindo un amplia visión acerca de las herramientas utilizadas como parte de la producción ajustada y que todas estas herramientas pueden ser fundamentadas y aplicadas de una manera práctica en cualquier proceso de producción.

En la mayoría de las actividades y procesos es necesaria la participación de la mano de obra principalmente en actividades que tienen que ver con la construcción o producción, por lo tanto ha existido siempre mucha variabilidad en el desempeño de los mismos. Debido a que estos procesos no pueden ser industrializados en su totalidad, la producción ajustada busca la manera de estandarizarlos para crear una forma más sencilla y optima para realizarlos con lo cual se podrán reducir o eliminar las actividades que no produzcan valor al proceso.

Se ha podido conocer los principales aspectos del pensamiento esbelto (Lean Thinking) entre los cuales se encuentra la creación de valor a los procesos que es lo que se buscó en el estudio realizado ya que se propuso convertir el proceso en actividades de conversión, mientras que las actividades de flujo se proponen ser eliminadas de diversas maneras ya que consumen tiempo, espacio y recursos. En nuestro caso de estudio estas actividades de flujo que no pudieron ser eliminadas se propone que sean realizadas en momentos que no afecta el flujo del proceso, sino que se realicen en un tiempo de espera necesario por el proceso sin afectar las actividades siguientes.

El estudio realizado del proceso fue enfocado específicamente al tiempo de producción de los productos, no se tomó en cuenta lo que suceda antes que se genere la orden de producción ni lo que pase después de que se termina la producción de los productos terminados, por lo que es posible que en estos dos procesos puedan existir otras actividades que hagan al proceso ineficiente. Por lo tanto, la empresa puede realizar un estudio de todos sus procesos antes, durante y después de la producción, para así lograr que todos sus trabajos sean los adecuados a los requerimientos del cliente, en cuanto a tiempo de entrega, costo del producto, entre otros; y así eliminar todo tipo de actividades improductivas o que no generen ningún valor a todos los procesos de la empresa.

El proceso de producción actual cuenta con muchas actividades que no generan valor, principalmente las esperas por lo tanto realizando el estudio del proceso y la propuesta de mejora se ha propuesto eliminar todas estas actividades y las que no se pueden eliminar que sean realizadas en momentos que no provocan pérdidas al proceso.

Analizando resultados y tiempos de ciclo de las máquinas mezcladoras, se puede ver que el tiempo que tarda la máquina en hacer un ciclo es de 15 a 20 minutos, lo que nos da un total de cuatro ciclos por hora por máquina aproximadamente. Las capacidades de las máquinas son de 750 kg y 1500 kg respectivamente por lo tanto, se pueden realizar 140 y 280 sacos de 20 kg por hora por máquina lo que nos da un total de 3230 sacos diarios, tomando un turno de trabajo de 9 horas y una eficiencia del 85%. Si comparamos esto con el proceso actual, donde se tiene una producción diaria de aproximadamente 3000 sacos diarios, pero se trabajan dos turnos diarios de 8 horas. Por lo tanto, con las propuestas hechas se puede llegar a tener la misma producción diaria que se tiene en el momento pero trabajando la mitad del tiempo que actualmente se trabaja, lo que provocará que el flujo del trabajo sea más continuo y también con esto se puede tener mas tiempo de descanso de los trabajadores y así su

rendimiento sea el adecuado día con día. Esto solo es posible si las actividades de flujo son eliminadas como se propone y las que no pueden ser eliminadas deben ser realizadas durante el proceso de la mezcla y así lograr que el flujo del proceso entre ciclos de mezclado sea de forma continua y no existan tiempos de espera entre la realización de una mezcla y otra.

Una manera de lograr los resultados propuestos es el ordenar de una forma más eficiente la planta y los espacios de trabajo ya que actualmente se encuentran muy dispersos todos los materiales necesarios para el proceso. Se debe encontrar la manera de almacenarlos en el lugar más cercano y útil donde serán utilizados y cada vez que estos sean utilizados se regresen a su lugar de almacenamiento de una forma ordenada. De esta forma se podrá estandarizar el uso y se podrá saber si se cuentan con los materiales necesarios en el momento que se tengan que utilizar ó si se están utilizando en el momento, y así no se perderá tanto tiempo en el transporte de materiales. Todas las áreas de trabajo y almacenamiento deben ser debidamente marcadas y señalados los materiales y herramientas a utilizar y almacenar en cada sección así como señalar sus límites máximos de almacenamiento para no sobrepasarlos y que los espacios destinados al transito de personas o máquinas no sea invadido y lograr un flujo mas continuo y ordenado.

