

**DISEÑO DE UN MODELO DE PLAN MAESTRO DE PRODUCCIÓN QUE ENCAUSE EN
LA EFICIENCIA OPERATIVA EN LA EMPRESA ARENERA LOS PINOS LTDA.**

OSORIO ROJAS JUAN FERNANDO

**UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA
ESCUELA DE ADMINISTRACION E INGENIERIAS
FACULTAD DE INGENIERIA INDUSTRIAL
FLORIDABLANCA**

2013

**DISEÑO DE UN MODELO DE PLAN MAESTRO DE PRODUCCIÓN QUE ENCAUSE EN
LA EFICIENCIA OPERATIVA EN LA EMPRESA ARENERA LOS PINOS LTDA.**

OSORIO ROJAS JUAN FERNANDO

ID: 000069705

TRABAJOS DE GRADO

Profesor. M.Sc Orlando Federido Gonzales Casallas

**UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA
ESCUELA DE ADMINISTRACION E INGENIERIAS
FACULTAD DE INGENIERIA INDUSTRIAL
FLORIDABLANCA**

2013

NOTA DE ACEPTACION:

Calificador

Calificador

DEDICATORIA

Este trabajo está dedicado a las personas más importantes en mi vida, las cuales nunca se apartaron de mí, logrando que luchara día a día por conseguir culminar este objetivo.

TABLA DE CONTENIDO

	pág.
INTRODUCCION.....	16
1. GENERALIDADES DE LA EMPRESA.....	17
1.1 Nombre de la empresa.....	17
1.2 Actividad económica.....	17
1.3 Número de empleados.....	17
1.4 Estructura organizacional.....	17
1.5 Teléfono.....	17
1.6 Dirección.....	18
1.7 Reseña Histórica.....	18
1.8 Descripción del área específica de trabajo.....	18
1.9 Nombre y cargo del supervisor.....	18
2. DIAGNOSTICO DE LA EMPRESA.....	19
3. DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA.....	20
4. ANTECEDENTES.....	22
5. JUSTIFICACION.....	24
6. OBJETIVOS.....	25
6.1 Objetivo General.....	25
6.2 Objetivos Específicos.....	25

7.	MARCO TEORICO.....	26
7.1	Productividad.....	26
7.2	Rediseño de línea.....	27
7.3	Balanceo de línea.....	27
7.4	Estudio de trabajo.....	28
7.4.1	Estudio de tiempos.....	29
7.5	Función de la producción.....	29
7.5.1	Proceso de transformación.....	30
7.5.2	Plazo de entrega.....	30
7.5.3	Flexibilidad.....	30
7.6	Planificación de producción.....	31
7.7	Información y control.....	32
7.8	Sistema Westing House.....	32
8.	METODOLOGIA.....	35
8.1	Identificar el estado actual de los procesos de producción, infraestructura y personal de la planta y manejo de inventarios.....	35
8.1.1	Proceso de obtención de arena.....	36
8.1.2	Proceso de obtención de arena triturada.....	38
8.1.3	Proceso de obtención de arena fina.....	43
8.1.4	Proceso de producción de triturados.....	44
8.1.5	Proceso de obtención de base y sub base.....	48
8.1.6	Proceso de obtención de piedra para filtro y material mixto.....	52
8.2	Estandarización de los tiempos de operación en cada estación de trabajo.....	53

8.2.1	Tiempos de obtención del material de Arena lavada.....	58
8.2.2	Tiempos de explotación de material.....	64
8.2.3	Tiempos de producción arena triturada y triturados.....	68
8.2.4	Tiempos de producción de Base y sub base.....	74
8.2.4.1	Tiempos producción Base granular.....	74
8.2.4.2	Tiempos producción Sub-base.....	80
8.3	Diseño de transporte interno.....	86
8.3.1	Reorganización de los stocks de material.....	89
8.3.2	Diseño de nuevas rutas de transito al interior de la planta.....	93
8.4.	Diseño de sistema de programación de producción.....	96
8.4.1	Programa para la explotación de material.....	97
8.4.2	Programa para la producción arena triturada y triturados.....	104
8.4.3	Programa para la producción de Base y de Sub base.....	108
8.4.4	Programa para la producción de arena lavada.....	111
9.	PROPUESTAS.....	115
10.	CONCLUSIONES.....	116
11.	RECOMENDACIONES.....	117
12.	BIBLIOGRAFIA.....	118

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1: Convenciones para la creación de diagramas de flujo	36
Tabla 2: Descripción de actividades del proceso de lavado de arena.....	38
Tabla 3: Descripción de actividades del proceso de obtención de arena triturada.....	41
Tabla 4: Descripción de actividades del proceso de obtención de arena fina	44
Tabla 5: Descripción de actividades del proceso de obtención del triturado	47
Tabla 6: Descripción de actividades del proceso de obtención de la Base y la Sub base...	50
Tabla 7: Cantidad de Materiales producidos entre Enero de y Septiembre de 2010.....	54
Tabla 8: Guía para el numero de ciclos que se van a observar en un estudio de tiempos..	56
Tabla 9: Guía para evaluación de desempeño.....	57
Tabla 10: Calificación de desempeño de arena lavada (Explotación del rio).....	59
Tabla 11: Calificación de desempeño de arena lavada (Transporte a zona de lavado).....	60
Tabla 12: Calificación de desempeño de arena lavada (Lavado de arena).....	61
Tabla 13: Calificación de desempeño de arena lavada (Apilamiento de material).....	62
Tabla 14: Tiempos de operación en el proceso de obtención de arena lavada.....	63
Tabla 15: Calificación de desempeño de explotación de material (Explotación del rio).....	64

Tabla 16: Calificación de desempeño explotación de material (Transporte a zona de lavado).....	65
Tabla 17: Calificación de desempeño de explotación de material (Apilamiento de material).....	66
Tabla 18 Tiempos de operación del proceso de explotación del material.....	67
Tabla 19: Calificación de desempeño de PCC arena triturada y triturados (Cargue de volqueta).....	68
Tabla 20: Calificación de desempeño de PCC arena triturada y triturados (Transporte a trituradora).....	69
Tabla 21: Calificación de desempeño de PCC arena triturada y triturados (Vertimiento de tolva).....	70
Tabla 22. Calificación de desempeño de PCC arena triturada y triturados (Proceso de trituración).....	71
Tabla 23. Calificación de desempeño de PCC arena triturada y triturados (Apilamiento de material).....	73
Tabla 24: Tiempos de operación del proceso de obtención de triturados y arena triturada.....	73
Tabla 25. Calificación de desempeño de PCC arena triturada y triturados (Cargue de volqueta).....	74
Tabla 26. Calificación de desempeño de PCC arena triturada y triturados (Transporte a trituradora).....	75
Tabla 27. Calificación de desempeño de PCC arena triturada y triturados (Vertimiento de tolva).....	76

Tabla 28. Calificación de desempeño de PCC arena triturada y triturados (Proceso de trituración).....	77
Tabla 29. Calificación de desempeño de PCC arena triturada y triturados (Apilamiento de material).....	78
Tabla 30: Tiempos de operación del proceso de obtención de Base granular.....	79
Tabla 31. Calificación de desempeño de PCC arena triturada y triturados (Cargue de volqueta).....	80
Tabla 32. Calificación de desempeño de PCC arena triturada y triturados (Transporte a trituradora).....	80
Tabla 33. Calificación de desempeño de PCC arena triturada y triturados (Vertimiento de tolva).....	81
Tabla 34. Calificación de desempeño de PCC arena triturada y triturados (Proceso de trituración).....	82
Tabla 35. Calificación de desempeño de PCC arena triturada y triturados (Apilamiento de material).....	83
Tabla 36: Tiempos de operación del proceso de obtención de Sub - base granular.....	85
Tabla 37: Metros necesitados y producidos por cada estación de trabajo.....	91
Tabla 38: Nuevos tiempos de transito en la planta.....	93
Tabla 39: Nuevos tiempos de operación.....	95
Tabla 40: Capacidad de la planta con tiempos de operación nuevos.....	97
Tabla 41: Capacidad de material producido en triturados y arena triturada.....	97

Tabla 42: Conversión de material crudo a material final.....	98
Tabla 43: Promedios de ventas por material. (Valores en metros cúbicos).....	99
Tabla 44: Cantidad de materia crudo a explotar mensual.....	100
Tabla 45: Ventas de triturado 1/2 y 3/8 con el material crudo necesitado.....	107

FIGURAS

	Pág.
Figura 1: Organigrama de arenera los pinos.....	17
Figura 2: Ciclo PHVA enfocado a la planeación.....	21
Figura 3: Diagrama de proceso de la obtención de la arena lavada.....	38
Figura 4: Diagrama de proceso del proceso de obtención de la arena triturada.....	39
Figura 5: Diagrama de proceso de la obtención de la arena fina.....	43
Figura 6: Diagrama de funcionamiento de la trituradora.....	45
Figura 7: Diagrama de proceso de la obtención de los triturados.....	46
Figura 8: Diagrama de proceso de obtención de la base y las sub base.....	49
Figura 9: Grafico del proceso de consecución de la piedra para filtro.....	52
Figura 10: Diagrama de obtención del material mixto.....	53
Figura 11: Grafico de materiales producidos de marzo a diciembre de 2010.....	55
Figura 12: Hoja de observación del estudio de tiempo.....	56
Figura 13: Mapa de las vías de los vehículos de explotación.....	86

Figura 14: Mapa de las vías de los vehículos que alimentan las trituradoras.....	88
Figura 15: Mapa de planta con coordenadas.....	90
Figura 16: Mapa con la ubicación del stock único de almacenamiento.....	92
Figura 17: Mapa de nuevas rutas de transito.....	93
Figura 18: Mapa de producción de Arenera los Pinos.....	94
Figura 19: Metodología para la programación de la producción.....	101
Figura 20: Diagrama de tiempos para la ejecución del proceso de explotación.....	103
Figura 21: Metodología del proceso de trituración de arena y triturados.....	105
Figura 22: Diagrama de tiempo de trituración para trituradoras 1 y 2.....	107
Figura 23: Diagrama de tiempo de trituración BASE.....	109
Figura 24: Diagrama de tiempo de trituración SUB-BASE.....	111
Figura 25: Diagrama de tiempo para el lavado de arena.....	112
Figura 26: Metodología para la planeación de la producción por semana.....	113

RESUMEN GENERAL DE TRABAJO DE GRADO

TITULO: DISEÑO DE UN MODELO DE PLAN MAESTRO DE PRODUCCION QUE ENCAUSE EN LA EFICIENCIA OPERATIVA EN LA EMPRESA ARENERA LOS PINOS LTDA

AUTOR: JUAN FERNANDO OSORIO ROJAS

FACULTAD: Facultad de Ingeniería Industrial

DIRECTOR: ORLANDO FEDERICO GONZALEZ CASALLAS

RESUMEN

Con este trabajo, se realizó la identificación de los recursos existentes de mano de obra, equipos, materia prima y material, partiendo de un estudio de métodos y tiempos hasta plantear la adaptación de un diseño de programación de producción en la ARENERA LOS PINOS LTDA.

El proyecto se centra en la filosofía del ciclo PHVA, haciendo énfasis en la planeación, herramienta ausente en todos los procesos productivos en la planta, alcanzando una operación deficiente.

Logrando un análisis de la actualidad operacional de la empresa, se logra determinar que la distribución de stocks de almacenamiento, la definición de nuevas rutas de transito al interior de la planta, lograron que el plan maestro de producción formulado encausara la eficiencia operativa de la empresa ARENERA LOS PINOS LTDA.

PALABRAS CLAVES: Triturados, Trituradora, Arena triturada, Material crudo.

Vº Bº DIRECTOR DE TRABAJO DE GRADO

GENERAL SUMMARY OF WORK OF GRADE

TITLE: DESIGN OF A MODEL OF PRODUCTION MASTER PLAN THAT IN OPERATIONAL EFFICIENCY IN THE ARENERA LOS PINOS LTDA.

AUTHOR: JUAN FERNANDO OSORIO ROJAS

FACULTY: Facultad de Ingeniería Industrial

DIRECTOR: ORLANDO FEDERICO GONZALEZ CASALLAS

ABSTRACT

With this work, we conducted a study to identify existing resources of manpower, equipment, raw materials and equipment, based on a study of methods and times to raise the adaptation of a production scheduling design in ARENERA LOS PINOS LTDA.

The project focuses on the philosophy of the PHVA cycle, with emphasis on planning, tool absent in all production processes at the plant, making poor operation.

Making an analysis of the company's operating today, was able to determine that the distribution of storage stocks, the definition of new transit routes into the ground, managed to master production plan formulated prosecute one of the company's operational efficiency in ARENERA LOS PINOS LTDA.

KEYWORDS: Crushed, Crusher, Arena crushed, Raw Material.

V° B° DIRECTOR OF GRADUATE WORK

INTRODUCCION

El presente proyecto presenta la adaptación de una herramienta para la programación de producción de la planta *ARENERA LOS PINOS*, es un proceso que la compañía debe asumir ya que se encuentra en la búsqueda del mejoramiento de sus operaciones.

A través de la información de tiempos de ejecución de manufactura formulada en Microsoft Excel se evaluarán escenarios de la producción durante un periodo semanal. La empresa podrá contar con una herramienta que dará una visión de la operación antes de iniciar la actividad laboral de manufactura, es decir un proceso de planeación que permita establecer las actividades de producción en unidades terminadas para cumplir con los requerimientos de los clientes.

Esta propuesta de tiempos de ejecución de la producción, aportará a la empresa un método de evaluación, que la empresa tomara para una toma de decisiones acertada.

1. GENERALIDADES DE LA EMPRESA

1.1 Nombre de la empresa: ARENERA LOS PINOS LTDA.

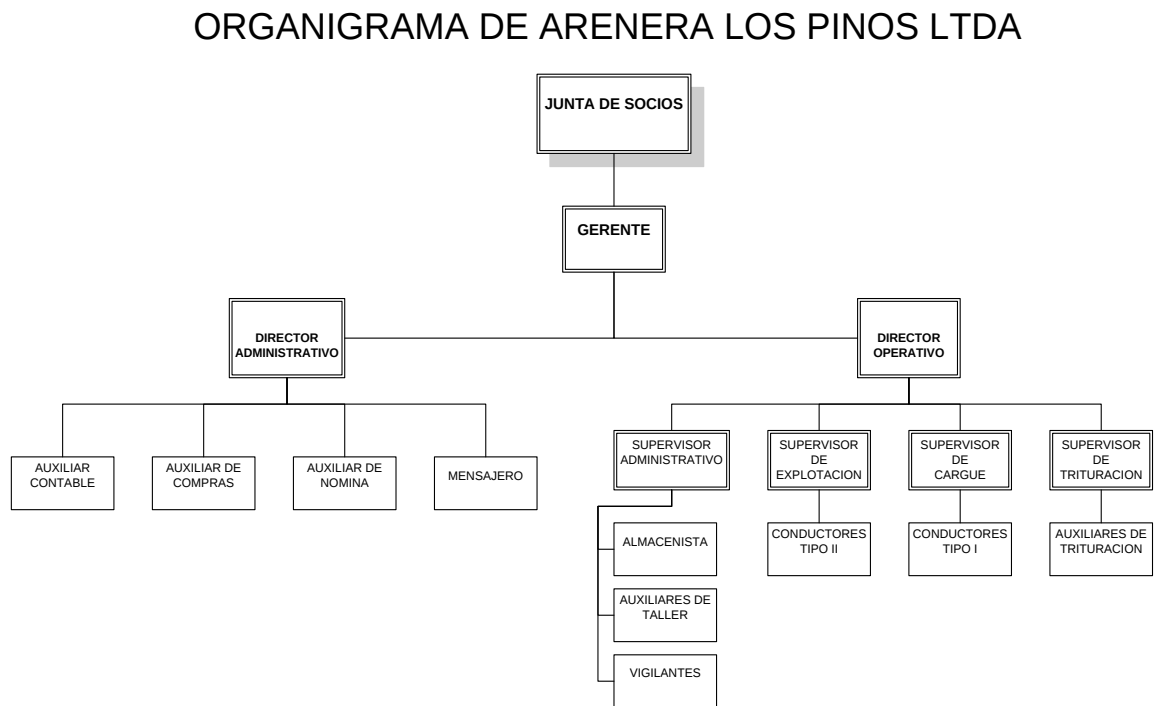
1.2 Actividad económica: Explotación y transformación de materiales pétreos utilizados en la construcción de obras civiles.

Productos: Bases, Sub bases, triturados y arenas.

1.3 Número de empleados: 25 empleados.

1.4 Estructura organizacional.

Figura 1



ente: Autor.

Fu

1.5 Teléfonos: 6303523 – 6526525

1.6 Dirección.

Dirección de la planta: Kilometro 51 Vía San Gil – Bucaramanga, Aratoca – Santander.

Dirección de la Oficina: Calle 35 N° 18 – 65 Oficina 504 – 505 Torre sur Centro Comercial Rosedal.

1.7 Reseña Histórica.

Constituida en 1998 como empresa familiar denominada ARENERA LOS PINOS, nace con el objetivo de proveer materia prima para el sector de la construcción en el oriente del departamento de Santander.

Se inició con el proceso de lavado, luego de ver las necesidades del sector se adicionó el proceso de trituración, el cual complementa el objetivo de la empresa.

Actualmente se produce todo tipo de material que el ramo de la construcción requiere con especificaciones técnicas de acuerdo a las necesidades de cada cliente. Se cuenta con dos títulos mineros con sus respectivas licencias ambientales.

En septiembre de 2008, con el fin de consolidarse aun más la empresa se convierte en sociedad con la razón social ARENERA LOS PINOS LTDA.

1.8 Descripción del área de trabajo

El área de la compañía en la que se centrara la práctica, será la de producción desde el momento de la explotación del material de río, hasta la trituración de este.

El proceso consta de extraer el material crudo que arroja el río Chicamocha, transportarlo de la zona de explotación a los stocks de material donde debe secarse, para posteriormente verterlos sobre las tolvas de las trituradoras y sean estas las que dan el producto final terminado, triturado, arena triturada, bases y sub bases.

1.9 Nombre y cargo del supervisor Técnico:

- Fernando Rojas Rojas.
- Coordinador administrativo.

2. DIAGNOSTICO DE LA EMPRESA

En la actualidad ARENERA LOS PINOS LTDA no cuenta con ninguna clase de programación en la producción de los productos que se ofrecen y los pedidos solicitados no se cumplen satisfactoriamente, no se administran inventarios logrando que se descarten ofertas de compra de material ya que la desorganización no permite atender varios pedidos simultáneos.

Los trabajadores no tienen establecido un objetivo o una meta de cumplimiento diario y cada área (explotación, transporte y trituración) manejan conceptos diferentes de cómo desarrollar las actividades, lo que indica una falta de sincronía en las tareas actuales.

Los inventarios son supervisados a través de la inspección visual, de acuerdo a la experiencia de algunos de los empleados, y en ocasiones no se tiene la certeza de la cantidad producida, lo que acarrea problema en la toma de decisiones de ventas y despachos de los materiales.

Los controles actuales se basan en informes presentados por los empleados, los cuales carecen de objetividad, por lo que dificulta la interpretación, y un control certero de la producción, generando errores en las cifras de la producción con respecto a la cantidad que se va a distribuir a los clientes; y por lo tanto no se pueden realizar proyecciones de producción para la toma de decisiones de los pedidos.

Así mismo hay varias irregularidades que contribuyen a que el funcionamiento de la planta no se realice adecuadamente, tales como el tiempo de espera de los vehículos de cargue interno, la falta de rutas de tránsito definidas dentro de la planta que acorten el tiempo de suministro de material crudo a cada una de las estaciones de trabajo y la falta de espacios de almacenamiento que garantice el rápido acceso a las materias primas e insumos.

Con base en lo anterior, la empresa presenta desorganización en las operaciones de producción y distribución de productos, incumpliendo con los objetivos trazados por la dirección con respecto a la venta de los productos.

3. DELIMITACION DE PROBLEMA

De acuerdo al estado del arte, el concepto de *la eficiencia* se puede definir como el nivel de logro en la realización de objetivos por parte de un organismo con el menor coste de recursos financieros, humanos y tiempo, o con máxima consecución de los objetivos para un nivel dado de recursos (financieros, humanos, etc.)¹

Por lo tanto las organizaciones actuales deben enfocar sus actividades y procesos en la consecución de resultados eficientes, por consiguiente incrementar los niveles de productividad y competitividad en la organización; por lo tanto el uso de los conceptos de la *manufactura esbelta*, contribuirá a que se mejore la eficiencia en las operaciones de manufactura.

Muchas personas enfocarían diferentes opiniones para la generación de procesos eficientes, que aporten a la productividad y la calidad deseada, pero de acuerdo a la experiencia tomada por el autor, en la planta de Arenera los pinos LTDA, el factor primordial para la consecución de la eficiencia en los procesos de transformación de los productos radica en la planeación de estos.

La falta de planeación en la planta está acarreando distintos acontecimientos que están perturbando la operación normal, estos acontecimientos se traducen en errores que deben ser solucionados con dinero extra invertido a la operación, logrando que los costos de producción se incrementen dejando que el margen de utilidad de la compañía disminuya en cada uno de las ventas de material.