Todo el proceso estudiado depende especialmente de la mano de obra, de ellos dependerá que la producción sea la esperada por lo tanto, se debe buscar la manera de eliminar la variabilidad en los trabajadores. La capacitación es muy importante se debe tener bien definidas las actividades a realizar por cada uno y en que momento y lugar. Debido a que todas las actividades son muy repetitivas puede tener la desventaja de volverse tediosas y que aburran a los trabajadores, pero por el contrario al ser repetitivas pueden llegar a especializarse y así realizarlas de la manera más óptima esto dependerá de la motivación y la forma de incentivar que tenga la empresa con su personal de trabajo.

Finalmente se puede concluir que cualquier proceso de la industria que sea se puede mejorar y optimizar en busca de mejores beneficios para la empresa, dependerá de la organización que la empresa tenga y en la mentalidad de mejorar. Si lo que busca es la mejora continua de la misma y tiene como meta clara lograrlo, solo queda realizar una buena planeación de mejora y ponerla en práctica día a día, aplicando la herramienta que sea necesaria como las de la producción ajustada. Lo primero y lo más importante es reconocer la necesidad de mejorar continuamente en busca de lograr la satisfacción total del cliente.

BIBLIOGRAFÍA

1. Koskeka, Lauri. “Lean production in construction”
   Lean Construction, edited by Luis Alarcón
   A.A. Balkema/Rótterdam/Brookfield, 1997

2. Melles, Bert. “What do we mean by lean production in construction?”
   Lean Construction, edited by Luis Alarcón
   A.A. Balkema/Rótterdam/Brookfield, 1997

3. Alarcón, Luis F. “Modeling waste and performance in construction”
   Lean Construction, edited by Luis Alarcón
   A.A. Balkema/Rotterdam/Brookfield, 1997

4. Serpell, Alfedo; Venturi, Adriano; Contreras, Jannette. “Characterization of waste in building construction projects”
   Lean Construction, edited by Luis Alarcón
   A.A. Balkema/Rotterdam/Brookfield, 1997

5. Alvarado Vargas, Luis Miguel. “Aplicación y adaptación del método planificador último (last planner) para el control de flujo y variabilidad de actividades en un proyecto de construcción”
   Tesis, Maestro en Ciencias con especialidad en Ingeniería y Administración de la Construcción.
   ITESM, 2003

6. Botero Botero, Luis Fernando; Álvarez Villa, Martha Eugenia. "Guía de mejoramiento continuo para la productividad en la construcción de proyectos de vivienda (Lean Construction como estrategia de mejoramiento)"
Revista Universidad EAFIT, 2004

7. Botero Botero, Luis Fernando; Álvarez Villa, Martha Eugenia. "Identificación de pérdidas en el proceso productivo de la construcción"
Revista Universidad EAFIT, 2003

8. León Lefcovich, Mauricio. "Kaizen y Just in Time, Dos caras de una misma moneda"
www.gestiopolis.com, 2004

9. Howell, Gregory A. "What is Lean Construction"
Proceedings 7th Ann. Conf. International Group for Lean Construction. Berkeley, CA, 1999.

10. Krüger, Jose Adelino; Clemente Ferreira, Karine Catalina; Hilgemberg, Fabiane do Rocio; Silva, Hallinson Rafael. "Formalization of tasks control in small size construction sites: starting the dissemination of lean construction ideas"
Simposium Brasileño de Gestion y Economía de Construcción, 2005.

11. Pineda Mandujano, Karla. "Manufactura Esbelta"
www.gestiopolis.com, 2003

12. García Rodríguez, Salvador. "Mejora Continua en la Industria de la Construcción, Apuntes de Curso"
ITESM, 2003

13. García Rodríguez, Salvador. "Construcción sin Pérdidas, Apuntes de Curso"
ITESM, 2000

14. León Lefcovich, Mauricio. "Reingeniería de procesos"
www.gestiopolis.com, 2004

15. León Lefcovich, Mauricio. "TQM, Gestión de la Calidad Total"
www.gestiopolis.com, 2004

16. Thomas, Randolph; Horman, Michael J; Lemes de Souza, Ubiraci Espinelli; Zavrski, Ivica. "Reducing variability to improve performance as a Lean Construction Principle"
Journal of Construction Engineering and Management, 2002

17. Ball, Daniel R.; Maleyeff, John. "Lean Management of Enviromental Consulting"
Journal of Management in Engineering, 2003

18. Ballard, Glenn; Howell, Greg. "What kind of Production is Construction?"
www.leanconstruction.org, 1998

19. Ballard, Glenn. "Improving work flow reliability"
University of California, Berkeley, CA, USA.
www.leanconstruction.org, 1998

ANEXOS

MUESTREO Y PRODUCTIVIDAD (SEMANA 1)

Lugar	Actividad	Unidad de produccion	Tiempo de muestreo
PLANTA CREST	PRODUCCION	m3 - sacos	2 min
# Trabajadores	**Periodo observado**	**Total hrs muestra**	**Fecha**
10	11:00 - 3:00	2 horas	4/Julio al 8/Julio

PERSONAL		No. De Muestra														
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	Mezclador	1	1	1	2	1	1	1	1	1	2	2	2	1	1	1
2	Sacos	1	8	3	2	1	1	1	3	3	3	2	1	1	1	7
3	Sacos	1	7	8	2	1	2	1	3	3	3	8	1	1	1	2
4	Mezclador	6	1	1	1	2	3	2	1	1	2	8	8	2	2	3
5	Mezclador	3	1	1	1	1	3	2	1	1	2	8	10	2	1	1
6	Sacos	1	2	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	3	2	2
7	Sacos	1	1	1	1	1	3	3	3	1	1	1	1	3	2	2
8	Cargador	2	3	3	1	1	3	1	3	3	1	1	1	1	1	1
9	Otro / Concretera	8	8	9	2	9	1	1	8	1	2	1	8	1	1	1
10	Otro	8	8	9	2	9	3	2	1	1	1	1	1	3	3	1

PERSONAL		No. De Muestra														
		16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
1	Mezclador	1	1	1	1	1	1	1	2	1	8	2	8	2	1	1
2	Sacos	7	2	6	6	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
3	Sacos	2	6	6	6	1	1	1	7	7	1	3	1	1	1	1
4	Mezclador	1	1	1	1	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	2
5	Mezclador	1	1	1	1	2	2	2	2	1	1	1	1	1	2	8
6	Sacos	2	1	1	1	1	3	3	1	1	6	6	1	1	1	1
7	Sacos	2	1	1	1	1	3	1	1	1	3	9	1	1	1	1
8	Cargador	1	1	1	5	5	1	1	1	1	2	8	1	5	1	1
9	Concretera	1	1	1	3	3	3	8	7	3	1	8	7	1	1	3
10	Otro	8	2	8	8	1	1	8	3	1	1	9	3	2	2	3

	TIPO DE TRABAJO
1	Productivo
2	Espera
3	Transporte de materiales
4	Espera informacion
5	Espera espacio de trabajo
6	Mediciones y marcando sacos
7	Limpieza
8	Descansando
9	Platicando
10	En el baño

Lugar	Actividad	Unidad de produccion	Tiempo de muestreo
PLANTA CREST	Produccion	sacos	2 min
# Trabajadores	**Periodo observado**	**Total hrs muestra**	**Fecha**
10	11:00 - 3:00	2 horas	4/Julio al 8/Julio

PERSONAL	Tiempo productivo	TIPO DE PERDIDAS											Observacions no validas	Total de observaciones
		Esperas	Platicando	Necesidades fisiologicas	Transporte de materiales	Descansando	Mediciones y marcando sacos	Espera espacio de trabajo	Limpieza	Espera de informacion				
Mezclador	21	7	0	0	0	2	0	0	0	0				30
Sacos	18	3	0	0	5	1	2	0	1	0				30
Sacos	14	4	0	0	4	2	3	0	3	0				30
Mezclador	15	10	0	0	2	2	1	0	0	0				30
Mezclador	17	8	0	1	2	2	0	0	0	0				30
Sacos	20	5	0	0	3	0	2	0	0	0				30
Sacos	20	3	1	0	6	0	0	0	0	0				30
Cargador	19	2	0	0	5	1	0	3	0	0				30
Concretera	10	0	0	0	6	3	0	0	1	0				20
Otros	13	7	5	6	0	9	0	0	0	0				40
TOTALES	167	49	6	7	33	22	8	3	5	0				300
TOTAL DE MIN OBSERVADOS	334	98	12	14	66	44	16	6	10	0				600
UNIDADES PRODUCIDAS	600 sacos													
RENDIMIENTO OBSERVADO	60.000 sacos /HH													
RENDIMIENTO SIN RETRASOS	107.784 sacos /HH													
PRODUCTIVIDAD	55.67%													

MUESTREO Y PRODUCTIVIDAD (SEMANA 2)

Lugar	Actividad	Unidad de produccion	Tiempo de muestreo
PLANTA CREST	PRODUCCION	m3 - sacos	2 min
# Trabajadores	**Periodo observado**	**Total hrs muestra**	**Fecha**
9	3:00 - 5:00	2 horas	11/Julio al 15/Julio