Los sucesos que se presentan al hacer un balance general por toda la problemática habitual de la planta se centra en que las jornadas de trabajo sin orientación previa concluyen en rumbos indeseados para la operación, tales como jornadas largas sin buenos resultados, desgaste de máquinas, y la acumulación de cansancio para el personal.

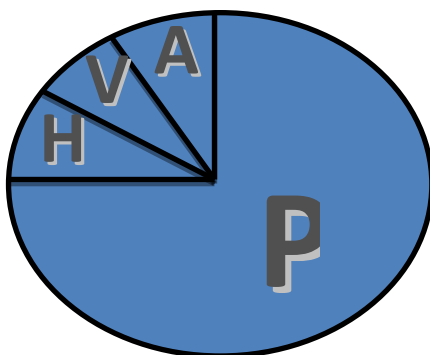
Es por tal razón que se desarrollará una propuesta de un programa de producción, basado en el ciclo PHVA, el cual es una herramienta de mejora para cualquier proceso de la empresa.

Es así que este proyecto quiere resolver el gran problema de planeación que existe, y basado en la pieza fundamental de la filosofía PHVA, donde se tazan los objetivos y metas a hacer, verificar y corregir.

De acuerdo a lo anterior el grafico del ciclo PHVA cambiara para la operación de *ARENERA LOS PINOS LTDA*, y la forma acertada del uso de esta metodología es la planteada en la Figura 2.

¹ Diccionario de Marketing, de Cultural S.A.

Figura 2: Ciclo PHVA enfocado a la planeación.



Fuente: Tomado de las notas de clase del Diplomado de sistemas integrados de gestión HSEQ, UIS Bucaramanga 1 de marzo a 28 de Abril de 2011.

4. ANTECEDENTES

En el área de producción no se han realizado avances considerables, solo se ha centrado en la presentación de reportes por parte de los empleados que son resultado de la producción, los cuales carecen de objetividad y solo muestran una clara desorganización del proceso productivo.

Los reportes presentados son los siguientes:

- Reporte de explotación: Este es diligenciado por la persona encargada de la excavadora la cual hace un conteo de los viajes de material de río que despacha en las volquetas usadas para esta tarea. Este reporte no arroja información confiable del proceso ya que solo se toman en cuenta las placas que llevan el material y cuantos viajes sacaron en un día laboral.
- Reporte de Volquetas: Este reporte es diligenciado por los conductores que transportan el material, ya sean los conductores tipo I o tipo II. Los conductores tipo I son los vehículos pequeños, los que transportan 7 metros cúbicos, y alimentan las trituradoras. Los conductores tipo II son los que conducen los vehículos con mayor capacidad, generalmente transportan 12 metros cúbicos de material y solo transportan el material del río.

Al igual que el anterior reporte solo se cuentan los viajes que llevan y en que sitio fue descargado, este reporte sirve de referencia para cuantificar los viajes despachados por el personal de explotación.

Cuando el reporte de explotación y el reporte de volquetas son revisados para calcular los metros cúbicos explotados y transportados, los reportes no facilitan datos concluyentes de la cantidad real de material explotado y transportado.

- Reporte de trituración: El reporte de trituración consta de diligenciar los viajes que son descargados en las tolvas de la trituradora por los conductores tipo I y de esta forma se cuantifica los viajes triturados para medir el rendimiento de la máquina, pero no se tiene en cuenta la cantidad de materiales que produce ya que las maquinas producen arena triturada y los tipos de triturados dos materiales distintos de un solo viaje de material de río, porque lo que no hay cuantificación de los productos finales de la máquina.
- Reporte de Cargue: Estos reportes son manejados por los dos cargadores de la compañía, los cuales ingresan los metros cargados a los clientes, guiados por la remisión enviada por la oficina de despachos, de igual forma cuantifican los metros cúbicos cargados, pero se presentan inconsistencias en los reportes de cargue, con el informe de despacho de la oficina.

Así mismo relacionan un reporte de movimiento interno de material que también es diligenciado en metros y no concuerda con ninguno de los reportes anteriores (Volquetas y trituración).

Estos reportes son retomados por la persona encargada de tabular los datos, este individuo cuadra las cifras dejando vacíos en los datos de producción, ya que no se toman en cuenta los errores en el diligenciamiento de datos presentes en los informes y tan solo transcribe esta información en diferentes tablas de datos numéricos que se traducen en los metros cúbicos explotados, transportados y transformados en las distintas estaciones de trabajo, las cuales son presentadas al gerente como los resultados semanales de la producción.

La arenera solo cuenta con estos reportes, los cuales son ineficientes a la hora de expresar información de los metros cúbicos producidos, lo que logra que la toma de decisiones de la gerencia se encuentre limitada, predominando la falta de acierto en las funciones directivas.

En el 2010 las cifras explotadas y trituradas tan solo cumplieron con un 75% de lo esperado para cumplir con la demanda,, utilizando jornadas adicionales de horas hombre y horas máquina, lo que incrementó los costos de producción; las maquinas excedieron sus tiempos de operación acelerando los recambios de piezas y mantenimientos, lo que ocasionaban que los gastos en estos recursos se incrementaran.

Además se incrementó el costo de personal ya que de acuerdo al modelo de negocio de la planta, se presupuestó el 15 % del valor de cada metro cubico para el pago de mano de obra; pero con los errores en la producción, este ítem se incrementó en meses alcanzando en ocasiones el 35% lo que ocasionó que el margen de utilidad disminuyera.

Por lo tanto en varios periodos facturados, los ingresos adquiridos por la actividad no cubría cada uno de los costos y gastos ocasionados, se cumplía con el pago de proveedores para no afectar la producción, pero el pago de la mano de obra no se realizaba por su alto costo no controlado.

Todos estos sucesos hacen que la empresa inicie estrategias de planeación de la producción para gestionar una reorganización minuciosa de cada una de las estaciones productivas, operativas y administrativas de la *ARENERA LOS PINOS S.A.*

5. JUSTIFICACION

La meta final del documento es establecer la planeación como un paso vital y de fácil ejecución en la Arenera los pinos.

Es por tal razón que una herramienta ausente en la planta como lo es un plan maestro de producción podrá generar un cambio sustancial, apuntando al modelo planteado por la manufactura esbelta que se define, como la eliminación de todas las operaciones que no le agregan valor al producto final y aumentan sustancialmente el costo de cada actividad que participe en el proceso de producción.²

Eliminando todas esas actividades del proceso productivo de la planta, se tendría como resultado la optimización de los recursos disponibles para la producción de materiales, contribuyendo a la disminución de los costos de operación y por ende al aumento del margen de utilidad por metro cubico vendido.

Adicionalmente, con el plan maestro de producción se podrá identificar las variables que interactúan en las operaciones de producción, generar su posterior evaluación y puntos de control que permita la supervisión de cada actividad, y en el futuro diseñar y proponer indicadores para el control de la producción.

Esta visión que será planteada en este proyecto será de gran beneficio para la compañía desde la parte directiva, abarcando los mandos medios y a los operarios de la siguiente manera:

Directivos: Conocer de antemano los datos de una producción deseada definida por la demanda, lo que daría un primer paso para la toma de decisiones en la administración de recursos (maquinaria, vehículos o mano de obra etc.) para cumplir con lo que se desea desde el punto de vista económico.

Mandos medios: Conocer la información para la disposición y utilización de los recursos actuales de la planta (maquinaria, vehículos y personal).

Operarios: Tendrán una orientación definida de sus actividades las cuales generaran mayor productividad sin el desgaste ocasionado por una falta de planeación.

Esto es necesario para una empresa que no tiene un concepto de planeación definido y como se mencionó anteriormente es el paso inicial para la transformación, pero este paso debe ser constante ya que con esto se emplearan otras herramientas que apunten a la mejora continua, y al cambio de cultura de todo el personal que participa dentro de la operación de la planta.

² M. en I Felipe Díaz del Castillo Rodríguez, Lecturas de Ingeniería 6 (2009)

6. OBJETIVOS

6.1 Objetivo principal

Diseño de un modelo de plan maestro de producción que encause en la eficiencia operativa en la empresa Arenera los Pinos LTDA.

6.2 Objetivos Específicos.

- Identificar el estado actual de los procesos de producción con la infraestructura y el personal que participan en ellos.
- Estandarización cada estación de trabajo a través de la normalización y definición de suplementos de los tiempos de operación de manufactura.
- Diseño de transporte interno para minimizar la frecuencia y el flujo de materiales y productos en proceso en cada estación de trabajo.
- Diseño del sistema de Plan Maestro de Producción para mejorar el desempeño del sistema de producción de la empresa.

7. MARCO TEORICO

En el marco teórico se presentan temas de interés para el desarrollo integral del proyecto.

7.1 PRODUCTIVIDAD

Según Niebel (1976)³ la única manera en que una empresa puede aumentar y hacer crecer sus ganancias es incrementando la productividad y menciona como la principal herramienta el estudio del trabajo.

Acorde con García Criollo (1998)⁴ la productividad “Es el grado de rendimiento con que se emplean los recursos disponibles para alcanzar objetivos predeterminados”, es decir la productividad aumentara los recursos empleados reflejan un mayor rendimiento. El mismo autor menciona que existen tres maneras para lograr que la productividad aumente:

1. Aumentar el producto y mantener el mismo recurso.
2. Reducir el recurso y mantener el mismo producto.
3. Aumentar el producto y reducir simultánea y proporcionalmente.

Para propósitos de esta práctica se intentara conseguir este último numeral.

Por otro lado, Jerry Hamlin (1983), menciona que las compañías tienen varias herramientas potenciales para lograr el aumento de la productividad, por ejemplo:

1. Análisis del sistema.
2. Mejoras al flujo de procesos y manejo de material.
3. Simplificación del trabajo.
4. Programas de reducción de costos.
5. Entrenamiento de supervisores.
6. Planes de incentivos.
7. Encuestas de actitud.

Se resaltan los primeros tres puntos del análisis de Hamlin, ya que estos son los pilares de los objetivos trazados a cumplir en la práctica.

³ Métodos, estándares y diseño del trabajo, Niebel, Benjamin (1976)

⁴ Estudio del trabajo Ingeniería de métodos y medición del trabajo, Roberto Garcia Criollo (1998)

7.2 REDISEÑO DE LINEA

Muther (1996)⁵ plantea que “la línea de producción es la principal forma de producir grandes cantidades de artículos estandarizados a bajo costo”.

Como esta práctica se centra en el diseño de un programa de producción que optimice la fabricación de los productos por que este autor también enuncia que algunos de los prerequisites importantes antes de comenzar un diseño de línea de producción son los siguientes:

- La cantidad de producción debe ser suficiente para justificar el cambio de montaje de la nueva línea.
- La línea se debe diseñar para una sola pieza, producto o familia de productos con estándares básicos comunes.
- Los tiempos necesarios para realizar las operaciones en cada una de la estaciones de trabajo deben ser más o menos iguales, es decir deben estar balanceadas.
- Se deben tomar preocupaciones para evitar bloqueos en el flujo de la línea asegurando el suministro confiable de materiales, piezas y subensambles, así como evitar que el equipo sufra descomposturas.

7.3 BALANCEO DE LINEA

En la búsqueda de encontrar un balanceo en toda la línea de producción, Muther (1996) afirma que “el problema de balancear la línea consiste en garantizar que todas las operaciones consuman la mismas cantidades de tiempo y que dichas cantidades basten para lograr la tasa de producción esperada”.

Es conveniente aclarar que, es raro que se logre el balance perfecto ya que frecuentemente ocurre que queda algún tiempo extra en por lo menos una operación.

De igual forma el autor nos da una serie de tareas previas antes de ejecutar un balanceo (Muther 1996)

1. Determinar la tasa de producción o ritmo de la línea.
2. Examinar las operaciones necesarias y la consideración sobre la secuencia que se necesite.
3. Identificar el tiempo necesario para realizar cada operación y, de preferencia, cada uno de sus elementos.

⁵ Distribución en planta 2da edición.

En caso de que el tiempo de las operaciones sea mayor a la tasa de producción, será necesario balancear la línea por que se seguirán las recomendaciones presentadas por el autor referido anteriormente. Las cuáles son las siguientes:

1. Analizar cada uno de los elementos.
2. Simplificar o eliminar los elementos.
3. Combinar o dividir actividades para una repartición equitativa de trabajo entre estaciones.
4. Verificar que todas las actividades estén por debajo de la tasa de producción.
5. En caso de ser necesario, ajustar el tiempo de operación con más servidores por estación.

Así mismo, Muther (1996) afirma que “en caso de que se tenga que equilibrar algún tiempo ocioso, este se puede asignar a algún otro trabajo al operario, el cual puede consistir en transporta el material de la línea, hacer inspecciones adicionales a la operación, a incluso realizar operaciones más largas, cuando se deja que el trabajo se acumule en la estación”

7.4 ESTUDIO DE TRABAJO

Según Oficina Internacional del Trabajo (2000)⁶ el estudio del trabajo es el “término usado para englobar las técnicas del estudio de métodos y medición del trabajo que son empleadas para asegurar el mejor uso posible de los recursos humanos y materiales para lograr una actividad específica”. De esta forma, una de las partes más importantes de estudio es la medición del trabajo que Chase (2000)⁷ define como “la aplicación de técnicas diseñadas para calcular el tiempo que le toma a un obrero calificado realizar una tarea específica, a cierto nivel de desempeño, para producir un resultado de calidad mínima aceptable”.

La medición del trabajo será una técnica muy útil en esta práctica ya que se facilitaría la forma óptima de programar un sistema de producción.

Además el estudio del trabajo tiene como objetivo la eliminación de trabajo innecesario, el diseño de métodos y procedimientos más efectivos, que requieren un mínimo esfuerzo y que está diseñado para la persona que lo usa.

Más aun provee de métodos para medir el trabajo y determinar el índice de actuación y de productividad individual o de grupo de trabajadores.

Así mismo este autor, menciona alguna de las consideraciones para seleccionar el método de trabajo con la finalidad de desarrollar un método de ejecución mejor:

- Eliminar todo trabajo innecesario.

⁶ Introducción al estudio de tiempos OIT (2000)

⁷ Administración de producción y operaciones Chase, RB.; Aquilano.

- Combinar operaciones o elementos.
- Cambiar la secuencia de las operaciones.
- Simplificar las operaciones necesarias.

Lo anterior servirá para analizar el método de trabajo actual y poder identificar todas esas tareas innecesarias que se hacen en cada uno de los procesos.

7.4.1 Estudio de tiempos

Primeramente, Shell (1996)⁸ se define el estudio de tiempos como “el procedimiento utilizado para medir el tiempo requerido por un trabajador calificado, quien trabajando a un nivel normal de desempeño realiza una tarea dada conforme a un método especificado”.

El estudio de tiempo, utilizado como sistema de medición de cronómetro, es el método más usado para la medición del trabajo. El padre de la Ingeniería Industrial Frederick W. Taylor, lo creó por primera vez a finales del siglo XIX.

Así este método se aplicará para determinar la duración de las actividades realizadas en cada una de las estaciones de la planta.

Para Barnes (1980)⁹ el resultado de un estudio de tiempos es el tiempo que una persona situada en su área de trabajo y entrenada en el método, necesitara para desarrollar el trabajo considerándolo como un trabajador normal y dicho tiempo también podrá ser llamado tiempo estándar.

El mismo autor menciona que las razones por las cuales se recomienda romper o dividir las acciones en elementos definidos y medibles son las siguientes:

- Cuando una actividad toma demasiado para ser desarrollada o por el contrario se desarrolla excesivamente rápido.
- Cuando el operario no trabaja al mismo tiempo a lo largo del ciclo.
- Para determinar el tiempo estándar total para una operación.

7.5 FUNCION DE PRODUCCIÓN

En la función de producción se retoman conceptos como el entorno general y el entorno específico y además de los Inputs y outputs.

El entorno general es el mismo que el de la empresa y el entorno específico son el resto de departamentos, por otro lado los inputs son los factores de producción: creativos, elementales y directivos, los outputs son los bienes, servicios y otros obtenidos.

⁸ Medición del trabajo en pequeñas cantidades Shell R.L

⁹ Estudio de movimientos y tiempos R. Barnes (1980)

7.5.1 Proceso de transformación.

“El proceso de transformación se integra por una serie de elementos, determinadas tareas, flujos y almacenamiento. Las tareas van a modificar las características físicas de un determinado producto.

TAREAS ESENCIALES: Son las relacionadas con la transformación. Un proceso se puede realizar manualmente (trabajador), mecánicamente (trabajador + máquina) o automáticamente (máquina).

TAREAS AUXILIARES: Dedicadas a fijar y soltar las piezas.

TAREAS DE PREPARACIÓN Y AJUSTE DE MÁQUINAS: Análisis de piezas cada vez que hay una nueva actividad.

TAREAS RELACIONADAS CON EL MARGEN DE TOLERANCIA: Todas aquellas actividades no previstas.

Flujos:

Los flujos pueden ser de bienes (transporte) o de información. En caso de que sea de información, existen varias alternativas; pueden existir involucradas al producto y pueden existir en el mismo centro de trabajo, puede no estar físicamente en documentos, si no en la cabeza del operario. Esto puede crear un problema: si el operario llegase a faltar”.¹⁰

7.5.2 Plazo de entrega

El plazo de entrega es el tiempo que se tarda en colocar el producto a disposición del cliente. Depende de fabricación porque si la empresa funciona bien, se entregará el producto en el plazo dicho. Si sucede un inconveniente, puede ocurrir dos cosas: un cliente enfadado y la consecuente pérdida del cliente o un cliente enfadado y llegar a un acuerdo.¹¹

7.5.3 Flexibilidad.

“La flexibilidad se divide en dos:

Flexibilidad en variedad: Es la capaz de fabricar eficientemente muchos productos distintos.

¹⁰ Sistemas productivos. Flexibilidad productiva JIT

¹¹ Sistemas productivos. Flexibilidad productiva JIT

Flexibilidad en volumen: Es la posibilidad de un proceso productivo de aumentar o disminuir un proceso productivo eficientemente”.¹²

7.6 PLANIFICACION DE LA PRODUCCIÓN

“Con la creación de los planes de producción se quiere determinar cuántos productos se elaboraran y cómo será la transformación.

En una empresa normal ese proceso es multietápico este se emplea de la siguiente manera:

- Se establecen programas de producción anual: Se toman datos previos con los que se realizan estimaciones de la producción.
- Este programa se desagrega en planes temporales: Estos reajustan las previsiones a un intervalo más corto, porque tienen datos de cómo se distribuyen las ventas.
- Se establece un programa de producción semanal o a diario y se realizan ajustes progresivos.

En una empresa JIT, serían similares las dos primeras etapas; la diferencia está en la última etapa del programa de planificación. Los programas semanales se ajustan en función de los pedidos reales de la empresa, no en base a las previsiones.

De igual manera se deben tomar aspectos relacionados a la programación diaria los cuales son los programas nivelados y producción mezclada.

- PROGRAMAS NIVELADOS: En las empresas JIT se intenta que la producción diaria no tenga variaciones muy grandes. Que sean más o menos similares durante todos los días. Pueden funcionar así porque los consumidores tienen un comportamiento más o menos homogéneo; pero si se produce un cambio brusco no puede funcionar el JIT.
- PRODUCCIÓN MEZCLADA: Por otro lado la producción mezclada consta de fabricar todos los modelos que demanda el mercado (distintos modelos que se demanda en el mercado)”¹³

¹² Sistemas productivos. Flexibilidad productiva JIT.

¹³ Planificación, programación y control de la producción Capítulo 3, Universidad de Córdoba, escuela politécnica superior.

7.7 INFORMACION Y CONTROL.

“El sistema a través del cual las empresas JIT transmiten la información es el KANBAN (sistema de información a través de tarjeta).

Hay dos tipos de tarjetas:

- Tarjetas de producción: Esta indica el tipo de producción y cantidades que hay que fabricar en el proceso anterior.
- Tarjetas de transporte: Esta indica el tipo de producto y cantidades que hay que transportar al proceso anterior.

Sólo se transportan y se fabrican las piezas que necesitamos.

Las tarjetas como sistema de control poseen las condiciones de que solo existe un número de tarjetas autorizado y así nos aseguramos de la fabricación y el transporte”.¹⁴

7.8 SISTEMA DE WESTING HOUSE

“Este método considera cuatro factores para evaluar el desempeño del operario: **Habilidad, Esfuerzo, Condiciones y Consistencia.**

• **Habilidad:** Es definida como “el nivel de competencia para seguir un método dado.” El sistema de calificación Westinghouse enumera seis grados o clases de habilidad que representan un grado de competencia aceptable para la evaluación: malo, aceptable, promedio, bueno, excelente y superior. El observador, durante el estudio, evalúa la habilidad desplegada por el operario.

• **Esfuerzo:** Es definido como una “demostración de la voluntad para trabajar con efectividad.”

El esfuerzo es representativo de la velocidad con la que se aplica la habilidad y el operario puede controlarla en un grado alto por lo que al evaluar el esfuerzo del operario, el observador debe tomar en cuenta sólo el esfuerzo “efectivo”. Para explicar esto, en ocasiones el operario aplica esfuerzo rápido mal dirigido para aumentar el tiempo de ciclo del estudio y a la vez conservar un factor de calificación alto. Esto sucede a menudo en cualquier empresa que maneja operaciones a destajo, ganando más dinero sin producir realmente lo que se espera que el operador pueda trabajar.

Al igual que la habilidad, se enumeran seis grados para el esfuerzo que son: malo, aceptable, promedio, bueno, excelente y excesivo.

¹⁴ Planificación y control de la producción. Prof. Dr. Juan J. López García.

• **Condiciones:** Son las que afectan al operario y no a la operación. Cuando hacemos un análisis de las condiciones dentro de este procedimiento podemos tomar en cuenta algunos elementos como:

- Temperatura del ambiente.
- Ventilación.
- Alumbrado.
- Ruido.
- Locación.
- Espacio.
- Herramientas en malas condiciones.
- Materiales.

Las seis clases generales de condiciones de trabajo son: ideal, excelente, bueno, promedio, aceptable y malo. La tabla 3 (Ver anexo 3) proporciona los valores respectivos para estas condiciones.

• **Consistencia:** Los tres primeros factores que influyen en la calificación del desempeño corresponden a la consistencia del operario. A menos que el analista use un método conocido como de regresos a cero, o realice y registre las restas sucesivas durante el estudio, la consistencia del operario debe evaluarse mientras está trabajando.

Utilizando el método de regresos a cero cuando se realiza un estudio y en alguna lectura que se tome, se presenta una diferencia considerable, se identifica con algún número en subíndice agregando una nota a la cual haga referencia al elemento de retraso de dicha operación como:

1. Personal (Estado Físico, anímico, carácter, etc.).
2. Máquina caída.
3. Transporte de material.
4. Cambio de bobinas de hilos (Operación de costura).
5. Secado (Operación de pintura).
6. Llenado de reportes al final de la jornada.
7. Dureza de los materiales.
8. Filo de la herramienta (Área de Corte).
9. Lubricación (Aceite en máquinas).
10. Avance del ritmo de la jornada laboral.

Las seis clases de consistencia son: perfecta, excelente, buena, promedio, aceptable y mala. La tabla 4 (Ver anexo 4) muestra los valores en porcentajes para la calificación de consistencia.

En resumen la calificación del desempeño es un medio para ajustar el tiempo promedio observado de una tarea para obtener el tiempo que requiere un operario calificado para realizar la tarea si se trabaja a paso normal. Solo de esta manera se puede establecer un estándar.

Como el estándar se basa por completo en la experiencia, capacitación y juicio subjetivo del analista de estudio de tiempos, puede estar sujeto a crítica.

Para todo este procedimiento, es importante que la capacitación que posea el analista deba ser muy amplia y precisa, ya que de ello dependerá la asignación de calificaciones, las cuales deben ser adecuadas y consistentes”.¹⁵

¹⁵ Técnicas de medición del trabajo, Alfredo Caso Neira.

8. METODOLOGÍA

Para el desarrollo de cada uno de los objetivos planteados, se parte de la observación directa de todos los elementos que conforman la cadena productiva de la planta y además se complementa con la experticia compartida por varios de los operarios expertos en el tema de explotación y trituración de material de río.

8.1 IDENTIFICAR EL ESTADO ACTUAL DE LOS PROCESOS DE PRODUCCIÓN, INFRAESTRUCTURA Y PERSONAL DE LA PLANTA Y MANEJO DE INVENTARIOS.

ARENERA LOS PINOS LTDA, en la actualidad es una planta de explotación de materiales pétreos, los cuales son transformados en los distintos productos que ofrece al mercado, estos se dividen en tres grupos y cada uno posee distintas especificaciones:

- Arenas: En geología se denomina arena al material compuesto de partículas cuyo tamaño varía entre 0,063 y 2 mm. Este grupo se divide en tres tipos de productos:¹⁶
 - Arena Lavada
 - Arena Triturada
 - Arena fina

- Triturados: Es el resultado de la trituración de rocas, las cuales quedan en partículas que oscilan entre 10 cm y 1 cm. Este grupo se divide en:¹⁷
 - Triturado 1"
 - Triturado 1/2"
 - Triturado 3/4"
 - Triturado 3/8"

- Bases: Este material consiste en la mezcla varios compuestos los cuales son: fragmentos de rocas, gravas, arenas y limos. Este grupo se divide en los dos que ofrece en la planta:
 - Base Granular
 - Sub – base Clasificada.

¹⁶ Trateco, 2010, Triturados y agregados con calidad.

¹⁷ Trateco, 2010, Triturados y agregados con calidad.

Los anteriores productos clasificados son los de mayor demanda en la actualidad, de igual forma además se están ofreciendo los siguientes productos:

- Piedra para filtro
- Gravilla
- Material de Rio¹⁸

Mediante el uso de diagramas de proceso se identificaran las distintas tareas de cada procedimiento ejecutado en las distintas estaciones de trabajo en estudio.

Por lo tanto las convenciones a usar de acuerdo a ASME (Asociación americana de Ingeniería Mecánica) son las que se reflejan en la tabla 1.

Tabla 1: Convenciones para la creación de diagramas de flujo.

ACTIVIDAD	SIMBOLO	RESULTADO INMEDIATO
Operación		Produce, completa, realiza algo.
Transporte		Mueve, transporta, desplaza
Inspección		Verifica, comprueba algo
Almacenamiento		Guarda, almacena
Operación Inspeccion		Combinación
Demora		Retrasa, interfiere proceso

Fuente: Asociación americana de ingeniería mecánica (ASME)¹⁹

8.1.1 Proceso de obtención de Arena lavada.

El proceso inicia con la extracción del material de rio más fino (según lo indica el empleado Helver Almeyda, operador de la retroexcavadora) del rio Chicamocha, el cual es sometido al proceso de lavado sobre una zaranda fija (elemento de varias rejillas que separa la arena de las piedras), con la ayuda de la presión del agua; y como resultado

¹⁸ Entrevista con Fernando Rojas, Coordinador administrativo de Arenera los Pinos S.A.

¹⁹ Procedimientos y procesos Capitulo 7, Pag. 298

final se obtiene una arena más prolija, apta para la mezcla de concretos en los que no se requiere alta resistencia.

En la Figura 3 se presenta cada una de las etapas del proceso:

Figura 3. Diagrama de proceso de la obtención de la arena lavada.

UBICACIÓN	ARENERA LOS PINOS					
PROCESO	LAVADO DE ARENA					
REALIZADO POR:	JUAN F. OSORIO	REVISADO	FERNANDO ROJAS			
OPERACIONES	CARGUE, DESCARGUE, LAVADO Y ALMACENAMIENTO					
METODO	UNICO					
DESCRIPCION DE ACTIVIDAD						
Excavación rio.						
Extracción material						
Cargue de vehiculo						
Transporte zona de lavado						
Verter material a zaranda.						
Lavado de arena.						
Recopilar arena lavada						
Apilar material lavado						

Fuente: El Autor.

Este proceso de transformación es simple y artesanal, fue uno de los procesos con los que inició la empresa.

En la Tabla 2 se nombrará cada uno de los elementos de la infraestructura utilizada en el proceso actual de obtención de la arena lavada, el personal operante y las tareas que se ejecutan.

Tabla 2: Descripción de actividades del proceso de lavado de arena.

PROCESO	INFRAESTRUCTURA O EQUIPO UTILIZADO	PERSONAL OPERANTE	TAREAS EJECUTADAS
Explotación de material del Río.	Retroexcavadora oruga 320L CAT.	Operador de la retro 320L, el cual es el supervisor de explotación.	- Excavar en el río. - Extraer el material óptimo. - Cargar el vehículo del material.
Transporte a la zona de lavado.	Volquetas de la planta. (Se utiliza la que este a disposición.)	Conductor de los vehículos.	- Transportar el material para verterlo en la zaranda de lavado.
Descargue de material de río en stock seleccionado.	- Motobomba con manguera. - Zaranda estática para el lavado.	- Auxiliar de lavado. - Conductor de volqueta.	- Verter el material sobre la zaranda por parte del conductor. - Filtrar por la malla fina con la ayuda del agua a presión para separar la piedra de la arena.
Recopilación y apilamiento para el secado del material húmedo.	Cargadores CAT 938G y CAT 930.	Operador de cargador.	- Recopilar con la cuchara del cargador el material lavado. - Apilar el material en el patio de secado.

Fuente: Autor.

8.1.2 Proceso de obtención de la Arena triturada.

Este producto incursiona en el portafolio de productos de la planta cuando esta decide adquirir maquinaria especializada para la transformación del material grueso de río. La máquina adquirida fue una trituradora FACO de fabricación brasileña con un cono de 2 pies; la anterior adquisición facilitó la trituración del material grueso y al ser cernido por las mallas instaladas en la máquina se consiguió manufacturar este producto.

El proceso inicia en la extracción del material crudo del río Chicamocha, pero a diferencia de la arena lavada, este material de río debe entrar en un proceso de secado antes de ser procesado por la trituradora, es por esto que se acondicionan lugares para apilar el

material de río grueso con el fin de que este se seque y facilite la operación de la trituradora.

El material seco, es cargado a una volqueta que se desplaza desde el stock de material a la tolva de la trituradora, vertiendo el material crudo para que esta realice la transformación

Esta a su vez empleará dos mandíbulas que hacen una trituración inicial, una vez obtenidos fragmentos de roca más pequeños, estos se desplazan junto con la arena (El material de río consta de la mezcla de rocas de diferentes tamaños y arena), por una banda transportadora a la primera malla de la máquina la cual separa la arena de las rocas. La composición de la arena se divide en partículas de piedra denominadas *cribado de piedra* y arena.

Esta mezcla desciende de esta malla hacia una banda transportadora de salida que la apila para que el cargador la desplace el producto a la zona de almacenamiento final.

Este proceso se presenta en la Figura 4.

A diferencia de la arena lavada, la arena triturada al contener fragmentos milimétricos de roca, ofrece una mayor resistencia a los concretos o agregados, es por tal razón que empresas como Pretecor y Cemex, utilizan este producto para sus producciones propias.

En la tabla 3 se especifica las actividades de este proceso, con la infraestructura que utiliza y el personal que se necesita para el cumplimiento de este proceso:

Figura 4. Diagrama de proceso del proceso de obtención de la arena triturada.

UBICACIÓN	ARENERA LOS PINOS					
PROCESO	TRITURADO DE ARENA					
REALIZADO POR:	JUAN F. OSORIO	REVISADO	FERNANDO ROJAS			
OPERACIONES	CARGUE, DESCARGUE, TRITURACION Y ALMACENAMIENTO					
METODO	UNICO					
DESCRIPCION DE ACTIVIDAD						
Excavación rio.						
Extracción material						
Cargue de vehiculo						
Transporte zona de secado						
Verter material en stock de secado.						
Revisión de material seco						
Cargar volqueta de trituradora						
Transporte material trituradora						
Verter material en tolva de trituradora						
Operar maquina para triturar						
Verificar mallas de tamizado						
Verificar si hay elementos para sacar						
Examinar cono de trituración						
Recopilación de material triturado						
Tranporte a stock de almacenamiento						
Apilar material en stock						

Fuente: Autor.

Tabla 3: Descripción de actividades del proceso de obtención de arena triturada.

PROCESO	INFRAESTRUCTURA O EQUIPO UTILIZADO	PERSONAL OPERANTE	TAREAS EJECUTADAS
Explotación de material del Río.	Retroexcavadora oruga 320L CAT.	Operador de la retro 320L, el cual es el supervisor de explotación.	- Excavar en el río. - Extraer el material óptimo. - Cargar el vehículo del material.
Transporte a la zona de stock seleccionado.	Volquetas de la planta. (Se utiliza la que este a disposición).	Conductor de los vehículos.	- Transportar el material al stock seleccionado.
Secado de material del Río.	Volqueta utilizada para el transporte	- Conductor de volqueta.	- Verter el material en el stock seleccionado para el secado del material del río. Para este proceso es fundamental que se den las altas temperaturas habituales para que el secado del material se dé más rápido.
Cargue de volqueta para el transporte de material seco hacia la tolva de la trituradora.	Cargadores CAT 938G o CAT 930. Volqueta utilizada para el cargue de la trituradora.	Operador de cargador. Conductor de volqueta.	- Recopilar con la cuchara del cargador el material seco. - Cargar el material a la volqueta. - Transportar el material seco hacia la tolva de la trituradora.

Vertimiento del material seco en la tolva de la trituradora.	Volqueta utilizada para el transporte.	- Conductor de volqueta.	- Verter el material seco en la tolva de acuerdo al procesamiento que haya hecho las mandíbulas, ya que no se debe echar toda la carga a la vez para evitar la traba del mandibular.
Proceso de trituración del material de río seco.	Trituradora FACO de cono de 2 pies.	- Operador de la trituradora. - Auxiliar de trituración.	Operar la maquina con los controles de mando dándole paso al material para que la mandíbula y el cono trituren el material. - Observar el funcionamiento para que las mallas cumplan su función. - Evacuar las piedras grandes que eviten el paro del mandibular por su incapacidad de romperlas. - Examinar el funcionamiento del cono para evitarse trabas en el.
Proceso de cambio de lugar del material terminado.	Cargadores CAT 938G o CAT 930.	Operador de cargador.	- Recopilar con la cuchara del cargador el material final y desplazarlo hacia el stock final del producto terminado, este proceso es importante ya que facilita que el sitio donde cae el material de la banda transportadora, este desocupara para evitar trabas de la misma.

Tabla 3: Descripción de actividades del proceso de obtención de arena triturada. (Continuación)

Fuente: El Autor.

8.1.3 Proceso de obtención de la arena Fina.

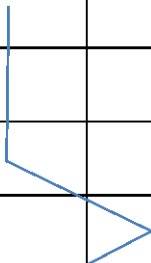
La obtención de la arena fina por la planta es producto de un proceso natural del río, por tanto la arenera comercializa este producto sin ser un material con demanda constante con el fin de aprovechar cada material que el río otorgue.

El proceso de explotación es bastante simple, ya que si existe un banco de arena fina a las orillas del río, se saca y es transportado por las volquetas a un stock seleccionado para el secado y allí se almacena para la venta de este producto.

La arena fina es utilizada en la industria de la construcción para realizar estucos, frisos y trabajos delicados.

Debido a que es un proceso bastante simple no se utiliza demasiada infraestructura; este proceso se explica en la figura 5.

Figura 5. Diagrama de proceso para la obtención de la arena fina.

UBICACIÓN	ARENERA LOS PINOS					
PROCESO	EXPLOTACION ARENA FINA					
REALIZADO POR:	JUAN F. OSORIO	REVISADO	FERNANDO ROJAS			
OPERACIONES	CARGUE, DESCARGUE, Y ALMACENAMIENTO					
METODO	UNICO					
DESCRIPCION DE ACTIVIDAD						
Excavación río.						
Extracción material						
Cargue de vehiculo						
Transporte zona de secado						

Fuente: El Autor

Al igual que los demás procesos se utilizan recursos para la explotación y se realizan actividades elementales las cuales se explican en la tabla 4. Cabe resaltar que estas tareas se efectúan de acuerdo al almacenamiento que haya efectuado el río en el proceso natural.

Tabla 4: Descripción de actividades del proceso de obtención de arena fina.

PROCESO	INFRAESTRUCTURA O EQUIPO UTILIZADO	PERSONAL OPERANTE	TAREAS EJECUTADAS
Explotación de material del Río.	Retroexcavadora oruga 320L CAT.	Operador de la retro 320L, el cual es el supervisor de explotación.	- Excavar en el río. - Extraer el material óptimo. - Cargar el vehículo del material.
Transporte a la zona de stock de secado.	Volquetas de la planta. (Se utiliza la que este a disposición.	Conductor de los vehículos.	- Transportar el material para el stock de secado del material.
Secado de material del Río.	Volqueta utilizada para el transporte	- Conductor de volqueta.	- Verter el material en el stock seleccionado para el secado del material explotado. Para este proceso es fundamental que habiten las altas temperaturas habituales para que el secado del material se demés rápido.

Fuente: Autor

8.1.4 Proceso de producción del triturado.

Al igual que la arena triturada, los triturados son producto de la transformación del material generada por las maquinas trituradoras FACO.

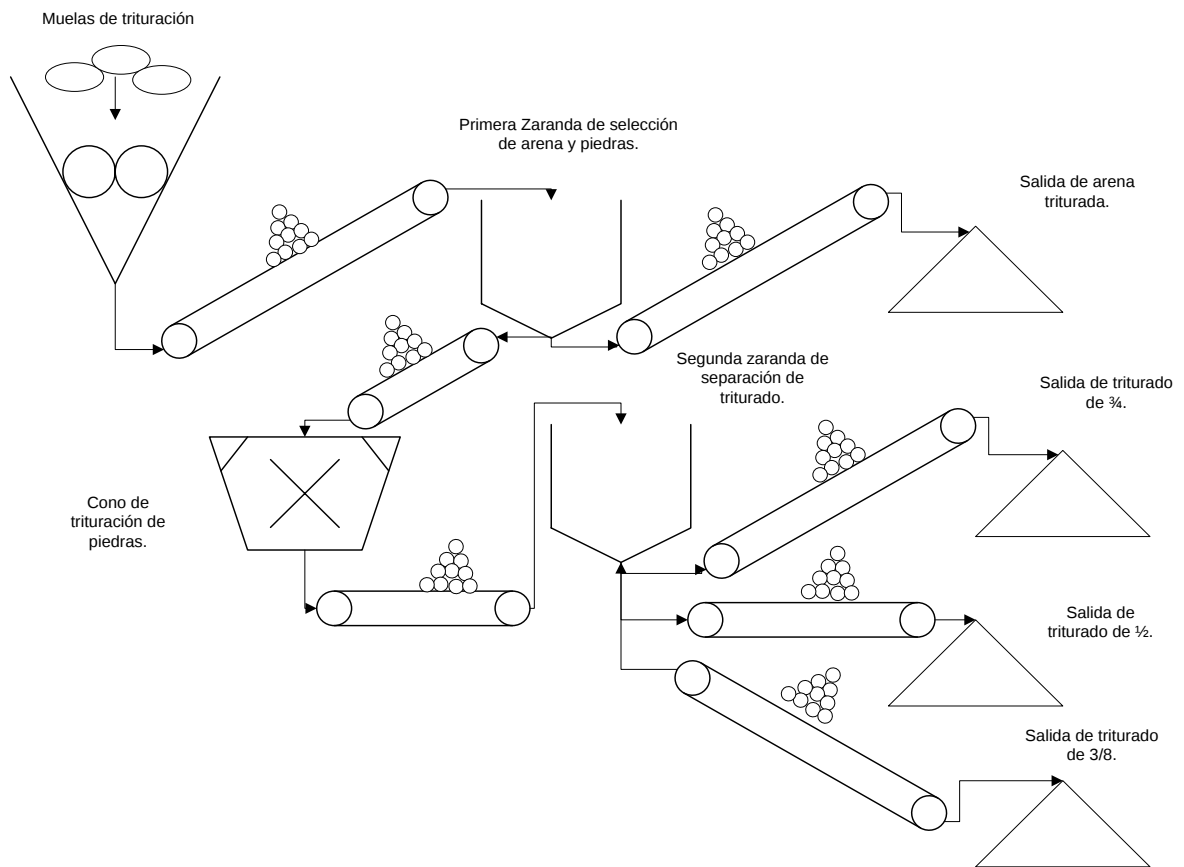
En la Figura 6, se explica en detalle el trabajo de la trituradora con el material de río pasando por cada una de las etapas de esta.

El proceso inicia cuando el vehículo vierte el material crudo, este es triturado inicialmente por las mandíbulas, el material resultante es transportado por la banda principal hacia la primera zaranda eléctrica donde se separa la arena de la piedra.

La arena que es separada es conducida a la primera banda de salida la cual sale ya lista como se explicó en el numeral 7.1.2. La piedra que fue separada y que no entro por la primera malla, cae al cono de trituración el cual es el encargado de hacer una segunda trituración.

Al salir del cono la piedra triturada se desliza por una banda la cual transporta el material a la segunda zaranda de selección, donde se encuentran tres mallas, estas seleccionan las tres medidas ofertadas, triturado $\frac{3}{4}$, $\frac{1}{2}$, y $\frac{3}{8}$ de pulgada.