PERSONAL		No. De Muestra														
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	Mezclador	1	2	2	2	1	1	1	1	1	1	2	3	2	1	1
2	Mezclador	1	2	2	2	1	1	1	1	1	1	3	3	2	1	1
3	Sacos	1	1	1	1	1	1	1	1	2	3	1	1	1	1	1
4	Sacos	1	1	1	1	1	1	3	1	2	2	1	1	1	1	3
5	Forro sacos	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	8
6	Concretera	8	1	2	3	8	1	1	2	3	1	8	2	3	6	6
7	Concretera	1	1	1	1	2	2	1	1	2	2	8	1	2	9	2
8	Cargador	1	2	1	1	1	1	1	3	3	1	1	5	1	9	3
9	Otro	8	8	8	8	2	1	2	2	2	1	2	2	1	2	1
10																

PERSONAL		No. De Muestra														
		16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
1	Mezclador	1	1	7	7	7	2	7	2	8	7	2	4	10	2	2
2	Mezclador	1	1	7	7	2	2	7	2	7	7	2	4	10	2	2
3	Sacos	1	7	7	7	6	6	6	6	6	3	1	1	1	1	1
4	Sacos	3	7	7	7	7	7	3	6	6	3	1	1	1	1	1
5	Forro sacos	1	2	1	1	2	1	1	1	8	8	1	1	7	7	7
6	Concretera	6	6	3	1	2	1	1	1	1	1	3	6	1	3	1
7	Concretera	1	2	1	7	2	2	1	1	1	1	6	3	1	3	1
8	Cargador	1	2	1	1	1	1	1	3	3	1	1	5	1	9	3
9	Otro	1	2	1	1	1	1	1	1	2	2	1	1	7	7	7
10																

	TIPO DE TRABAJO
1	Productivo
2	Espera
3	Transporte de materiales
4	Espera informacion
5	Espera espacio de trabajo
6	Mediciones y marcando sacos
7	Limpieza
8	Descansando
9	Platicando
10	En el bano

Lugar	Actividad	Unidad de produccion	Tiempo de muestreo
PLANTA CREST	PRODUCCION	sacos	2 min
# Trabajadores	**Periodo observado**	**Total hrs muestra**	**Fecha**
9	3:00 - 5:00	2 horas	11/Julio al 15/Julio

PERSONAL	Tiempo productivo	TIPO DE PERDIDAS											Observacions no validas	Total de observaciones
		Esperas	Platicando	Necesidades fisiologicas	Transporte de materiales	Descansando	Mediciones y marcando sacos	Espera espacio de trabajo	Limpieza	Espera de informacion				
Mezclador	11	10	0	1	1	1	0	0	5	1				30
Mezclador	11	10	0	1	2	0	0	0	5	1				30
Sacos	19	1	0	0	2	0	5	0	3	0				30
Sacos	16	2	0	0	5	0	2	0	5	0				30
Forro Sacos	21	3	0	0	0	3	0	0	3	0				30
Concretera	12	4	0	0	6	3	5	0	0	0				30
Concretera	15	9	1	0	2	1	1	0	1	0				30
Cargador	20	3	1	0	4	0	0	1	1	0				30
Otro	13	10	0	0	0	4	0	0	3	0				30
TOTALES	138	52	2	2	22	12	13	1	26	2				270
TOTAL DE MIN OBSERVADOS	276	104	4	4	44	24	26	2	52	4				540
UNIDADES PRODUCIDAS	600 sacos													
RENDIMIENTO OBSERVADO	66.667 sacos /HH													
RENDIMIENTO SIN RETRASOS	130.435 sacos /HH													
PRODUCTIVIDAD	51.11%													

MUESTREO Y PRODUCTIVIDAD (SEMANA 3)

Lugar	Actividad	Unidad de produccion	Tiempo de muestreo
PLANTA CREST	PRODUCCION	m3 - sacos	2 min
# Trabajadores	**Periodo observado**	**Total hrs muestra**	**Fecha**
9	9:30 - 11:30	2 horas	18/Julio al 22/Julio

PERSONAL		No. De Muestra														
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	Mezclador	1	2	1	1	1	1	2	1	2	2	1	1	1	1	1
2	Sacos	6	6	1	1	1	1	3	3	1	4	1	1	1	1	1
3	Sacos	3	6	1	1	1	10	3	3	1	1	1	1	1	1	1
4	Mezclador	3	3	6	6	6	1	6	3	3	3	3	1	1	1	1
5	Mezclador	3	7	3	3	3	1	3	3	3	3	3	1	1	1	1
6	Sacos	1	1	1	3	1	1	6	3	1	1	1	1	1	1	1
7	Sacos	1	1	1	7	1	1	6	6	1	1	1	1	1	1	1
8	Concretera	3	3	1	1	1	1	8	1	1	1	1	8	9	9	2
9	Cargador	1	1	1	1	1	1	1	3	1	1	1	1	1	1	1
10																

PERSONAL		No. De Muestra														
		16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
1	Mezclador	1	2	9	8	9	7	2	1	1	1	1	2	2	2	1
2	Sacos	6	6	6	6	1	1	1	1	1	1	3	3	6	3	1
3	Sacos	2	8	8	3	3	1	1	1	1	1	3	9	2	1	1
4	Mezclador	1	1	8	2	9	1	1	1	1	1	2	2	2	2	1
5	Mezclador	1	1	2	2	1	1	1	1	1	1	8	2	8	2	2
6	Sacos	7	3	1	1	1	1	1	1	7	3	7	7	1	1	1
7	Sacos	2	6	1	1	1	1	1	1	6	6	6	6	1	1	1
8	Concretera	2	3	2	2	2	8	8	2	2	8	2	1	1	1	1
9	Cargador	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	5	1	2	1
10																

TIPO DE TRABAJO	
1	Productivo
2	Espera de materiales
3	Transporte de materiales
4	Espera informacion
5	Espera espacio de trabajo
6	Mediciones y marcando sacos
7	Limpieza
8	Descansando
9	Platicando
10	En el bano

Lugar	Actividad	Unidad de produccion	Tiempo de muestreo
PLANTA CREST	PRODUCCION	sacos	2 min
# Trabajadores	**Periodo observado**	**Total hrs muestra**	**Fecha**
9	9:30 - 11:30	2 horas	18/Julio al 22/Julio

PERSONAL	Tiempo productivo	TIPO DE PERDIDAS											Observacions no validas	Total de observaciones
		Esperas	Platicando	Necesidades fisiologicas	Transporte de materiales	Descansando	Mediciones y marcando sacos	Espera espacio de trabajo	Limpieza	Espera de informacion				
Mezclador	17	9	2	0	1	1	0	0	0	0				30
Sacos	17	0	0	0	5	0	7	0	0	1				30
Sacos	17	2	1	1	6	2	1	0	0	0				30
Mezclador	13	5	1	0	6	1	4	0	0	0				30
Mezclador	13	5	0	0	9	2	0	0	1	0				30
Sacos	21	0	0	0	4	0	1	0	4	0				30
Sacos	21	1	0	0	0	0	7	0	1	0				30
Concretera	12	8	2	0	3	5	0	0	0	0				30
Cargador	27	1	0	0	1	0	0	1	0	0				30
TOTALES	158	31	6	1	35	11	20	1	6	1				270
TOTAL DE MIN OBSERVADOS	316	62	12	2	70	22	40	2	12	2				540
UNIDADES PRODUCIDAS	600 sacos													
RENDIMIENTO OBSERVADO	66.667 sacos /HH													
RENDIMIENTO SIN RETRASOS	113.924 sacos /HH													
PRODUCTIVIDAD	58.52%													

MUESTREO Y PRODUCTIVIDAD (SEMANA 4)

Lugar	Actividad	Unidad de produccion	Tiempo de muestreo
PLANTA CREST	PRODUCCION	sacos - m3	2 min
# Trabajadores	**Periodo observado**	**Total hrs muestra**	**Fecha**
10	2:30 - 4:30	2 horas	25/Julio al 29/Julio

PERSONAL		No. De Muestra														
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	Mezclador	2	2	8	2	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1
2	Sacos	2	8	2	2	2	8	8	1	2	1	1	1	1	1	7
3	Sacos	2	2	2	8	2	8	2	1	2	1	1	1	1	1	7
4	Mezclador	2	1	1	1	1	1	2	1	1	1	2	1	1	1	1
5	Mezclador	2	1	1	1	1	2	2	1	1	1	2	1	1	1	8
6	Sacos	8	8	3	2	1	1	1	2	8	1	1	1	1	1	1
7	Sacos	8	8	8	2	8	8	8	6	2	3	1	1	1	1	1
8	Cargador	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3	9	3	1
9	Concretera / Descarga	8	1	1	1	1	1	1	8	8	8	10	3	9	3	3
10	Concretera / Forro	1	1	1	8	1	8	1	4	1	1	1	1	3	1	1