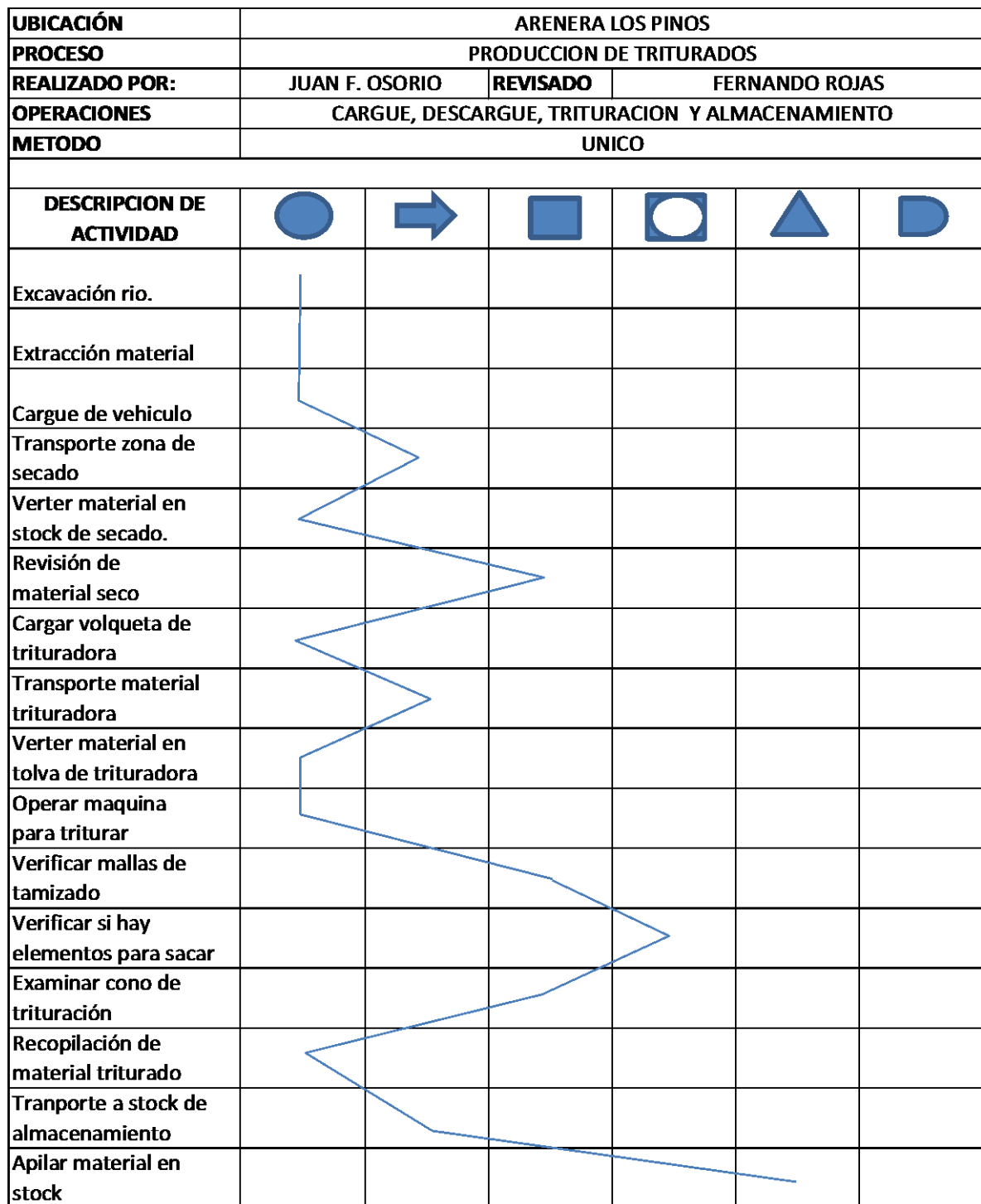
Figura 6. Diagrama de funcionamiento de la trituradora.



Fuente: Autor.

El proceso de producción es similar al de la arena triturada, y las tareas son similares el único factor diferenciador es la escogencia del material crudo, ya que si existiese la necesidad de producción de más triturado, el material a escoger por el cargador será el que este mas cargado de piedra, por lo tanto el proceso se explica en la figura 7:

Figura 7. Diagrama de proceso de la obtención de los triturados.



Fuente: Autor.

En la tabla 5; se detallan los recursos empleados para la producción de triturados.

Tabla 5: Descripción de actividades del proceso de obtención del triturado.

PROCESO	INFRAESTRUCTURA O EQUIPO UTILIZADO	PERSONAL OPERANTE	TAREAS EJECUTADAS
Explotación de material del Río.	Retroexcavadora oruga 320L CAT.	Operador de la retro 320L, el cual es el supervisor de explotación.	- Excavar en el río. - Extraer el material óptimo. - Cargar el vehículo del material.
Transporte a la zona de secado.	Volquetas de la planta. (Se utiliza la que este a disposición.	Conductor de los vehículos.	- Transportar el material para verterlo en el stock de material a secar.
Secado de material del Río.	Volqueta utilizada para el transporte	- Conductor de volqueta.	- Verter el material en el stock seleccionado para el secado del material del río. Para este proceso es fundamental que habiten las altas temperaturas habituales para que el secado del material se dé más rápido.
Cargue de volqueta para el transporte de material seco hacia la tolva de la trituradora.	Cargadores CAT 938G o CAT 930. Volqueta utilizada para el cargue de la trituradora.	Operador de cargador. Conductor de volqueta.	- Recopilar con la cuchara del cargador el material seco. - Cargar el material a la volqueta. - Transportar el material seco hacia la tolva de la trituradora.
Vertimiento del material seco en la tolva de la trituradora.	Volqueta utilizada para el transporte	- Conductor de volqueta.	- Verter el material seco en la tolva de acuerdo al procesamiento que haya hecho las mandíbulas, ya que no se debe echar toda la carga a la vez para evitar la traba del mandibular.

Proceso de trituración del material de río seco.	Trituradora FACO de cono de 2 pies.	- Operador de la trituradora. - Auxiliar de trituración.	- Operar la maquina con los controles de mando dándole paso al material para que la mandíbula y el cono trituren el material. - Observar el funcionamiento para que las mallas cumplan su función. - Evacuar las piedras grandes que eviten el paro de las mandíbulas por su incapacidad de romperlas. - Examinar el funcionamiento del cono para evitarse trabas en el.
Proceso de cambio de lugar del material terminado.	Cargadores CAT 938G o CAT 930.	Operador de cargador.	- Recopilar con la cuchara del cargador el material final y desplazarlo hacia el stock final del producto terminado, este proceso es importante ya que facilita que el sitio donde cae el material de la banda transportadora, este desocupara para evitar trabas de la misma.

Tabla 5: Descripción de actividades del proceso de obtención del triturado. (Continuación)

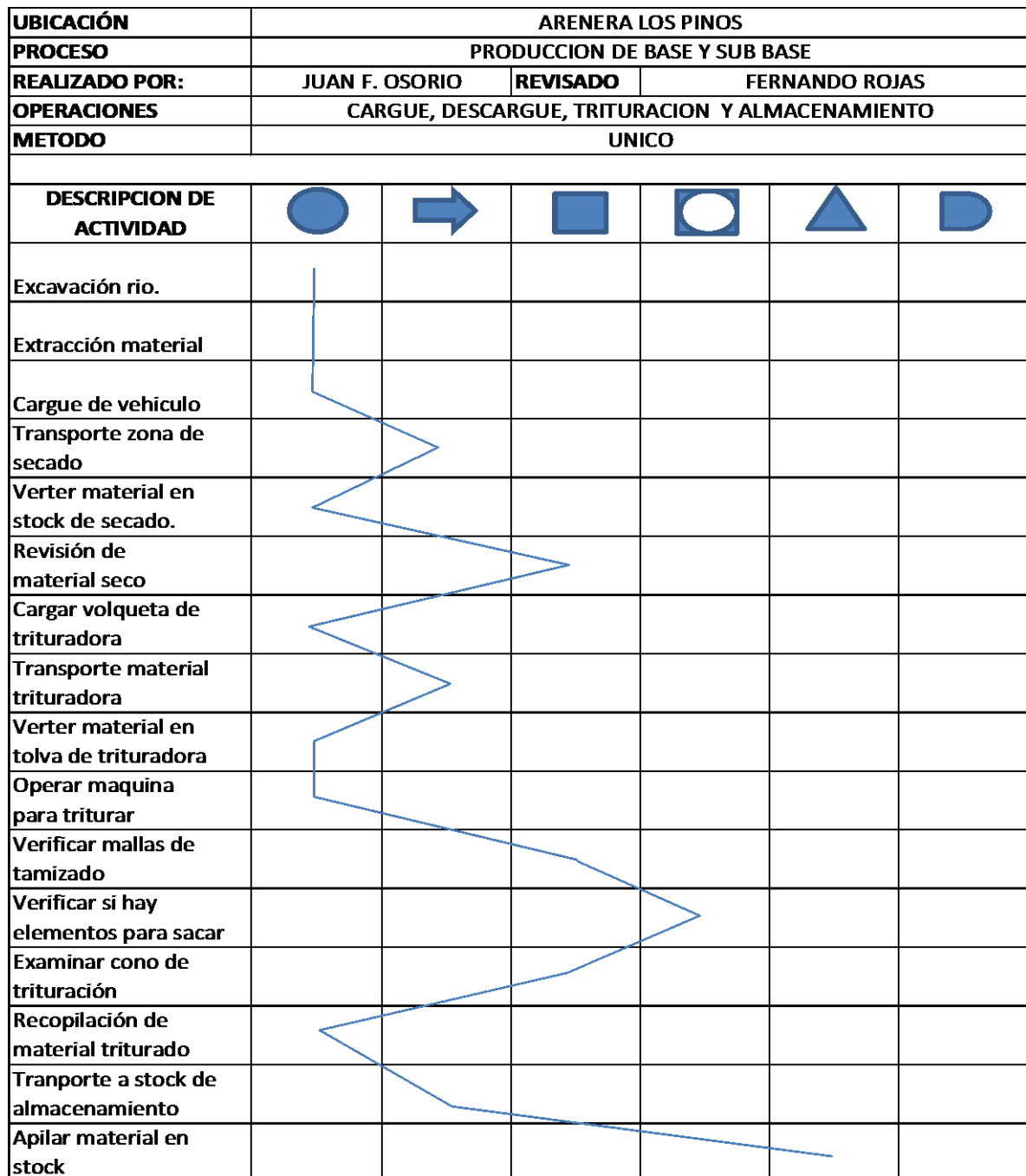
Fuente: Autor

8.1.5 Proceso de Obtención de Base y Sub-base.

El proceso de producción de la Base y Sub-Base es muy similar al anterior ya que la maquinaria usada es la misma, a diferencia del anterior proceso este se diferencia de un compuesto en la materia prima. El nuevo compuesto es un porcentaje de barro en la mezcla de trituración para unir la arena y la piedra ,además este porcentaje de barro sirve para que en el momento de la utilización de la base o la sub base en las obras civiles este se compacte de la manera requerida por las normas de construcción.

La transformación de estos dos materiales se lleva a cabo en otra trituradora exclusiva para estos productos, y al procedimiento se adiciona una tarea periódica de acondicionamiento de mallas de selección.

Figura 8. Diagrama de proceso de obtención de la base y las sub base.



Fuente: Autor

En la |se identifican las actividades realizadas en el proceso de producción de la base y la sub base.

Tabla 6: Descripción de actividades del proceso de obtención de la Base y la Sub base.

PROCESO	INFRAESTRUCTURA O EQUIPO UTILIZADO	PERSONAL OPERANTE	TAREAS EJECUTADAS
Explotación de material del Río.	Retroexcavadora oruga 320L CAT.	Operador de la retro 320L, el cual es el supervisor de explotación.	- Excavar en el río. - Extraer el material óptimo. - Cargar el vehículo del material.
Transporte a la zona de secado.	Volquetas de la planta. (Se utiliza la que este a disposición.	Conductor de los vehículos.	- Transportar el material para verterlo en el stock de secado.
Secado de material del Río.	Volqueta utilizada para el transporte.	- Conductor de volqueta.	- Verter el material en el stock seleccionado para el secado del material del río. Para este proceso es fundamental que habiten las altas temperaturas habituales para que el secado del material se dé más rápido.
Cambio de mallas de la máquina para la selección de roca adecuada.	Mallas reutilizadas	- Operador de la trituradora. - Auxiliar de trituración.	- Desinstalar la malla anterior, soltando todos los sujetadores. - Instalar la nueva malla atándola a los sujetadores de la maquina.
Cargue de volqueta para el transporte de material seco hacia la tolva de la trituradora.	Cargadores CAT 938G o CAT 930. Volqueta utilizada para el cargue de la trituradora.	Operador de cargador. Conductor de volqueta.	- Recopilar con la cuchara del cargador el material seco. - Cargar el material a la volqueta. - Transportar el material seco hacia la tolva de la trituradora.

Vertimiento del material seco en la tolva de la trituradora.	Volqueta utilizada para el transporte	- Conductor de volqueta.	- Verter el material seco en la tolva de acuerdo al procesamiento que haya hecho las mandíbulas, ya que no se debe echar toda la carga a la vez para evitar la traba del mandibular.
Proceso de trituración del material de río seco.	Trituradora FACO de cono de 2 pies.	- Operador de la trituradora. - Auxiliar de trituración.	- Operar la maquina con los controles de mando dándole paso al material para que la mandíbula y el cono trituren el material. - Observar el funcionamiento para que las mallas cumplan su función. - Evacuar las piedras grandes que eviten el paro de las mandibula por su incapacidad de romperlas. - Examinar el funcionamiento del cono para evitarse trabas en el.
Proceso de cambio de lugar del material terminado.	Cargadores CAT 938G o CAT 930.	Operador de cargador.	- Recopilar con la cuchara del cargador el material final y desplazarlo hacia el stock final del producto terminado, este proceso es importante ya que facilita que el sitio donde cae el material de la banda transportadora, este desocupara para evitar trabas de la misma.

Tabla 6: Descripción de actividades del proceso de obtención de la Base y la Sub base. (Continuación)

Fuente: Autor.

8.1.6. Proceso de obtención de piedra para filtro, material mixto.

Estos productos son de baja producción debido a la poca venta de estos, pero al ser materiales obtenidos del lavado de arena se identifican como pequeños procesos de producción donde se emplean recursos de la planta.

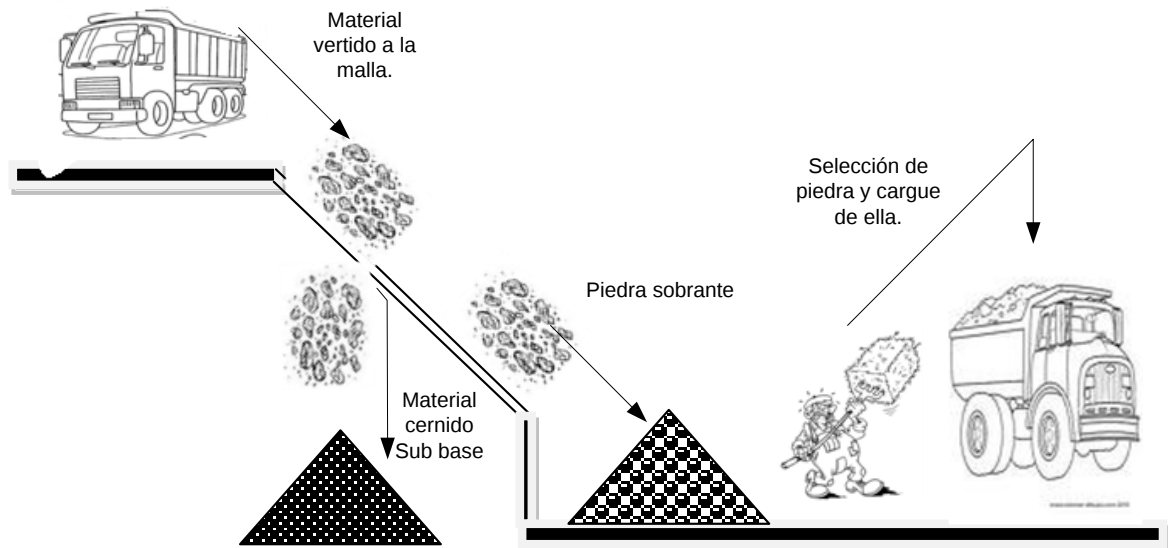
- Piedra para filtro.

La Arenera no contaba con la referencia de la norma del ministerio de transporte para la transformación de material de río a sub-base, por tanto antes de que se exigiera esta transformación, el proceso se realizaba cerniendo el material del río junto con barro sobre una zaranda fija de alta inclinación para que por gravedad la malla seleccionara la piedra y la arena requerida para el material.

Las piedras que no entran por los hoyos de la malla, salen despedidas al final de la estructura, estas piedras rechazadas son escogidas a simple vista por un operario a petición del cliente que desea comprar el producto quien solicita el tamaño adecuado para labor deseada por él.

Este proceso se hace si existe un pedido previo de este material ya que normalmente dentro de la producción no hay tareas diarias para ejecutarlo, la Figura 9 presenta el diagrama el proceso de obtención de este material.

Figura 9. Grafico del proceso de consecución de la piedra para filtro.



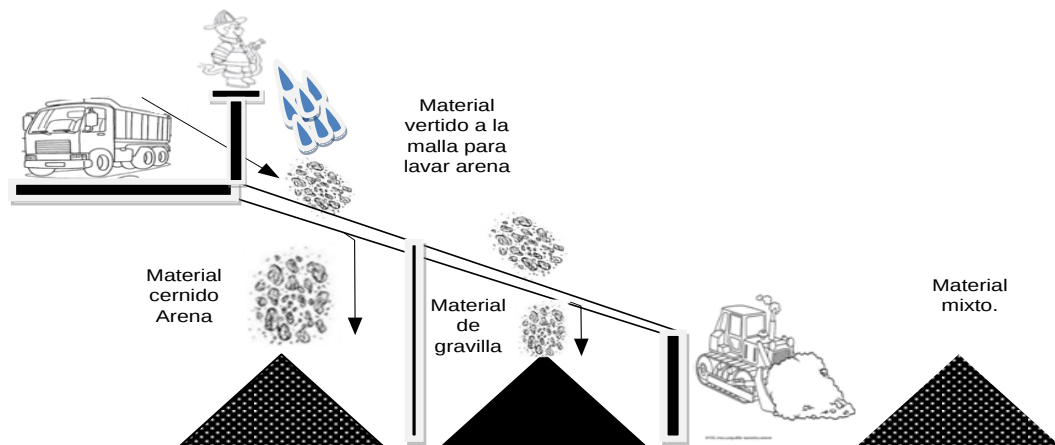
Fuente: El autor.

- **Material Mixto.**

El material mixto es denominado *recebo*, el cual es utilizado para rellenar espacios deteriorados en vías vehiculares, cuando se requiere hacer mejoras de pavimentación de estas.

Este material está compuesto por dos materias primas, la arena lavada y gravilla las cuales se mezclan por el operario del cargador por exigencias del mercado.

Figura 10: Diagrama de obtención del material mixto.



Fuente: Autor.

8.2 ESTANDARIZACIÓN DE LOS TIEMPOS DE OPERACIÓN EN CADA ESTACIÓN DE TRABAJO.

Para la obtención de los tiempos de operación se tienen en cuenta la identificación de las actividades del objetivo anterior y con esto se hará seguimiento de la duración de cada actividad.

Como se mencionó anteriormente hay materiales que tienen más participación en el mercado, los cuales ocupan el mayor tiempo de producción en la planta y es en los que más se invierten recursos.

Lo anterior se puede evidenciar en la tabla 7 en donde se representan los metros cúbicos despachados de cada material y es allí donde se puede interpretar cuales son los materiales representativos de Arenera los Pinos LTDA.

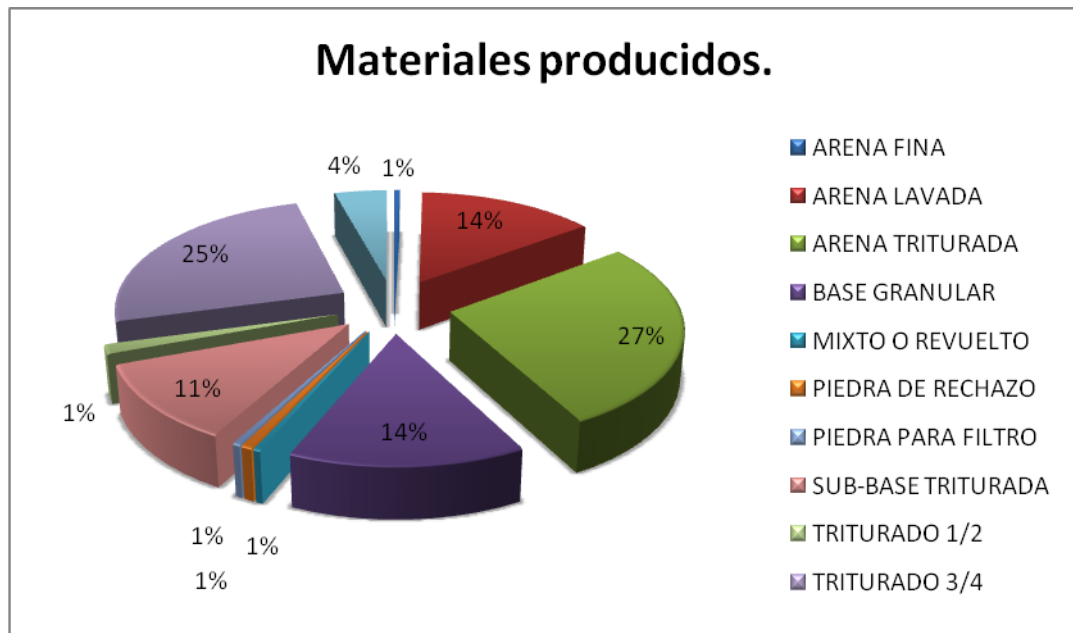
Tabla 7. Cantidad de Materiales producidos entre Enero de y Septiembre de 2010.

MATERIAL	CANTIDAD (M³)
ARENA FINA	617,00
ARENA LAVADA	19.873,00
ARENA TRITURADA	37.865,00
BASE GRANULAR	19.674,00
MIXTO O REVUELTO	624,00
PIEDRA DE RECHAZO	934,00
PIEDRA PARA FILTRO	632,00
SUB-BASE TRITURADA	15.679,00
TRITURADO ½	1.897,00
TRITURADO ¾	34.567,00
TRITURADO 3/8	5.876,00
TOTAL	138.238,00

Fuente: Datos suministrados por la compañía.