PERSONAL		No. De Muestra														
		16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
1	Mezclador	2	8	1	8	2	1	2	8	2	1	1	1	1	1	2
2	Sacos	2	8	1	1	1	1	1	2	2	2	2	3	6	6	1
3	Sacos	2	8	8	1	1	1	1	1	2	2	3	3	6	6	1
4	Mezclador	2	5	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1
5	Mezclador	2	5	1	1	1	1	2	8	2	8	2	8	2	1	1
6	Sacos	1	1	7	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	7	7
7	Sacos	1	1	7	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	7	7
8	Cargador	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
9	Descarga	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
10	Forro sacos	1	8	9	8	9	2	8	8	2	1	1	1	1	2	2

TIPO DE TRABAJO	
1	Productivo
2	Espera
3	Transporte de materiales
4	Espera informacion
5	Espera espacio de trabajo
6	Mediciones
7	Limpieza
8	Descansando
9	Platicando
10	En el bano

Lugar	Actividad	Unidad de produccion	Tiempo de muestreo
PLANTA CREST	PRODUCCION	sacos	2 min
# Trabajadores	**Periodo observado**	**Total hrs muestra**	**Fecha**
10	2:30 - 4:30	2 horas	25/Julio al 29/Julio

PERSONAL	Tiempo productivo	TIPO DE PERDIDAS											Observacions no validas	Total de observaciones
		Esperas	Platicando	Necesidades fisiologicas	Transporte de materiales	Descansando	Mediciones y marcando sacos	Espera espacio de trabajo	Limpieza	Espera de informacion				
Mezclador	17	9	0	0	0	4	0	0	0	0				30
Sacos	12	10	0	0	1	4	2	0	1	0				30
Sacos	12	9	0	0	2	4	2	0	1	0				30
Mezclador	24	5	1	0	0	0	0	0	0	0				30
Mezclador	16	9	1	0	0	4	0	0	0	0				30
Sacos	21	2	0	0	1	3	0	0	3	0				30
Sacos	18	2	0	0	1	5	1	0	3	0				30
Cargador	27	0	1	0	2	0	0	0	0	0				30
Conc / Desc	20	0	1	1	4	4	0	0	0	0				30
Conc / Forro	16	4	2	0	1	6	0	0	0	1				30
TOTALES	183	50	6	1	12	34	5	0	8	1				300
TOTAL DE MIN OBSERVADOS	366	100	12	2	24	68	10	0	16	2				600
UNIDADES PRODUCIDAS	600 sacos													
RENDIMIENTO OBSERVADO	60.000 sacos /HH													
RENDIMIENTO SIN RETRASOS	98.361 sacos /HH													
PRODUCTIVIDAD	61.00%													

MUESTREO Y PRODUCTIVIDAD (SEMANA 5)

Lugar	Actividad	Unidad de produccion	Tiempo de muestreo
PLANTA CREST	PRODUCCION	kg - sacos	2 min
# Trabajadores	**Periodo observado**	**Total hrs muestra**	**Fecha**
10	10:30 - 12:00	1.5 horas	1/Agosto al 5/Agosto

PERSONAL		No. De Muestra														
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	Mezclador	1	2	2	8	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1
2	Sacos	1	1	2	2	3	3	3	6	1	1	1	1	1	6	6
3	Sacos	1	1	2	8	3	3	3	6	1	1	1	1	1	6	1
4	Mezclador	2	7	2	1	1	1	1	1	1	9	1	2	8	8	7
5	Mezclador	2	2	2	1	1	1	1	1	7	9	1	2	8	8	7
6	Sacos	7	2	1	1	1	8	6	1	1	1	1	1	1	1	2
7	Sacos	7	7	1	1	1	3	8	1	1	1	1	1	1	1	2
8	Cargador	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	9	2	2	1	1
9	Concretera	2	7	3	3	4	3	3	3	3	3	3	3	3	1	1
10	Concretera	1	3	10	3	3	3	3	1	1	6	9	1	1	1	1

PERSONAL		No. De Muestra														
		16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
1	Mezclador	2	1	1	10	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	8
2	Sacos	1	1	6	3	2	2	1	1	1	1	6	7	7	1	1
3	Sacos	1	1	6	7	2	2	1	1	1	1	3	7	1	1	1
4	Mezclador	1	7	7	2	2	2	2	3	1	2	2	2	2	3	8
5	Mezclador	1	7	7	2	2	2	3	3	8	3	3	3	3	3	8
6	Sacos	7	7	7	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
7	Sacos	7	8	7	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2
8	Cargador	1	1	1	3	1	3	1	8	2	1	1	1	1	1	2
9	Concretera	1	1	2	6	6	6	1	2	6	6	2	6	6	6	8
10	Concretera	3	1	1	1	1	1	1	2	7	7	2	6	6	6	2