La Tabla 7 detalla los materiales que sobrepasan los 10.000 metros cúbicos los cuales son catalogados como los más representativos en ventas por la empresa.

Figura 11. Grafico de materiales producidos entre marzo a Diciembre de 2010.



Fuente: El autor con datos suministrados por la compañía.

La Figura 11 resalta las diferencias de producción de los distintos materiales durante los meses de marzo a diciembre de 2010.

Lo anterior infiere que si la empresa desea optimizar los recursos, solo produciría los materiales que más se venden, pero por políticas de la empresa esta decisión no es tomada y se siguen usando recursos para producir todos los materiales que venden actualmente.

Para efectos de planeación de la producción se tomaron los materiales de mayor demanda, ya que en estos procesos productivos se presentan errores de ejecución.

- Arena lavada.
- Arena triturada.
- Base granular.
- Sub base triturada.
- Triturados.

Una vez definidas los procesos críticos de la empresa, se aplica la técnica de estudio de tiempos, para tomar los tiempos operación y definir los factores que influyen en el desempeño de las operaciones (normalización y suplementos de los tiempos).

La muestra es definida de acuerdo a lo expuesto por Benjamin Niebel, el cual indica que “las muestras suficientes dependen de la longitud del ciclo y del número de repeticiones del trabajo durante un periodo de planeación de un año”.²⁰

Tabla 8. Guía para el numero de ciclos que se van a observar en un estudio de tiempos.

CUANDO EL TIEMPO POR CICLO ES MAYOR DE	NUMERO MINIMO DE CICLOS DE ESTUDIO		
	MENOS 10000 POR AÑO	1000 - 10000	MENOS DE 1000
8 horas	2	1	1
3 horas	3	2	1
2 horas	4	2	1
1 horas	5	3	2
48 minutos	6	3	2
30 minutos	8	4	3
20 minutos	10	5	4
12 minutos	12	6	5
8 minutos	15	8	6
5 minutos	20	10	8
3 minutos	25	12	10
2 minutos	30	15	12
1 minuto	40	20	15

Fuente: Chase Richard. Administración de la producción de operaciones Pag. 154.

De acuerdo con la Tabla 7, y además a que la duración de las actividades de los procesos de manufactura en la planta oscila entre 12 y 20 minutos y se repiten en un estimado de 1000 y 10000 ciclos; la muestra sugerida para la toma de tiempos es de 6 repeticiones.

La Figura 12, presenta el formato utilizado para el registro de los tiempos.

Figura 12: Hoja de observación del estudio de tiempo.

HOJA DE OBSERVACION DEL ESTUDIO DE TIEMPO												
PROCESO	Lavado de arena											
Operador: Aux. lavado	APROBO: FERNANDO ROJAS						ELABORO: JUAN F. OSORIO					
ACTIVIDAD	CICLOS						RESUMEN					
	1	2	3	4	5	6	ΣT	(PRM)	CD	TN		

Se ingresaran las actividades del proceso.

Muestra a cronometrar

1

2

3

4

Fuente: Autor

²⁰ B. W. Niebel. Estudio de tiempo Novena edición

Las variables 1, 2, 3, y 4 son las siguientes:

- 1) Sumatoria de tiempos
- 2) Promedio de tiempos, el cual da la media de las muestras tomadas.
- 3) La calificación de desempeño determina la rapidez o eficiencia que se hace la labor por parte del operario, esta calificación está sujeta al conocimiento de la ejecución del proceso por parte del investigador.

Para la calificación del desempeño en las operaciones críticas se aplicará la metodología de la Westinghouse (Ver Tabla 9), debido a que esta técnica se enfoca en las habilidades y debilidades operativas del recurso humano estudiado teniendo en cuenta variables cualitativas y cuantitativas, variables que aplican al desarrollo de las actividades en la planta.

Para este proyecto el uso de técnicas como la *calificación por velocidad* o la *calificación objetiva*, no aplica debido a que las variables que se tienen en cuenta para esta calificación no estaban acordes a las observaciones dadas por el supervisor de producción en el momento del estudio de tiempos.

Tabla 9. Guía para evaluación de desempeño.

METODO DE WESTING HOUSE			
HABILIDAD		ESFUERZO	
Excelente	0,11	Excesivo	0,12
Buena	0,06	Bueno	0,05
Aceptable	-0,05	Aceptable	-0,04
Deficiente	-0,16	Deficiente	-0,17
CONDICIONES		CONSISTENCIA	
Ideales	0,06	Perfecta	0,04
Buena	0,02	Bueno	0,01
Aceptable	-0,03	Aceptable	-0,02
Deficiente	-0,07	Deficiente	-0,04

Fuente: Luis Rafael Sainz. [Web en línea]. <>. <http://www.uem.es>. [Consulta: 30-10-2012].

Con base a la tabla 9, se definen cada una de las variables a tener en cuenta en el momento de la evaluación del desempeño de la labor ejecutada.

Habilidad: Se tendrá en cuenta las habilidades de conducción del vehículo en el vertimiento del material a la tolva, la habilidad de los auxiliares de destrabar el cono y la habilidad del operador para descargar material al cono de forma eficiente.

Esfuerzo: Se define como la forma en que los operarios limpian las mallas, ya sea en el lavado como en la trituración.

Condiciones: Se define como la calidad del material a producir.

Consistencia: Se define como la persistencia en realizar las tareas con el mismo tiempo durante todo el proceso de toma de tiempos.

- 4) La variable 4 es el cálculo del tiempo normal del proceso, el cual se calcula de la siguiente manera:

$$TN: (PRM)*CD$$

- 5) Al tiempo normal calculado se le adicionaran los tiempos suplementarios, actividades que no hacen parte del proceso. La suma de estos tiempos dará como resultado el tiempo estándar de cada proceso.

8.2.1. Tiempos de obtención del material de Arena lavada.

Para la obtención de tiempos en este proceso se hizo seguimiento a cada una de las actividades específicas que generan valor a la transformación del material; de igual manera cabe aclarar que los tiempos tomados hacen referencia de la producción de 9 metros cúbicos.

El coeficiente de desempeño establece que el cálculo se realiza con el valor de calificación, que es el resultado de la sumatoria de los diferentes puntos evaluados más uno (1), lo que permite obtener el nivel de desempeño de los operarios en el proceso.

Adicionalmente, el cálculo depende de los criterios y evaluaciones subjetivas de los expertos en el área de producción.

La calificación para las diferentes tareas del proceso del lavado de arena, se presentan en la Tabla 10

Tabla 10. Calificación de desempeño de arena lavada (Explotación del río).

METODO DE WESTING HOUSE			
HABILIDAD		ESFUERZO	
Excelente	0,11	Excesivo	0,12
Buena	0,06	Bueno	0,05
Aceptable	-0,05	Aceptable	-0,04
Deficiente	-0,16	Deficiente	-0,17
CONDICIONES		CONSISTENCIA	
Ideales	0,06	Perfecta	0,04
Buena	0,02	Bueno	0,01
Aceptable	-0,03	Aceptable	-0,02
Deficiente	-0,07	Deficiente	-0,04
CALIFICACIÓN = (1 + (H+E+C+C))		1	

Fuente: El Autor

A continuación se presenta la evaluación con base en la conceptualización del método Westinghouse.

- El operario manejo de manera óptima la maquina sacando buen material.
- No se movió de la piscina de explotación por lo que su esfuerzo fue mínimo.
- El material es variado una proporción aceptable de arena sobre la piedra.
- No hubo consistencia en los tiempos tomados ya que se denota una leve desviación entre los tiempos de la muestra.

Tabla 11. Calificación de desempeño de arena lavada (Transporte a zona de lavado).

METODO DE WESTING HOUSE			
HABILIDAD		ESFUERZO	
Excelente	0,11	Excesivo	0,12
Buena	0,06	Bueno	0,05
Aceptable	-0,05	Aceptable	-0,04
Deficiente	-0,16	Deficiente	-0,17
CONDICIONES		CONSISTENCIA	
Ideales	0,06	Perfecta	0,04
Buena	0,02	Bueno	0,01
Aceptable	-0,03	Aceptable	-0,02
Deficiente	-0,07	Deficiente	-0,04
CALIFICACIÓN = (1 + (H+E+C+C))		0,95	

Fuente: El Autor

La calificación obtenida en la Tabla 11, se basa en los siguientes aspectos:

- El conductor conduce de manera óptima se pierde material en el camino.
- El camino estaba en buenas condiciones por lo que no hubo obstáculos.
- En perfectas condiciones su trayecto sin contratiempos, tuvo que sortear en dos ocasiones la volqueta.
- Hubo consistencia en los tiempos tomados, las desviaciones dentro de los tiempos no son representativas por lo que hay una equidad en la operación.

Tabla 12. Calificación de desempeño de arena lavada (Lavado de arena).

METODO DE WESTING HOUSE			
HABILIDAD		ESFUERZO	
Excelente	0,11	Excesivo	0,12
Buena	0,06	Bueno	0,05
Aceptable	-0,05	Aceptable	-0,04
Deficiente	-0,16	Deficiente	-0,17
CONDICIONES		CONSISTENCIA	
Ideales	0,06	Perfecta	0,04
Buena	0,02	Bueno	0,01
Aceptable	-0,03	Aceptable	-0,02
Deficiente	-0,07	Deficiente	-0,04
CALIFICACIÓN = (1 + (H+E+C+C))		1	

Fuente: El Autor

La calificación obtenida en la Tabla 12, se basa en los siguientes aspectos:

- Se hace un lavado eficiente no desperdiciando arena en el lavado.
- El material es bueno por lo que no se hace mayor esfuerzo en el lavado para deshacerse de las piedras.
- El equipo de lavado estuvo aceptable ya que no se tenía una presión suficiente de la salida de agua.
- Hubo consistencia en los tiempos tomados, las desviaciones dentro de los tiempos no son representativas por lo que hay una equidad en la operación

Tabla 13. Calificación de desempeño de arena lavada (Apilamiento de material).

METODO DE WESTING HOUSE			
HABILIDAD		ESFUERZO	
Excelente	0,11	Excesivo	0,12
Buena	0,06	Bueno	0,05
Aceptable	-0,05	Aceptable	-0,04
Deficiente	-0,16	Deficiente	-0,17
CONDICIONES		CONSISTENCIA	
Ideales	0,06	Perfecta	0,04
Buena	0,02	Bueno	0,01
Aceptable	-0,03	Aceptable	-0,02
Deficiente	-0,07	Deficiente	-0,04
CALIFICACIÓN = (1 + (H+E+C+C))		0,95	

Fuente: El Autor

La calificación obtenida en la Tabla 13, se basa en los siguientes aspectos:

- Se evidencia una destreza importante en el operario para el uso del cargador y el uso de espacios.
- No se denota esfuerzo por parte del operador toma tiempo en el regreso de los stocks.
- El apilamiento lo hace de manera errada no hace una cadena si no tan solo montones dispersos.
- Hubo consistencia en los tiempos tomados las desviaciones dentro de los tiempos no son representativas por lo que hay una equidad en la operación.

Teniendo en cuenta los coeficientes de desempeño se diligencia el formato expresado en la tabla 14.

Tabla 14. Tiempos de operación en el proceso de obtención de arena lavada.

HOJA DE OBSERVACION DEL ESTUDIO DE TIEMPO										
PROCESO	Lavado de arena									
Operador: Aux. lavado	APROBO: FERNANDO ROJAS						ELABORO: JUAN F. OSORIO			
ACTIVIDAD	CICLOS						RESUMEN			
	1	2	3	4	5	6	ΣT	(PRM)	CD	TN
Explotación río	9,6	9,3	9,9	9,4	9,7	9,2	57,1	9,517	1	9,517
Transporte a zona de lavado	15,6	15,8	15,8	15,5	15,9	16	94,6	15,77	0,95	14,98
Lavado de arena	11,2	11,6	11,9	12,1	11,8	12,3	70,9	11,82	1	11,82
Apilamiento de material	7	7,2	6,9	7,1	7,3	7,1	42,6	7,1	0,95	6,745
TIEMPO PROCESO NORMAL:	43,06		TOLERANCIAS:				0	T. ESTANDAR		43,06

Fuente: El Autor

La Tabla 14 refleja que el proceso de obtención por 10 metros cúbicos de arena tiene un tiempo de operación de 43,06 minutos, esto indica que se pueden ejecutar un promedio de 14 viajes por vehículos en 10 horas de trabajo diarias, por lo tanto se lavarían 140 metros cúbicos en una jornada normal de trabajo.

Se observa en este estudio de tiempos que no se tuvieron en cuenta tolerancias, ya que estas actividades suplementarias son realizadas por el auxiliar de lavado en la espera a que el conductor vuelva con otro viaje para lavar.

De igual forma el valor absoluto de metros obtenidos de arena se convierte en 9 metros, ya que por la experticia del auxiliar de lavado quien afirma que ese metro se descuenta por la piedra y gravilla que el material crudo trae por defecto.

Por lo tanto si la compañía emplea un vehículo para este proceso en un día normal se obtendrían 125 metros diarios lo que se traduce en la utilización del vehículo en toda la jornada laboral; de acuerdo con los datos suministrados de las ventas se necesitarían un promedio 65 metros cúbicos diarios; por lo tanto existe un cumplimiento teórico de entrega.

En la actualidad existe incumplimiento debido a que el jefe de producción de la planta realiza una reprogramación de los vehículos generando tiempo de traslado, y por lo tanto retardos durante la jornada laboral, además los conductores no cuentan con un planificador de actividades diarias, por lo que no se esfuerzan por realizar constantemente la actividad.

8.2.2. Tiempos de explotación de material.

En la descripción de procesos se añade la explotación de material ya que este es el punto de partida en cada una de las transformaciones de materiales.

Dado lo anterior se tomaron los tiempos de este proceso para los materiales extraídos del río, que son necesarios para la producción de materiales como la Arena triturada, los triturados (de cualquier medida), la base y la sub base.

El coeficiente de desempeño se calcula usando el método de la WestingHouse. Ver Tabla 15

Tabla 15. Calificación de desempeño de explotación de material (Explotación del río).

METODO DE WESTING HOUSE			
HABILIDAD		ESFUERZO	
Excelente	0,11	Excesivo	0,12
Buena	0,06	Bueno	0,05
Aceptable	-0,05	Aceptable	-0,04
Deficiente	-0,16	Deficiente	-0,17
CONDICIONES		CONSISTENCIA	
Ideales	0,06	Perfecta	0,04
Buena	0,02	Bueno	0,01
Aceptable	-0,03	Aceptable	-0,02
Deficiente	-0,07	Deficiente	-0,04
CALIFICACIÓN = (1 + (H+E+C+C))		0,9	

Fuente: El Autor

La calificación obtenida en la Tabla 15, se basa en los siguientes aspectos:

- El operario muestra habilidades de operación aceptables con la máquina usando el balde de la maquina al límite.
- No se movió de una piscina de explotación estando el río bajito con posibilidad de extraer en varias partes.
- Existe variación en la composición del material, debido a que en algunos casos existe mayor proporción de arena que de piedra.

- No hubo consistencia en los tiempos tomados ya que se denota una leve desviación por lo que es aceptable.

Tabla 16. Calificación de desempeño explotación de material (Transporte a zona de lavado).

METODO DE WESTING HOUSE			
HABILIDAD		ESFUERZO	
Excelente	0,11	Excesivo	0,12
Buena	0,06	Bueno	0,05
Aceptable	-0,05	Aceptable	-0,04
Deficiente	-0,16	Deficiente	-0,17
CONDICIONES		CONSISTENCIA	
Ideales	0,06	Perfecta	0,04
Buena	0,02	Bueno	0,01
Aceptable	-0,03	Aceptable	-0,02
Deficiente	-0,07	Deficiente	-0,04
CALIFICACIÓN = (1 + (H+E+C+C))		0,9	

Fuente: El Autor

La calificación obtenida en la Tabla 16, se basa en los siguientes aspectos:

- El conductor no tiene destreza en la conducción.
- El camino estaba en buenas condiciones por lo que no hubo obstáculos, el esfuerzo es mínimo.
- El material llega en condiciones óptimas pero en ocasiones el volteo de material se hizo en sitios errados, lo que genera retardos en los tiempos de ubicación de zonas de descargar del producto final.
- Hubo consistencia en los tiempos tomados las desviaciones dentro de los tiempos no son representativas por lo que hay una equidad en la operación.

Tabla 17. Calificación de desempeño de explotación de material (Apilamiento de material).

METODO DE WESTING HOUSE			
HABILIDAD		ESFUERZO	
Excelente	0,11	Excesivo	0,12
Buena	0,06	Bueno	0,05
Aceptable	-0,05	Aceptable	-0,04
Deficiente	-0,16	Deficiente	-0,17
CONDICIONES		CONSISTENCIA	
Ideales	0,06	Perfecta	0,04
Buena	0,02	Bueno	0,01
Aceptable	-0,03	Aceptable	-0,02
Deficiente	-0,07	Deficiente	-0,04
CALIFICACIÓN = (1 + (H+E+C+C))		0,8	

Fuente: El Autor

La calificación obtenida en la Tabla 17, se basa en los siguientes aspectos:

- El operador del cargador hace una tarea eficaz más no eficiente ya que demora el apilamiento por falta de decisión de lugar de stock.
- El material no ofrece resistencia y por tal razón el cargador no hace esfuerzo por apilarlo de manera correcta.
- El material apilado se contamina con materiales diferentes al explotado ya que el espacio de almacenamiento no tiene proceso correcto de limpieza.
- Hubo inconsistencia en los tiempos tomados debido a la falta de decisión en los stocks de material.

Teniendo en cuenta los coeficientes de desempeño se diligencia el formato expresado en la tabla18:

Tabla 18. Tiempos de operación del proceso de explotación del material.

HOJA DE OBSERVACION DEL ESTUDIO DE TIEMPO										
PROCESO	Explotación de material crudo.									
Operador: Supervisor de explotación	APROBO: FERNANDO ROJAS						ELABORO: JUAN F. OSORIO			
ACTIVIDAD	CICLOS						RESUMEN			
	1	2	3	4	5	6	ΣT	(PRM)	CD	TN
Explotación rio	9,1	9,3	8,9	9,3	9,5	9,2	55,3	9,217	0,9	8,295
Transporte a stock.	15,6	15,8	15,8	15,5	15,9	16	94,6	15,77	0,9	14,19
Apilamiento de material	3	3,1	2,8	2,1	2,7	2,6	16,3	2,717	0,8	2,173
TIEMPO PROCESO NORMAL:	24,66		TOLERANCIAS:				0,13	T. ESTANDAR	27,86	

Fuente: El autor.

Las tolerancias tomadas en cuenta para la persona de explotación y de los conductores fueron calculadas en un intervalo de 80 minutos por día laboral, las cuales están conformadas por tiempos empeñados en necesidades básicas del operario, en toma de líquidos hidratantes y en situaciones técnicas de las máquinas (revisión de medidores, revisión de balde de la retroexcavadora y transporte de máquina a las distintas piscinas de excavación del rio).

Por tanto esos 80 minutos representan el 13% del horario normal de trabajo el cual se incluye al tiempo normal.

El tiempo estándar de este proceso para la explotación de 12 metros cúbicos es de 27,86 minutos, lo que indica que cada vehículo en un día normal almacena 258,4 metros cúbicos.

De igual forma para este promedio de metros cúbicos explotados no se tienen en cuenta los imprevistos que son incontrolables, como las paradas de vehículos por fallas mecánicas al igual que la retroexcavadora y además el crecimiento del rio, el cual no permite explotar material.

Este es un proceso vital en toda la cadena de producción por lo que es el que demanda programación tanto en los materiales a explotar como en la disposición de recursos para el proceso, si este proceso es deficiente, flujo normal de operación en la planta se vería afectada ya que las estaciones de trabajo no tendrían el insumo básico (material de rio) para operar normalmente.

8.2.3. Tiempos de producción de arena triturada y triturados.

Como se indicó en la descripción de los procesos estos productos son transformados en una misma máquina; ver Figura 6; en una banda se vierte la arena triturada y por las otras bandas se vierten las diferentes medidas de triturados (3/4, 1/2, 3/8).

Por lo tanto las actividades para la ejecución del proceso de transformación son las mismas, pero la salida de producto terminado es diferente ya que se produce más triturado que arena triturada.

Lo anterior es debido a que el material crudo posee más cantidad de piedra que de arena en la mayoría de las veces por lo que la relación de salida, para 7 metros triturados de material crudo salen 5 metros cúbicos de triturado y 2 metros cúbicos de arena triturada.

La calificación para las diferentes tareas del proceso de la producción de arena triturada y triturados, se presenta en la Tabla 19.

Tabla 19. Calificación de desempeño de PCC arena triturada y triturados (Cargue de volqueta).

METODO DE WESTING HOUSE			
HABILIDAD		ESFUERZO	
Excelente	0,11	Excesivo	0,12
Buena	0,06	Bueno	0,05
Aceptable	-0,05	Aceptable	-0,04
Deficiente	-0,16	Deficiente	-0,17
CONDICIONES		CONSISTENCIA	
Ideales	0,06	Perfecta	0,04
Buena	0,02	Bueno	0,01
Aceptable	-0,03	Aceptable	-0,02
Deficiente	-0,07	Deficiente	-0,04
CALIFICACIÓN = (1 + (H+E+C+C))		1	

Fuente: El Autor

La calificación obtenida en la Tabla 19, se basa en los siguientes aspectos:

- El operador del cargador hace una tarea eficaz cargando a tiempo la volqueta cada vez que requiere material para la trituradora.

- El operador se esfuerza por no dejar la volqueta esperando mucho tiempo por material para la trituradora.
- El material cargado incumple con el nivel de vertimiento; es decir, no se carga los 7 metros que se necesitan para la producción óptima de la máquina.
- Hubo inconsistencia en los tiempos tomados debido a que no se escogía el material adecuado demorando el cargue en ocasiones.

Tabla 20. Calificación de desempeño de PCC arena triturada y triturados (Transporte a trituradora).

METODO DE WESTING HOUSE			
HABILIDAD		ESFUERZO	
Excelente	0,11	Excesivo	0,12
Buena	0,06	Bueno	0,05
Aceptable	-0,05	Aceptable	-0,04
Deficiente	-0,16	Deficiente	-0,17
CONDICIONES		CONSISTENCIA	
Ideales	0,06	Perfecta	0,04
Buena	0,02	Bueno	0,01
Aceptable	-0,03	Aceptable	-0,02
Deficiente	-0,07	Deficiente	-0,04
CALIFICACIÓN = (1 + (H+E+C+C))		1	

Fuente: El Autor

La calificación obtenida en la Tabla 20, se basa en los siguientes aspectos:

- El conductor tiene destreza para el manejo del vehículo minimizando el parqueo del vehículo en la trituradora.
- El conductor hace un esfuerzo aceptable de llegar pronto a la trituradora ya que su tránsito es lento.
- El material cargado no se perdió de manera considerable durante el transporte
- Hubo consistencia en los tiempos tomados las desviaciones dentro de los tiempos no son representativas por lo que hay una equidad en la operación.

Tabla 21. Calificación de desempeño de PCC arena triturada y triturados (Vertimiento de tolva).

METODO DE WESTING HOUSE			
HABILIDAD		ESFUERZO	
Excelente	0,11	Excesivo	0,12
Buena	0,06	Bueno	0,05
Aceptable	-0,05	Aceptable	-0,04
Deficiente	-0,16	Deficiente	-0,17
CONDICIONES		CONSISTENCIA	
Ideales	0,06	Perfecta	0,04
Buena	0,02	Bueno	0,01
Aceptable	-0,03	Aceptable	-0,02
Deficiente	-0,07	Deficiente	-0,04
CALIFICACIÓN = (1 + (H+E+C+C))		1	

Fuente: El Autor

La calificación obtenida en la Tabla 21, se basa en los siguientes aspectos:

- El conductor tiene destreza para parquear rápido y verter de manera adecuada.
- El conductor hace un esfuerzo aceptable ya que la trituradora contribuyó el procesamiento rápido del material.
- El material se descargó correctamente por el buen parqueo de la volqueta en la tolva.
- Hubo consistencia en los tiempos tomados las desviaciones dentro de los tiempos no son representativas por lo que hay una equidad en la operación

Tabla 22. Calificación de desempeño de PCC arena triturada y triturados (Proceso de trituración).

METODO DE WESTING HOUSE			
HABILIDAD		ESFUERZO	
Excelente	0,11	Excesivo	0,12
Buena	0,06	Bueno	0,05
Aceptable	-0,05	Aceptable	-0,04
Deficiente	-0,16	Deficiente	-0,17
CONDICIONES		CONSISTENCIA	
Ideales	0,06	Perfecta	0,04
Buena	0,02	Bueno	0,01
Aceptable	-0,03	Aceptable	-0,02
Deficiente	-0,07	Deficiente	-0,04
CALIFICACIÓN = (1 + (H+E+C+C))		0,9	

Fuente: El Autor

La calificación obtenida en la Tabla 22, se basa en los siguientes aspectos:

- El operario no tiene destreza para el accionamiento del vibrador de la tolva dejando las mandíbulas vacías en varias ocasiones.
- El operario hace un esfuerzo aceptable por manejar la trituradora y los auxiliares demoraron en el destrabe de las mallas.
- El material pierde su composición regular y se desperdicia gran parte de la arena en la salida de los triturados.
- Hubo consistencia en los tiempos tomados las desviaciones dentro de los tiempos no son representativas por lo que hay una equidad en la operación

Tabla 23. Calificación de desempeño de PCC arena triturada y triturados (Apilamiento de material).

METODO DE WESTING HOUSE			
HABILIDAD		ESFUERZO	
Excelente	0,11	Excesivo	0,12
Buena	0,06	Bueno	0,05
Aceptable	-0,05	Aceptable	-0,04
Deficiente	-0,16	Deficiente	-0,17
CONDICIONES		CONSISTENCIA	
Ideales	0,06	Perfecta	0,04
Buena	0,02	Bueno	0,01
Aceptable	-0,03	Aceptable	-0,02
Deficiente	-0,07	Deficiente	-0,04
CALIFICACIÓN = (1 + (H+E+C+C))		1	

Fuente: El Autor

- El operador del cargador hace una tarea eficaz pero se presenta demora en el apilamiento por falta de decisión de lugar de stock.
- El material no ofrece resistencia y por tal razón el cargador no hace esfuerzo por apilarlo de manera correcta.
- El material apilado se contamina con materiales diferentes al explotado ya que la zona de almacenamiento no tiene un proceso correcto de limpieza.
- Hubo consistencia en los tiempos tomados las desviaciones dentro de los tiempos no son representativas por lo que hay una equidad en la operación

Los tiempos de operación son los siguientes:

Tabla 24: Tiempos de operación del proceso de obtención de triturados y arena triturada.

HOJA DE OBSERVACION DEL ESTUDIO DE TIEMPO										
PROCESO	Proceso de obtención de arena triturada y triturados									
Operador: Operador de trituradora.	APROBO: FERNANDO ROJAS						ELABORO: JUAN F. OSORIO			
ACTIVIDAD	CICLOS						RESUMEN			
	1	2	3	4	5	6	ΣT	(PRM)	CD	TN
Cargue de volqueta	3,7	3,5	3,2	3,1	3	3,6	20,1	3,35	1	3,35
Transporte a trituradora	2,8	2,6	2,9	2,5	2,1	2,9	15,8	2,633	1	2,633
Vertimiento a tolva	1,1	1,6	1,5	1,9	1,2	1,3	8,6	1,433	1	1,433
Proceso de trituración	9,2	9,5	9	8,8	9,1	8,7	54,3	9,05	0,9	8,145
Apilamiento de material	3,3	2,9	2,8	2,1	2,7	2,6	16,4	2,733	1	2,733
TIEMPO PROCESO NORMAL:	18,30		TOLERANCIAS:				0,15	T. ESTANDAR	21,04	

Fuente: El Autor

Para este proceso se toma en cuenta que las tolerancias emplean un tiempo de 90 minutos por un día laborado, por lo tanto representa un 15% del tiempo laborado.

De acuerdo a la anterior tabla el proceso de trituración tarda un promedio de 21,4 minutos; este tiempo puede variar de acuerdo al estado del material de río, ya que si este se encuentra mojado dificultara el paso de la arena por la malla selectiva de este material.

Como se mencionó anteriormente, los 7 metros cúbicos triturados, 5 son de triturado, de los cuales 3 metros son de triturado 3/4", 1 metro de triturado 1/2", 1 metro de triturado 3/8".

Por lo tanto en una jornada laboral en condiciones normales de operación, es decir que la maquina trabaje de manera óptima las 10 horas de la jornada, se trituraran un total de 196 metros de material crudo, de los cuales se producen 56 metros cúbicos de arena triturada, 84 metros cúbicos de triturado 3/4, 28 metros cúbicos de triturado de 1/2 y 28 metros de triturado 3/8.

Los datos anteriores son el resultado de una operación productiva en condiciones normales, sin retrasos en el proceso de explotación, sin retrasos en el proceso de cargue de material crudo y con el material óptimo de trabajo.

8.2.4. Tiempos de producción de sub-base triturada y base granular.

Al igual que los triturados y la arena triturada, la base y la sub-base son transformadas por medio de trituradoras, con la diferencia que estos no se hacen al mismo tiempo, ya que la adecuación de la máquina solo permite la producción de un solo material.

Los tiempos de operación de este proceso son:

8.2.4.1 Base Granular.

La calificación para las diferentes tareas del proceso de la explotación de material, se presentan en la Tabla 25

Tabla 25. Calificación de desempeño de PCC arena triturada y triturados (Cargue de volqueta).

METODO DE WESTING HOUSE			
HABILIDAD		ESFUERZO	
Excelente	0,11	Excesivo	0,12
Buena	0,06	Bueno	0,05
Aceptable	-0,05	Aceptable	-0,04
Deficiente	-0,16	Deficiente	-0,17
CONDICIONES		CONSISTENCIA	
Ideales	0,06	Perfecta	0,04
Buena	0,02	Bueno	0,01
Aceptable	-0,03	Aceptable	-0,02
Deficiente	-0,07	Deficiente	-0,04
CALIFICACIÓN = (1 + (H+E+C+D))		1	

Fuente: El Autor

La calificación obtenida en la Tabla 25, se basa en los siguientes aspectos:

- El operador del cargador hace una tarea eficaz y carga de manera rápida a la volqueta cada vez que requiere material.
- El operador siempre hace el esfuerzo de recorrer las distancias que hay entre el barro y el material de río para la producción de este material.
- El material cargado no siempre va con la misma mezcla de barro y material de río por lo que retrasa un poco la operación.

- Hubo inconsistencia en los tiempos tomados debido a que no se escogía el material adecuado demorando el cargue en ocasiones.

Tabla 26. Calificación de desempeño de PCC arena triturada y triturados (Transporte a trituradora).

METODO DE WESTING HOUSE			
HABILIDAD		ESFUERZO	
Excelente	0,11	Excesivo	0,12
Buena	0,06	Bueno	0,05
Aceptable	-0,05	Aceptable	-0,04
Deficiente	-0,16	Deficiente	-0,17
CONDICIONES		CONSISTENCIA	
Ideales	0,06	Perfecta	0,04
Buena	0,02	Bueno	0,01
Aceptable	-0,03	Aceptable	-0,02
Deficiente	-0,07	Deficiente	-0,04
CALIFICACIÓN = (1 + (H+E+C+C))		1	

Fuente: El Autor

La calificación obtenida en la Tabla 26, se basa en los siguientes aspectos:

- El conductor tiene dificultades con el manejo del vehículo expone el carro por momentos
- El conductor hace un esfuerzo por llegar pronto a la trituradora, sería mejor si su destreza se lo permitiera.
- El material cargado no se perdió mucho material durante el transporte pero si se desperdició un poco en el camino.
- Hubo consistencia en los tiempos tomados las desviaciones dentro de los tiempos no son representativas por lo que hay una equidad en la operación

Tabla 27. Calificación de desempeño de PCC arena triturada y triturados (Vertimiento de tolva).

METODO DE WESTING HOUSE			
HABILIDAD		ESFUERZO	
Excelente	0,11	Excesivo	0,12
Buena	0,06	Bueno	0,05
Aceptable	-0,05	Aceptable	-0,04
Deficiente	-0,16	Deficiente	-0,17
CONDICIONES		CONSISTENCIA	
Ideales	0,06	Perfecta	0,04
Buena	0,02	Bueno	0,01
Aceptable	-0,03	Aceptable	-0,02
Deficiente	-0,07	Deficiente	-0,04
CALIFICACIÓN = (1 + (H+E+C+C))		1	

Fuente: El Autor

La calificación obtenida en la Tabla 27, se basa en los siguientes aspectos:

- El conductor en la mayoría de las veces parqueo de manera adecuada en la maquina en tiempos buenos.
- El conductor no tiene que hacer mucho esfuerzo ya que la trituradora cuenta con una tolva amplia que permite el vertimiento rápido.
- El material se descargó correctamente por el buen parqueo de la volqueta en la tolva.
- Hubo consistencia en los tiempos tomados las desviaciones dentro de los tiempos no son representativas por lo que hay una equidad en la operación

Tabla 28. Calificación de desempeño de PCC arena triturada y triturados (Proceso de trituración).

METODO DE WESTING HOUSE			
HABILIDAD		ESFUERZO	
Excelente	0,11	Excesivo	0,12
Buena	0,06	Bueno	0,05
Aceptable	-0,05	Aceptable	-0,04
Deficiente	-0,16	Deficiente	-0,17
CONDICIONES		CONSISTENCIA	
Ideales	0,06	Perfecta	0,04
Buena	0,02	Bueno	0,01
Aceptable	-0,03	Aceptable	-0,02
Deficiente	-0,07	Deficiente	-0,04
CALIFICACIÓN = (1 + (H+E+C+C))		1	

Fuente: El Autor

La calificación obtenida en la Tabla 28, se basa en los siguientes aspectos:

- El operario tiene destreza para el manejo de la maquina, recurre a sus habilidades para resolver problemas con el material.
- El operario hace un buen esfuerzo para que el cono responda en la producción del material más pequeño.
- Debido a las mezclas erróneas del material al momento de cargar se tiene que reprocesar en varias ocasiones el material perdiendo tiempo de producción.
- Hubo inconsistencia en los tiempos tomados, debido al reproceso de pequeñas cantidades de material.

Tabla 29. Calificación de desempeño de PCC arena triturada y triturados (Apilamiento de material).

METODO DE WESTING HOUSE			
HABILIDAD		ESFUERZO	
Excelente	0,11	Excesivo	0,12
Buena	0,06	Bueno	0,05
Aceptable	-0,05	Aceptable	-0,04
Deficiente	-0,16	Deficiente	-0,17
CONDICIONES		CONSISTENCIA	
Ideales	0,06	Perfecta	0,04
Buena	0,02	Bueno	0,01
Aceptable	-0,03	Aceptable	-0,02
Deficiente	-0,07	Deficiente	-0,04
CALIFICACIÓN = (1 + (H+E+C+C))		1	

Fuente: El Autor

La calificación obtenida en la Tabla 29, se basa en los siguientes aspectos:

- El operador del cargador hace una tarea eficaz pero se presenta demora en el apilamiento por falta de decisión de lugar de stock.
- El material no ofrece resistencia y por tal razón el cargador no hace esfuerzo por apilarlo de manera correcta.
- El material apilado se contaminó con materiales diferentes al explotado ya que la zona de almacenamiento no cuenta con un proceso correcto de limpieza.
- Hubo consistencia en los tiempos tomados las desviaciones dentro de los tiempos no son representativas por lo que hay una equidad en la operación

Los tiempos del proceso se representan en la Tabla 30.

Tabla 30: Tiempos de operación del proceso de obtención de Base granular.

HOJA DE OBSERVACION DEL ESTUDIO DE TIEMPO										
PROCESO	Trituración de base granular									
Operador: Operario de trituradora.	APROBO: FERNANDO ROJAS						ELABORO: JUAN F. OSORIO			
ACTIVIDAD	CICLOS						RESUMEN			
	1	2	3	4	5	6	ΣT	(PRM)	CD	TN
Cargue de volqueta	3,7	3,5	3,2	3,1	3	3,6	20,1	3,35	1	3,35
Transporte a trituradora	2,5	2,4	2,1	2,3	2,2	2,4	13,9	2,317	1	2,317
Vertimiento a tolva	1,1	1,6	1,5	1,9	1,2	1,3	8,6	1,433	1	1,433
Proceso de trituración	6,7	7,2	6,5	6,4	6,4	6,7	39,9	6,65	1	6,65
Apilamiento de material	3,3	2,9	2,8	2,1	2,7	2,6	16,4	2,733	1	2,733
TIEMPO PROCESO NORMAL:	16,48		TOLERANCIAS:				0,15	T. ESTANDAR	18,96	

Fuente: Autor

Se puede evidenciar que el proceso de trituración para este producto es más rápido ya que la malla es más amplia en sus aberturas.

Las tolerancias tomadas en cuenta son las idas al baño del operador, la revisión de la caída de material de la tolva y la sujeción de la malla ya que el material grueso tiende a desajustarla y a trabarla.

Es por tanto que en una jornada de 10 horas de operación se produce un total de 222 metros de base granular.

Así mismo se puede evidenciar que el proceso de cargue del material es más alto ya que para este producto es necesario que el material crudo tengo un porcentaje de barro, para que ayude a la compactación del suelo cuando se esté implementando.

Al igual que los anteriores productos este material depende también que el material crudo sea el ideal para este tipo de operación.

8.2.4.2 Sub- base granular.

La calificación para las diferentes tareas del proceso de la explotación de material, se presentan en la Tabla 31.

Tabla 31. Calificación de desempeño de PCC arena triturada y triturados (Cargue de volqueta).

METODO DE WESTING HOUSE			
HABILIDAD		ESFUERZO	
Excelente	0,11	Excesivo	0,12
Buena	0,06	Bueno	0,05
Aceptable	-0,05	Aceptable	-0,04
Deficiente	-0,16	Deficiente	-0,17
CONDICIONES		CONSISTENCIA	
Ideales	0,06	Perfecta	0,04
Buena	0,02	Bueno	0,01
Aceptable	-0,03	Aceptable	-0,02
Deficiente	-0,07	Deficiente	-0,04
CALIFICACIÓN = (1 + (H+E+C+C))		1	

Fuente: El Autor

La calificación obtenida en la Tabla 31, se basa en los siguientes aspectos:

- El operador del cargador hace una tarea eficaz y carga de manera rápida a la volqueta cada vez que requiere material.
- El operador siempre hace el esfuerzo de recorrer las distancias que hay entre el barro y el material de rio para la producción de este material.
- El material cargado no siempre va con la misma mezcla de barro y material de rio por lo que retrasa un poco la operación.
- Hubo inconsistencia en los tiempos tomados, debido al reproceso de pequeñas cantidades de material.

Tabla 32. Calificación de desempeño de PCC arena triturada y triturados (Transporte a trituradora).

METODO DE WESTING HOUSE			
HABILIDAD		ESFUERZO	
Excelente	0,11	Excesivo	0,12
Buena	0,06	Bueno	0,05
Aceptable	-0,05	Aceptable	-0,04
Deficiente	-0,16	Deficiente	-0,17
CONDICIONES		CONSISTENCIA	
Ideales	0,06	Perfecta	0,04
Buena	0,02	Bueno	0,01
Aceptable	-0,03	Aceptable	-0,02
Deficiente	-0,07	Deficiente	-0,04
CALIFICACIÓN = (1 + (H+E+C+C))		1	

Fuente: El Autor

La calificación obtenida en la Tabla 32, se basa en los siguientes aspectos:

- El conductor tiene dificultades con el manejo del vehículo expone el carro por momentos
- El conductor hace un esfuerzo por llegar pronto a la trituradora, sería mejor si su destreza se lo permitiera.
- El material cargado no se perdió mucho material durante el transporte pero si se desperdició un poco en el camino.
- Hubo consistencia en los tiempos tomados las desviaciones dentro de los tiempos no son representativas por lo que hay una equidad en la operación

Tabla 33. Calificación de desempeño de PCC arena triturada y triturados (Vertimiento de tolva).

METODO DE WESTING HOUSE			
HABILIDAD		ESFUERZO	
Excelente	0,11	Excesivo	0,12
Buena	0,06	Bueno	0,05
Aceptable	-0,05	Aceptable	-0,04
Deficiente	-0,16	Deficiente	-0,17
CONDICIONES		CONSISTENCIA	
Ideales	0,06	Perfecta	0,04
Buena	0,02	Bueno	0,01
Aceptable	-0,03	Aceptable	-0,02
Deficiente	-0,07	Deficiente	-0,04
CALIFICACIÓN = (1 + (H+E+C+C))		1	

Fuente: El Autor

La calificación obtenida en la Tabla 33, se basa en los siguientes aspectos:

- El conductor en la mayoría de las veces parqueo de manera adecuada en la maquina en tiempos buenos.
- El conductor no tiene que hacer mucho esfuerzo ya que la trituradora cuenta con una tolva amplia que permite el vertimiento rápido.
- El material se descargó correctamente por el buen parqueo de la volqueta en la tolva.
- Hubo consistencia regular en los tiempos tomados ya que se presentaron desperdicios de material que se tuvieron que ingresar a la tolva de manera manual.

Tabla 34. Calificación de desempeño de PCC arena triturada y triturados (Proceso de trituración).

METODO DE WESTING HOUSE			
HABILIDAD		ESFUERZO	
Excelente	0,11	Excesivo	0,12
Buena	0,06	Bueno	0,05
Aceptable	-0,05	Aceptable	-0,04
Deficiente	-0,16	Deficiente	-0,17
CONDICIONES		CONSISTENCIA	
Ideales	0,06	Perfecta	0,04
Buena	0,02	Bueno	0,01
Aceptable	-0,03	Aceptable	-0,02
Deficiente	-0,07	Deficiente	-0,04
CALIFICACIÓN = (1 + (H+E+C+C))		1	

Fuente: El Autor

La calificación obtenida en la Tabla 34, se basa en los siguientes aspectos:

- El operario tiene destreza para el manejo de la maquina, recurre a sus habilidades para resolver problemas con el material.
- El operario hace un buen esfuerzo para que el cono responda en la producción del material más pequeño.
- Debido a las mezclas erróneas del material al momento de cargar se tiene que reprocesar en varias ocasiones el material perdiendo tiempo de producción.
- Hubo inconsistencia en los tiempos tomados, debido al reproceso de pequeñas cantidades de material.