TIPO DE TRABAJO	
1	Productivo
2	Espera
3	Transporte de materiales
4	Espera informacion
5	Espera espacio de trabajo
6	Mediciones
7	Limpieza
8	Descansando
9	Platicando
10	En el bano

Lugar	Actividad	Unidad de produccion	Tiempo de muestreo
PLANTA CREST	PRODUCCION	sacos	2 min
# Trabajadores	**Periodo observado**	**Total hrs muestra**	**Fecha**
10	10:00 - 12:00	2 horas	1/Agosto al 5/Agosto

PERSONAL	Tiempo productivo	TIPO DE PERDIDAS											Observacions no validas	Total de observaciones
		Esperas	Platicando	Necesidades fisiologicas	Transporte de materiales	Descansando	Mediciones y marcando sacos	Espera espacio de trabajo	Limpieza	Espera de informacion				
Mezclador	21	6	0	1	0	2	0	0	0	0				30
Sacos	15	4	0	0	4	0	5	0	2	0				30
Sacos	17	3	0	0	4	1	3	0	2	0				30
Mezclador	9	11	1	0	2	3	0	0	4	0				30
Mezclador	7	7	1	0	7	4	0	0	4	0				30
Sacos	22	2	0	0	0	1	1	0	4	0				30
Sacos	21	2	0	0	1	2	0	0	4	0				30
Cargador	21	5	1	0	2	1	0	0	0	0				30
Concretera	5	4	0	0	10	1	8	0	1	1				30
Concretera	13	3	1	1	6	0	4	0	2	0				30
TOTALES	151	47	4	2	36	15	21	0	23	1				300
TOTAL DE MIN OBSERVADOS	302	94	8	4	72	30	42	0	46	2				600
UNIDADES PRODUCIDAS	600 sacos													
RENDIMIENTO OBSERVADO	60.000 sacos /HH													
RENDIMIENTO SIN RETRASOS	119.205 sacos /HH													
PRODUCTIVIDAD	50.33%													

TABLAS DE DISTRIBUCIONES DE TRABAJO

FECHA	Tiempo Productivo	DISTRIBUCION DEL TRABAJO								
		Esperas	Platicando	Necesidades fisiologicas	Transporte de materiales	Descansando	Mediciones y marcando sacos	Espera de espacio de trabajo	Limpieza	Espera informacion
Dia 1	167	49	6	7	33	22	8	3	5	0
Dia 2	138	52	2	2	22	12	13	1	26	2
Dia 3	158	31	6	1	35	11	20	1	6	1
Dia 4	183	50	6	1	12	34	5	0	8	1
Dia 5	151	47	4	2	36	15	21	0	23	1
TOTAL	**797**	**229**	**24**	**13**	**138**	**94**	**67**	**5**	**68**	**5**

DISTRIBUCION DEL TRABAJO (MEZCLADORES)

MEZCLADORES									
Tiempo productivo	TIPO DE PERDIDAS								
	Esperas	Platicando	Necesidades fisiologicas	Transporte de materiales	Descansando	Mediciones y marcando sacos	Espera de espacio de trabajo	Limpieza	Espera informacion
21	7	0	0	0	2	0	0	0	0
15	10	0	0	2	2	1	0	0	0
17	8	0	1	2	2	0	0	0	0
11	10	0	1	1	1	0	0	5	1
11	10	0	1	2	0	0	0	5	1
17	9	2	0	1	1	0	0	0	0
13	5	1	0	6	1	4	0	0	0
13	5	0	0	9	2	0	0	1	0
17	9	0	0	0	4	0	0	0	0
24	5	1	0	0	0	0	0	0	0
16	9	1	0	0	4	0	0	0	0
21	6	0	1	0	2	0	0	0	0
9	11	1	0	2	3	0	0	4	0
7	7	1	0	7	4	0	0	4	0
212	**111**	**7**	**4**	**32**	**28**	**5**	**0**	**19**	**2**

DISTRIBUCION DEL TRABAJO (SACOS)

SACOS									
	TIPO DE PERDIDAS								
Tiempo productivo	Esperas	Platicando	Necesidades fisiologicas	Transporte de materiales	Descansando	Mediciones y marcando sacos	Espera de espacio de trabajo	Limpieza	Espera informacion
18	3	0	0	5	1	2	0	1	0
14	4	0	0	4	2	3	0	3	0
20	5	0	0	3	0	2	0	0	0
20	3	1	0	6	0	0	0	0	0
19	1	0	0	2	0	5	0	3	0
16	2	0	0	5	0	2	0	5	0
17	0	0	0	5	0	7	0	0	1
17	2	1	1	6	2	1	0	0	0
21	0	0	0	4	0	1	0	4	0
21	1	0	0	0	0	7	0	1	0
12	10	0	0	1	4	2	0	1	0
12	9	0	0	2	4	2	0	1	0
21	2	0	0	1	3	0	0	3	0
18	2	0	0	1	5	1	0	3	0
15	4	0	0	4	0	5	0	2	0
17	3	0	0	4	1	3	0	2	0
22	2	0	0	0	1	1	0	4	0
21	2	0	0	1	2	0	0	4	0
321	**55**	**2**	**1**	**54**	**25**	**44**	**0**	**37**	**1**

DISTRIBUCION DEL TRABAJO (OTROS)

OTROS									
	TIPO DE PERDIDAS								
Tiempo productivo	Esperas	Platicando	Necesidades fisiologicas	Transporte de materiales	Descansando	Mediciones y marcando sacos	Espera de espacio de trabajo	Limpieza	Espera informacion
13	7	5	6	0	9	0	0	0	0
13	10	0	0	0	4	0	0	3	0
21	3	0	0	0	3	0	0	3	0
47	**20**	**5**	**6**	**0**	**16**	**0**	**0**	**6**	**0**

DISTRIBUCION DEL TRABAJO (CONCRETERA)

CONCRETERA									
	TIPO DE PERDIDAS								
Tiempo productivo	Esperas	Platicando	Necesidades fisiologicas	Transporte de materiales	Descansando	Mediciones y marcando sacos	Espera de espacio de trabajo	Limpieza	Espera informacion
10	0	0	0	6	3	0	0	1	0
12	4	0	0	6	3	5	0	0	0
15	9	1	0	2	1	1	0	1	0
12	8	2	0	3	5	0	0	0	0
20	0	1	1	4	4	0	0	0	0
16	4	2	0	1	6	0	0	0	1
5	4	0	0	10	1	8	0	1	1
13	3	1	1	6	0	4	0	2	0
103	**32**	**7**	**2**	**38**	**23**	**18**	**0**	**5**	**2**

DISTRIBUCION DEL TRABAJO (CARGADOR)

CARGADOR									
	TIPO DE PERDIDAS								
Tiempo productivo	Esperas	Platicando	Necesidades fisiologicas	Transporte de materiales	Descansando	Mediciones y marcando sacos	Espera de espacio de trabajo	Limpieza	Espera informacion
19	2	0	0	5	1	0	3	0	0
20	3	1	0	4	0	0	1	1	0
27	1	0	0	1	0	0	1	0	0
27	0	1	0	2	0	0	0	0	0
21	5	1	0	2	1	0	0	0	0
114	**11**	**3**	**0**	**14**	**2**	**0**	**5**	**1**	**0**

TABLA DE TRABAJO CONTRIBUTIVO

Lugar	Actividad	Fecha
PLANTA CREST	PRODUCCION	29-Jul-05
Periodo observado	**# trabajadores**	**Realizado por**
Una semana	10	Marcos Serrano

ESPECIALIDAD	TRABAJO CONTRIBUTIVO											TOTAL	PORCENTAJE (%)
	Transporte	Mediciones	Limpieza	Espera info									
Mezclador	32	5	19	2								**58**	**21**
Sacos	54	44	37	1								**136**	**49**
Cargador	14	0	1	0								**15**	**5.4**
Revolvedora	38	18	5	2								**63**	**23**
Otro	0	0	6	0								**6**	**2.2**
TOTAL	**138**	**67**	**68**	**5**								**278**	**100**

TABLA DE TRABAJO NO CONTRIBUTIVO

Lugar	Actividad	Fecha
PLANTA CREST	PRODUCCION	29-Jul-05
Periodo observado	**# trabajadores**	**Realizado por**
Una semana	10	Marcos Serrano

ESPECIALIDAD	TRABAJO NO CONTRIBUTIVO											TOTAL	PORCENTAJE (%)
	Esperas	Platicando	En el baño	Descansando	Espera espacio								
Mezclador	111	7	4	28	0							**150**	**41**
Sacos	55	2	1	25	0							**83**	**23**
Cargador	11	3	0	2	5							**21**	**5.8**
Concretera	32	7	2	23	0							**64**	**18**
Otro	20	5	6	16	0							**47**	**13**
TOTAL	**229**	**24**	**13**	**94**	**5**							**365**	**100**