Tabla 35. Calificación de desempeño de PCC arena triturada y triturados (Apilamiento de material).

METODO DE WESTING HOUSE			
HABILIDAD		ESFUERZO	
Excelente	0,11	Excesivo	0,12
Buena	0,06	Bueno	0,05
Aceptable	-0,05	Aceptable	-0,04
Deficiente	-0,16	Deficiente	-0,17
CONDICIONES		CONSISTENCIA	
Ideales	0,06	Perfecta	0,04
Buena	0,02	Bueno	0,01
Aceptable	-0,03	Aceptable	-0,02
Deficiente	-0,07	Deficiente	-0,04
CALIFICACIÓN = (1 + (H+E+C+C))		1	

Fuente: El Autor

La calificación obtenida en la Tabla 35, se basa en los siguientes aspectos:

- El operador del cargador hace una tarea eficaz pero se presenta demora en el apilamiento por falta de decisión de lugar de stock.
- El material no ofrece resistencia y por tal razón el cargador no hace esfuerzo por apilarlo de manera correcta.
- El material apilado se contamina con materiales diferentes al explotado ya que la zona de almacenamiento no tiene un proceso correcto de limpieza.
- Hubo consistencia en los tiempos tomados las desviaciones dentro de los tiempos no son representativas por lo que hay una equidad en la operación

Tabla 36: Tiempos de operación del proceso de obtención de Sub - base granular.

HOJA DE OBSERVACION DEL ESTUDIO DE TIEMPO										
PROCESO	Trituración de base granular									
Operador: Operario de trituradora.	APROBO: FERNANDO ROJAS						ELABORO: JUAN F. OSORIO			
ACTIVIDAD	CICLOS						RESUMEN			
	1	2	3	4	5	6	ΣT	(PRM)	CD	TN
Cargue de volqueta	3,7	3,5	3,2	3,1	3	3,6	20,1	3,35	1	3,35
Transporte a trituradora	2,5	2,4	2,1	2,3	2,2	2,4	13,9	2,317	1	2,317
Vertimiento a tolva	1,1	1,6	1,5	1,9	1,2	1,3	8,6	1,433	1	1,433
Proceso de trituración	5,2	5,4	5,5	5,5	5,3	5,1	32	5,333	1	5,333
Apilamiento de material	2,9	2,9	2,8	2,1	2,5	2,6	15,8	2,633	1	2,633
TIEMPO PROCESO NORMAL:	15,07		TOLERANCIAS:				0,15	T. ESTANDAR	17,33	

Fuente: Autor

El procedimiento de producción es similar al de la base granular con la diferencia de que el tiempo de trituración es menor ya que la abertura de la malla es mayor ya que la piedra componente para este producto debe tener según la norma de INVIAS un promedio de 3".

Con el tiempo de operación de 17,33, minutos se producen 242 metros diarios de este producto en una jornada con condiciones normales de producción.

Una vez terminado el estudio de tiempos a los procesos seleccionados, se puede evidenciar que una de las variables críticas es el transporte a cada una de las estaciones de trabajo siendo la única modificable de cada procedimiento ya que las otras son estándares que se deben cumplir para que el producto logre la transformación deseada

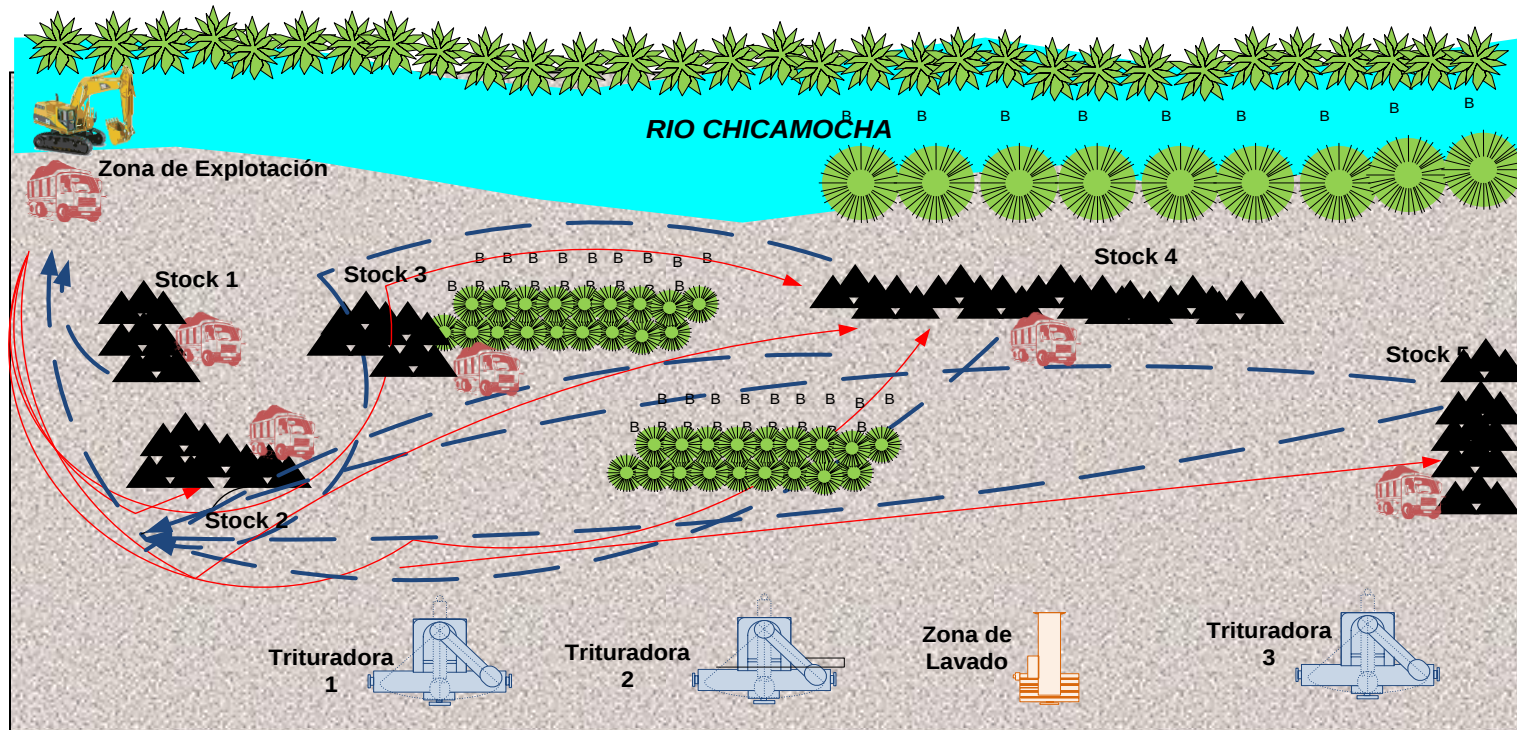
Es por tal razón que se decide hacer una revisión del estado de las vías de comunicación dentro de la planta, para determinar si es posible que los tiempos de transporte disminuyan.

8.3 DISEÑO DE TRANSPORTE INTERNO.

Las vías de tránsito utilizadas en la actualidad en la planta se pudieron observar falencias ya que no hay una ruta definida para el desplazamiento de los vehículos.

Además la falta constante de supervisión a los conductores hace que estos tomen vías en las que pierden tiempo en el desplazamiento.

Figura 13: Mapa de las vías de los vehículos de explotación.



Fuente: Autor

En la Figura 13 se muestra las rutas tomadas por los vehículos que transportan el material crudo de río después de explotarlo. El trazo rojo corresponde a las rutas tomadas por los vehículos de la zona de explotación a los distintos stocks creados, y el trazo azul corresponde a las rutas de vuelta de los stocks a la zona de explotación.

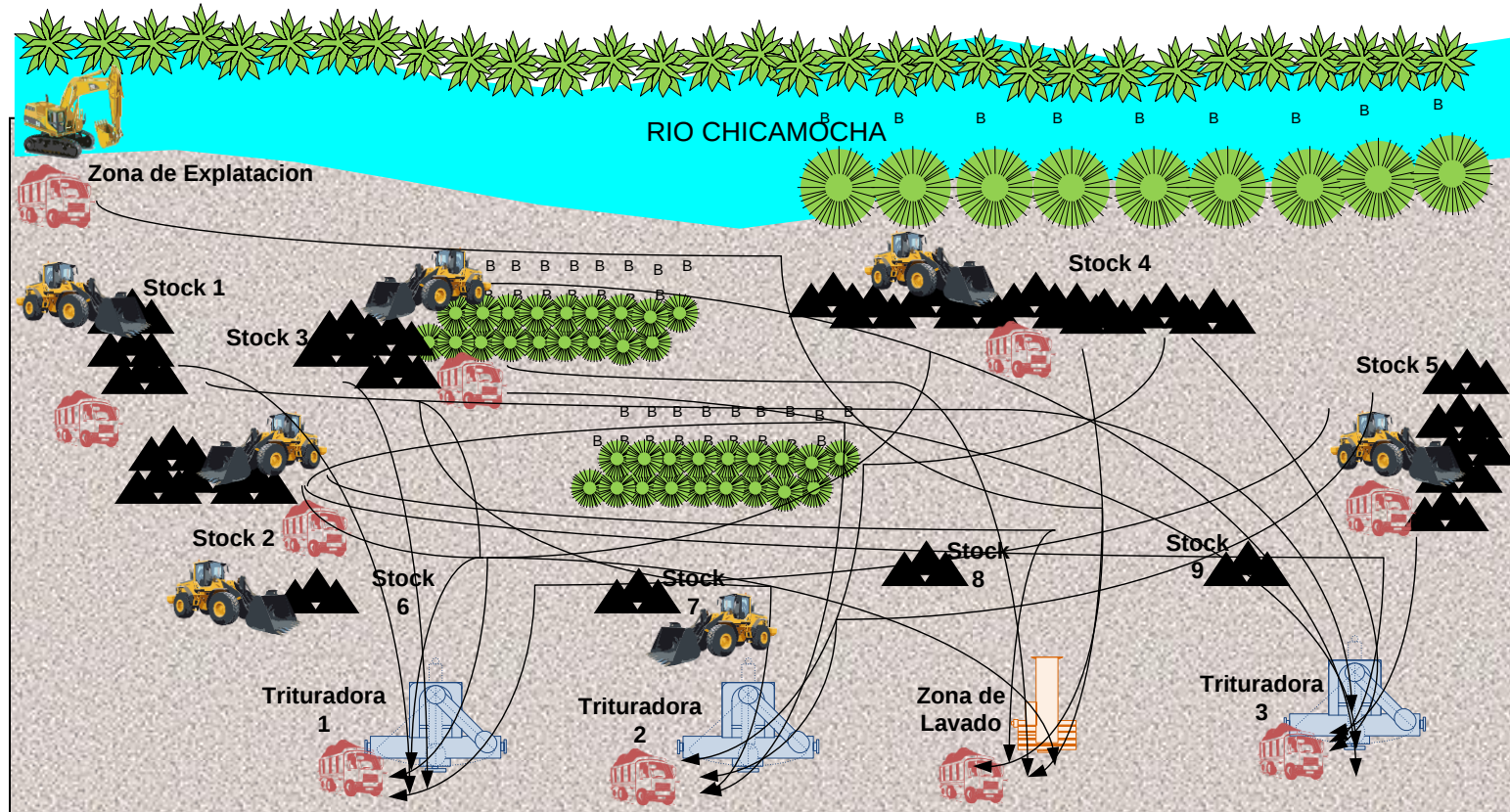
La ilustración refleja que no hay un orden o un patrón de movilización por parte de estos vehículos, y este desorden propuesto por los conductores ocasiona que existan varios stocks distribuidos por toda la planta, lo que dificulta claramente la labor del cargador que abastece a los vehículos que alimentan las trituradoras, ya que se debe desplazar por cada stock observando en qué condiciones está el material.

Con tantos stocks de material y no contar con un orden de descargue del material crudo, se incurre en el error de descargar el material crudo mojado sobre un stock de material seco y listo para ser utilizado, ocasionando que se deteriore el material seco y el tiempo de secado del stock se postergue por unos días más, limitando la materia prima de las trituradoras para un día de operación.

Esto se presenta debido a que los conductores no tienen una directriz para el descargue de material crudo mojado, ni se cuenta con una instrucción precisa para la ubicación de los stocks en zonas de almacenamiento.

Por otra parte la Figura 14 refleja el comportamiento de los vehículos que abastecen las trituradoras y la zona de lavado que debido a la creación de varios stocks de material sus desplazamientos son demorados en busca de un material en óptimas condiciones.

Figura 14: Mapa de las vías de los vehículos que alimentan las trituradoras.



Fuente: Autor.

Debido a que el descargue de material crudo por parte de las volquetas se hace de manera desordenada y dispersa, la utilización de este para la alimentación de las estaciones de trabajo se hace de igual manera ampliando los tiempos de transito de los vehículos a cada una de las estaciones de trabajo.

Además uno de los perjudicados de este sistema es el operador de cargue, ya que su movilización aumenta por toda la planta dificultando su tarea y es evidente el desgaste que la maquina sufre con el traslado que este debe dar para el cumplir con el cargue de los vehículos internos (Alimentadores de trituradoras) y vehículos externos (Compradores de materiales).

Dado las anteriores situaciones se hace conveniente de una reestructuración en el tránsito de los vehículos, para lograr esto es claro que se debe organizar el descargue del material de rio, para facilitar el uso de este en las distintas estaciones de transformación de esta materia prima.

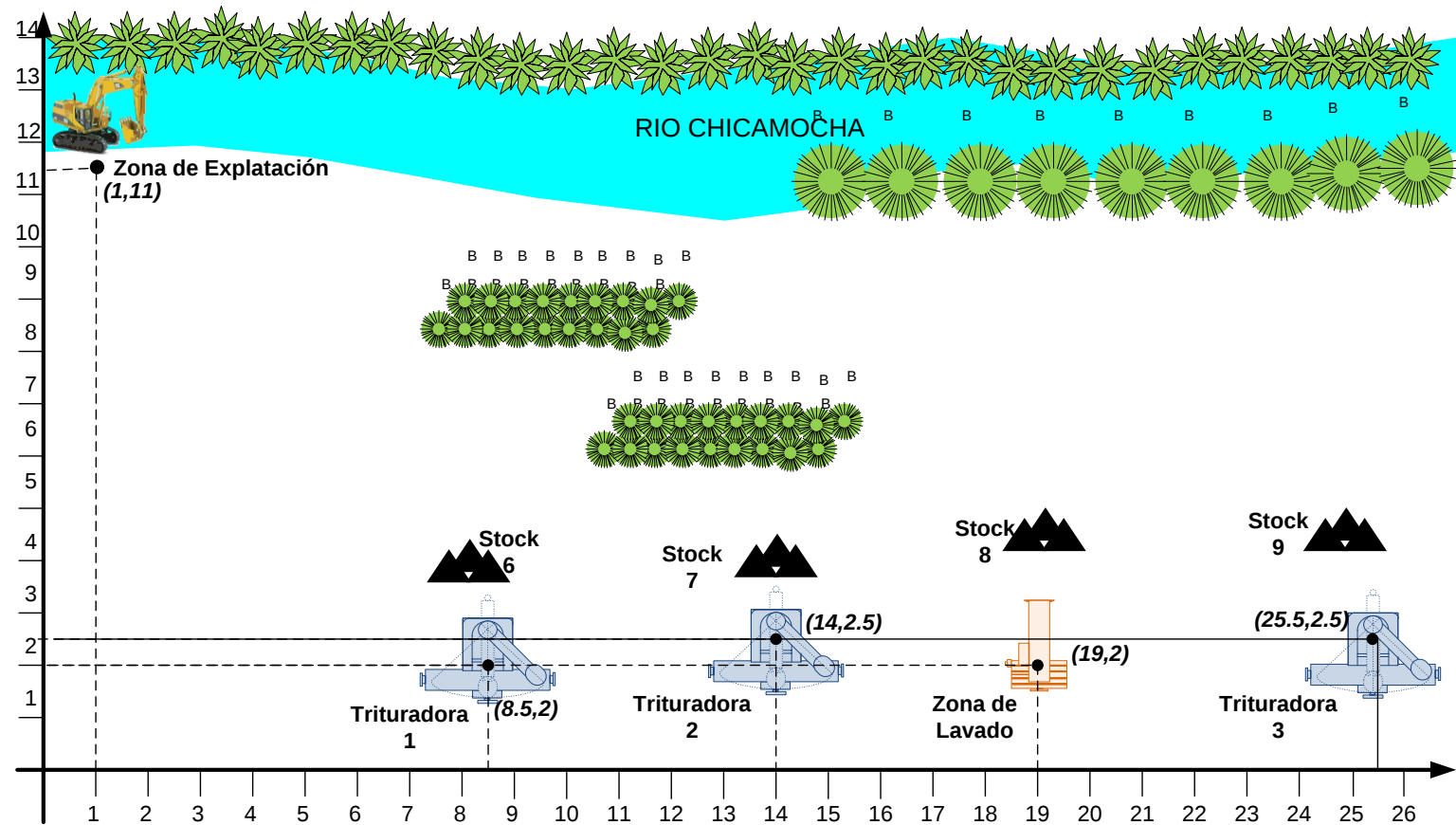
8.3.1 Reorganización de los stocks de material

De acuerdo con el problema de rutas en la planta y dado por hecho que el inconveniente es producido por los distintos lugares de stock en la planta, se requiere que se establezca un lugar o dos lugares donde se recopile todo el material extraído del rio se le de secado y de ahí mismo tomar el material para cada una de las trituradoras.

Como se indicó anteriormente se utilizará el método del centroide para encontrar un lugar óptimo de almacenamiento, porque lo que se busca es un lugar cerca a cada máquina y al sitio de explotación, con el fin de que los tiempos de transporte se minimicen.

Para realizar este método utilizando el mapa creado que representa las ubicaciones de la planta se creara un eje X y un eje Y, se generaran unas coordenadas imaginarias que dará una ubicación aproximada de cada uno de los lugares de la planta.

Figura 15: Mapa de planta con coordenadas.



Fuente: Autor.

Creadas las coordenadas se define la cantidad de material requerida por trituradora y la explotada por el operador de la retroexcavadora.

En la Tabla 37 se establece la cantidad material requerida por cada trituradora, zona de lavado y la explotada por la excavadora de acuerdo a los tiempos que se tomaron en la formulación del objetivo anterior, con esto se determinaran los viajes a realizar en una jornada laboral multiplicados por los metros transportados.

Tabla 37: Metros necesitados y producidos por cada estación de trabajo.

ESTACION DE TRABAJO	TIEMPO DE PROCESO	Nº DE VIAJES AL DIA	METROS TRANSPORTADOS	NUMERO DE VEHICULOS	METROS TOTALES
Explotación	27,8	22	12	3	777
Lavado de arena	43,06	14	10	1	139
Trituradora 1 y 2	17,2	35	7	1	244
Trituradora 3	17,7	34	7	1	237

Fuente: Autor

Dados los anteriores datos se procede a ingresar en las formulas del método centroide para así obtener la posición exacta del stock central de almacenamiento, como se va a denominar.

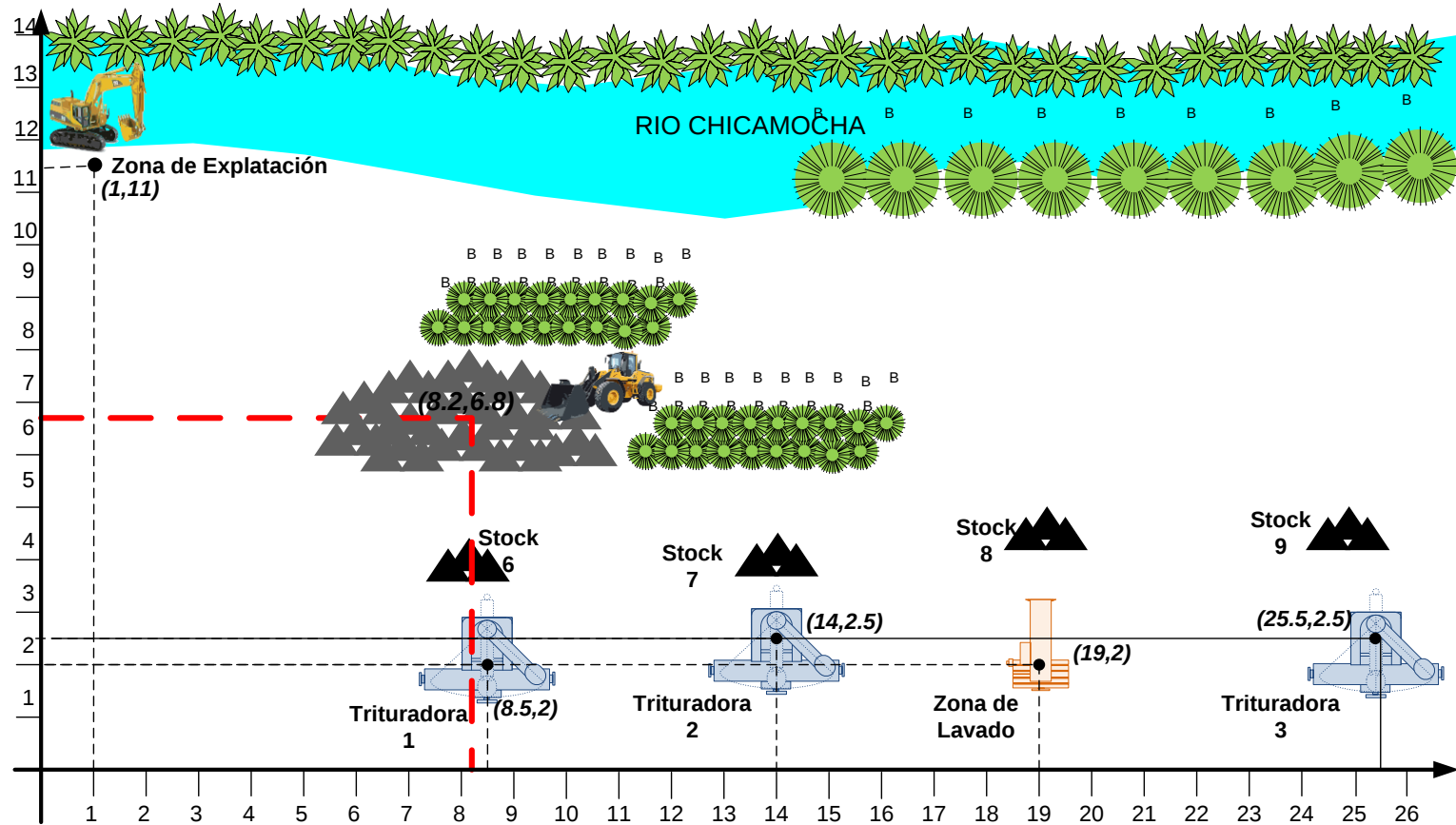
$$C_x = \frac{(1 \cdot 777) + (8,5 \cdot 244) + (14 \cdot 244) + (19 \cdot 139) + (25,5 \cdot 237)}{777 + 244 + 244 + 139 + 237}$$

$$C_x = 8,2$$

$$C_y = \frac{(11 \cdot 777) + (2 \cdot 244) + (2,5 \cdot 244) + (2 \cdot 139) + (2,5 \cdot 237)}{777 + 244 + 244 + 139 + 237}$$

$$C_y = 6,8$$

Figura 16: Mapa con la ubicación del stock único de almacenamiento.



Fuente: Autor.

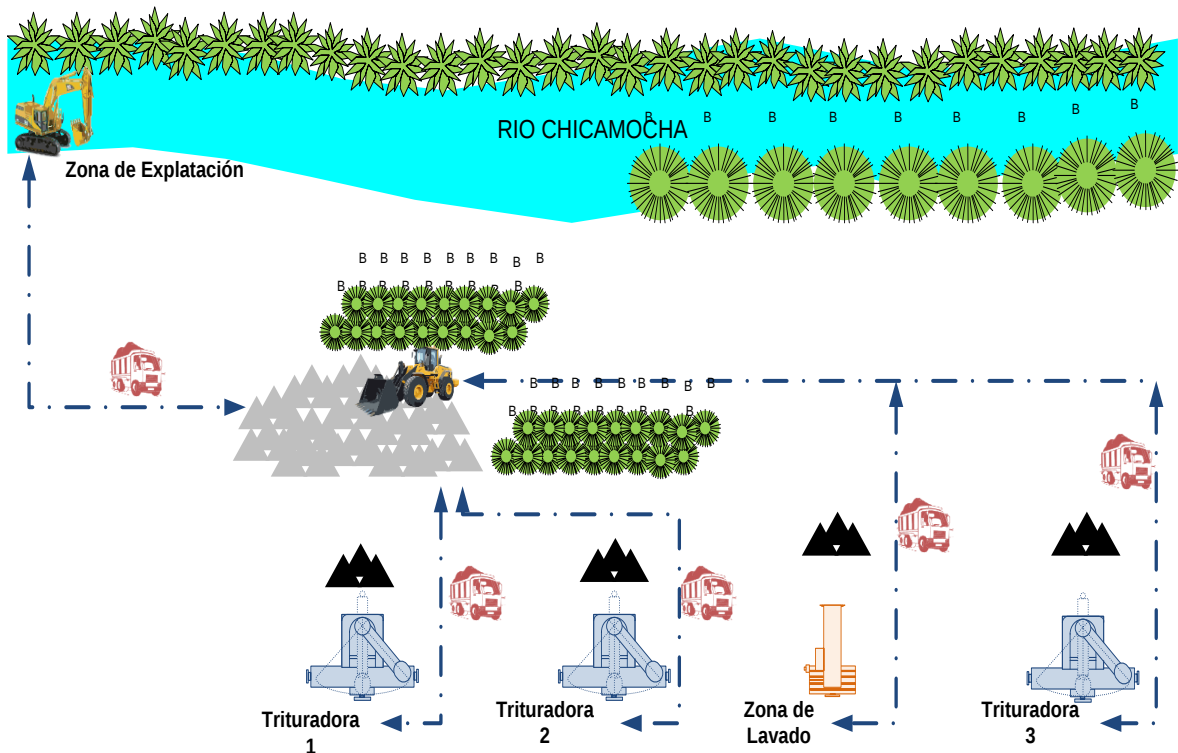
Con esta ubicación calculada se garantiza que el centro de acopio satisface las necesidades de todos los puntos de operación.

8.3.2 Diseño de nuevas rutas de transito al interior de la planta.

Con la ubicación del stock único de almacenamiento, se disminuyen los tiempos de tránsito y claramente se ordenará la llegada de material a cada estación de trabajo sin que estas se vean afectadas.

Dado lo anterior las rutas de acceso cada estación se grafican en la figura 17:

Figura 17: Mapa de nuevas rutas de transito.



Fuente: Autor.

Todas las rutas que se manejan en la figuras 13 y 14 son eliminadas con el nuevo sitio de almacenamiento, generando una sola ruta para cada estación de trabajo, con esto se conseguirá ejercer un control a los conductores para que su desplazamiento sea óptimo.

De igual forma el cargador acortara desplazamientos ya que es un solo centro de acopio en el que distribuirá a cada estación de trabajo, lo que lograra eliminar los largos recorridos que se presentaban anteriormente por los diversos stocks creados a lo largo y ancho de la planta.

Una de las estaciones más beneficiadas con este cambio es el lavado de arena ya que una volqueta transportara al centro de acopio el material crudo, acumulándolo para que la volqueta encargada de llevar este material a la malla de lavado tenga un desplazamiento más corto y con esto disminuir el tiempo de operación.

El tiempo de operación disminuye ya que el desplazamiento es menor y con pruebas realizadas tomando el tiempo de las distintas zonas de trabajo al punto determinado por la metodología del centroe dio como resultado los siguientes datos.

Cabe resaltar que esto tiempos son tomados con una técnica poca acertada ya que no se pudo hacer una comparación con los cambios propuestos para el stock de almacenamiento único.

Tabla 38: Nuevos tiempos de transito en la planta.

HOJA DE OBSERVACION DEL ESTUDIO DE TIEMPO										
APROBO: FERNANDO ROJAS						ELABORO: JUAN F. OSORIO				
TRANSPORTE A ZONAS DE PRODUCCION	CICLOS						RESUMEN			
	1	2	3	4	5	6	ΣT	(PRM)	CD	TN
Lavado de arena	4,3	4,4	4,6	4,7	4,5	4,7	27,2	4,533	1	4,533
Trituradoras arena y triturados	1	1,1	1	1,2	1,2	1	6,5	1,083	1	1,083
Explotación de material crudo	7,2	7,4	7	7,3	7,1	7,3	43,3	7,217	1	7,217
PCC Base granular	1,6	1,4	1,5	1,4	1,6	1,5	9	1,5	1	1,5
PCC Sub Base granular	1,6	1,4	1,5	1,4	1,6	1,5	9	1,5	1	1,5

Fuente: Autor

Tabla 39: Nuevos tiempos de operación.

PROCESO	TIEMPO ACTUAL DE TRANSITO	PORCENTAJE DE AHORRO	NUEVO TIEMPO DE TRANSITO	TIEMPO ACTUAL DE OPERACIÓN	MTS PRODUCIDOS	NUEVO TIEMPO DE OPERACIÓN	MTS A PRODUCIR
Obtención de arena	14,98	70%	4,53	43,06	125	32,6	166
Explotación de material crudo	14,19	49%	7,21	27,86	258	17,2	314
Obtención de triturados y Arena triturada	2,63	59%	1,08	21,4	196	16,2	333
Obtención base granular	2,31	35%	1,5	18,96	222	18,2	297
Obtención sub base granular	2,31	35%	1,5	17,33	242	16,3	331

Fuente: Autor

El proceso más beneficiado es el de lavado de arena, ya que la disminución en el tiempo de operación es del 70%.

Los demás valores se consideran de acuerdo a que todo el material se concentra en una sola zona, por lo que los vehículos no deben desplazarse a otros lugares de la planta lo que aumentaba claramente el tiempo de tránsito en las operaciones de las trituradoras.

Para el caso de la explotación de material al reducir las demás opciones de stocks que se creaban a lo largo de toda la planta y llegar a un solo punto de descargue hace que los tiempos de transito disminuyan y su regreso a la zona de explotación sea más rápido.

Con los nuevos tiempos de operación y el nuevo stock único de material crudo aumentan la productividad en todas las estaciones de trabajo, lo que garantizaría que la planta cumpliría con los pedidos de material solicitados por los clientes.

Por supuesto es una conclusión hipotética debido a la reducción del tiempo de desplazamiento de los vehículos en todos los procesos productivos; pero esto no se logró probar debido a que el único stock de almacenamiento no se implementó y los tiempos suministrados en la Tabla 39 en la columna *tiempo actual de transito*, fueron tomados por el autor al probar con un vehículo desde el punto propuesto por el método centroide a cada una de las estaciones de trabajo.

8.4 DISEÑO DE SISTEMA DE PROGRAMACIÓN DE PRODUCCIÓN.

En *ARENERA LOS PINOS* no existe ninguna clase de programación actual para establecer que material crudo se explota, que cantidad, que horas al día se debe trabajar si se debe o no contar con horas extras para cumplir el pedido y tampoco las maquinas tienen una orientación de cuando tienen que producir para cumplir con lo pactado por la persona encargada de las ventas.

Lo anterior evidencia la naturaleza de la planta donde predomina el desorden a la hora de producir material, dando como resultado el incremento en los costos de operación, principalmente el de las horas extras, ya que en todos los periodos se recurre a esta práctica para lograr cumplir con las cantidades de material solicitadas por el cliente.

Debido a que la dirección no tiene en mente ejecutar una programación en la que ellos se involucren, donde tomen decisiones acerca de las cantidades a producir a mediano y largo plazo, basados en la competencia o en los requerimientos del mercado y así mes a mes tener las cantidades a producir.

El plan de producción a ejecutar para *ARENERA LOS PINOS* mostrara el orden de ejecución de los procesos con sus respectivos periodos de tiempo y cantidades producidas, para que con esa información se pueda orientar a los operarios de cómo deben emplear el tiempo laboral dentro de la planta y también para que la dirección efectúe control sobre las labores ejecutadas.

Para que el plan de producción funcione, se debe tener definida la capacidad de la planta, pero en la actualidad la capacidad de la planta no está definida y no existe un referencial de cuanto material crudo se puede transformar con los procesos manufactureros actuales de *ARENERA LOS PINOS LTDA.*

Debido a lo anterior se toman los tiempos de operación desarrollados en el objetivo anterior y se usaran para determinar la capacidad de producción por la arenera en cada uno de los materiales de estudio en una jornada de 10 horas.

Tomando en cuenta los nuevos tiempos y descontando el transito con el nuevo stock de almacenamiento las capacidades de la planta cambian aumentándose claramente y para el plan de producción se ejecutara con las siguientes capacidades de material.

Tabla 40: Capacidad de la planta con tiempos de operación nuevos.

PROCESO	TIEMPO NUEVO DE OPERACIÓN	VEHICULOS USADOS	MTS PRODUCIDOS (JORNADA NORMAL)
Obtención de arena	32,6	1	166
Explotación de material crudo	17,2	3	942
Obtención de triturados y Arena triturada	16,2	2	666
Obtención base granular	18,2	1	297
Obtención sub base granular	14,4	1	331

Fuente: Autor

Hay que tener en cuenta que la trituradora 1, solo produce triturado $\frac{3}{4}$ y arena triturada y que la trituradora 2 produce además de los dos materiales anteriores triturado de $\frac{1}{2}$ y triturado de $\frac{3}{8}$.

Por lo tanto las proporciones de cada material al triturar 14 metros cúbicos de material crudo, (es decir 7 metros cúbicos en la trituradora 1 y 7 metros cúbicos en la trituradora 2) dejando las proporciones obtenidas de cada material de la siguiente forma:

Tabla 41: Capacidad de material producido en triturados y arena triturada.

EXPLOTACION DE TRITURADOS Y ARENA TRITURADA EN JORNADA DE 10 HORAS			
TRITURACIÓN TOTAL: 666 METROS CUBICOS			
ARENA TRITURADA	TRITURADO 3/4	TRITURADO 3/8	TRITURADO 1/2
36% PRODUCIDO	50% PRODUCIDO	7% PRODUCIDO	7% PRODUCIDO
239,76	333	46,62	46,62

Fuente: Autor

8.4.1 Programa para la explotación de material.

Teniendo en cuenta la capacidad de la planta por material, se hace la conversión de material crudo a material final, con el fin de determinar qué cantidad de crudo se requiere para cada estación de trabajo y así tener una meta global a explotar en el tiempo determinado.

Tabla 42: Conversión de material crudo a material final.

MATERIAL FINAL	CANTIDAD DE MATERIAL CRUDO MTS 3	CANTIDAD DE MATERIAL FINAL MTS 3
Arena Lavada	12	10
Arena Triturada	14	5
Triturado ¾	14	7
Triturado 3/8	14	1
Triturado ½	14	1
Base Granular	7	7
Sub Base granular	7	7

Fuente: Autor

Hay que tener en cuenta que la planta debe contar con una producción normal de productos ya que esta sigue funcionando sin importar los pedidos especiales que se hagan de material, es por tal razón que se toma un promedio de las ventas del año anterior y con ese promedio tener una programación de producción estándar, que obedecerá a las condiciones normales de producción.

Es de aclarar que en los valores que se indicaran a continuación no está sumado los pedidos especiales de material, simplemente estos obedecen a la demanda normal de la planta, los valores con los pedidos especiales de material si están consignados en el análisis de venta que se hizo en el objetivo número 8.2.

La Tabla43 muestra el promedio de las ventas de material que dará la entrada a la programación estándar de la planta:

Tabla 43: Promedios de ventas por material. (Valores en metros cúbicos).

MATERIAL	Mar. 2010	Abr. 2010	Mayo 2010	Jun. 2010	Jul. 2010	Ago. 2010	Sep. 2010	Oct. 2010	Nov. 2010	Dic. 2010	Ene. 2011	Feb. 2011	Mar. 2011	PROMEDIO
ARENA LAVADA	1820	1790	1795	1825	1810	1804	1795	1825	1818	1805	1802	1785	1795	1805
ARENA TRITURADA	1456	1425	1435	1425	1415	1436	1445	1432	1422	1428	1430	1420	1435	1431
BASE GRANULAR	1745	1752	1743	1747	1740	1752	1715	1725	1735	1745	1738	1752	1743	1741
SUB BASE	960	910	900	905	915	930	894	945	943	965	945	925	956	930
TRITURADO ¾	1535	1524	1523	1528	1538	1541	1529	1532	1541	1532	1528	1537	1540	1533

Fuente: Datos suministrados por la compañía.

En la Tabla43 se efectúa un promedio simple de las ventas para tener una idea de la cantidad de material que se debe producir por mes.

Se ha efectuado este método simple, debido a que la demanda en cada uno de los periodos evaluados y en los distintos materiales, tiende a hacer equilibrada sin mayores fluctuaciones y el resultado será un promedio que represente los datos observados.

Tomando en cuenta los promedios de ventas, se efectúa la conversión de cuanto material crudo se deberá explotar para que se cumpla con la posible demanda mensual:

Tabla 44: Cantidad de materia crudo a explotar mensual.

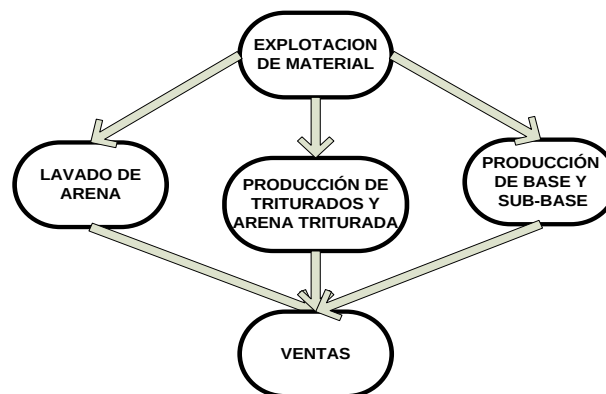
MATERIAL	Demanda Promedio	Material a Explotar
ARENA LAVADA	1805	2166
ARENA TRITURADA	1431	4007
TRITURADO 3/4	1533	3066
BASE GRANULAR	1741	1741
SUB BASE	930	930

Fuente: Autor

Teniendo presente los datos de material crudo a explotar para cumplir la demanda promedio de la planta, se procede a efectuar la programación del personal de excavación durante el mes, ya que esta operación aunque es vital y está ligada a los demás procesos, esta estación de trabajo es independiente y puede laborar sin contratiempos ya que no depende si no del comportamiento del río.

Hay que tener en cuenta que el mapa de producción que se usa en la planta tiene como principal proceso el de explotación el cual da la entrada a todos los demás procesos tal y como se muestra en la grafica siguiente, donde se resume lo ya explicado en puntos anteriores:

Figura 18: Mapa de producción de Arenera los Pinos.



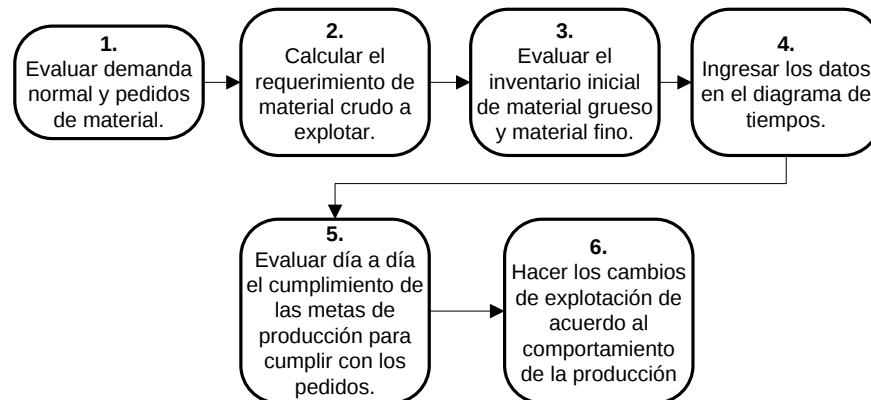
Fuente: Autor.

Estos pasos son los básicos para el cumplimiento de la tarea de producción, de igual manera no es un mecanismo único y que puede estar sujeto a los diferentes cambios que se presentan durante el proceso de explotación, tales como varadas de la

retroexcavadora, el crecimiento del río lo cual impide la explotación y cualquier otra eventualidad que se presente.

De igual manera en la evaluación de la producción diaria, deben tenerse en cuenta todos estos cambios, esto con el fin de determinar si la operación necesitara de horas extras.

Figura 19: Metodología para la programación de la producción.



Fuente: Autor.

Es de aclarar que el punto seis de la metodología se debe determinar por la persona encargada de la producción de la planta, ya que esta podrá determinar observando el diagrama con que material cuenta la planta y si se hace necesario hacer el cambio de explotación por parte del operador, buscando el cumplimiento del material que se necesita para la producción de las demás estaciones de trabajo.

Con lo anterior se afirma que todo programa de producción requiere de la capacidad de análisis y de decisión de una persona que tenga conocimiento del tema y conozca las condiciones de la planta.

Ahora bien retomando el punto cuatro de la metodología en el que informa el uso del diagrama de tiempos, y teniendo en cuenta la demanda y la cantidad de material a explotar por cada uno de los productos, se procede a ingresar los datos.

Para este caso no se tiene un pedido especial, si no tan solo la demanda normal de la planta, la cual se ingresa en el diagrama de tiempo creado, el cual indicara los días de producción que tardara el personal de explotación en cumplir con los requisitos de material crudo para la producción de los materiales solicitados por el mercado.

El funcionamiento de este diagrama de tiempo se da por formulas diseñadas bajo la herramienta condicional “SI” proporcionada por Microsoft Excel. Esta determina que las sumatorias de material producido no exceda el valor de material solicitado.

Formula:

$$SI(\#MTS^3 \text{ SOLICITADOS}) > \left(\sum (MTS^3 \text{ PRODUCIDOS}) \text{ PRODUCIDOS} \right); F(0))$$

La simulación semanal de escenarios de la programación de producción, se diseñó en una plantilla de Microsoft Excel; inicialmente se debe tomar el valor de las ventas mensuales de acuerdo al promedio de ventas deducido anteriormente y se dividirá en las semanas laborales con las que cuente el mes de operación a programar.

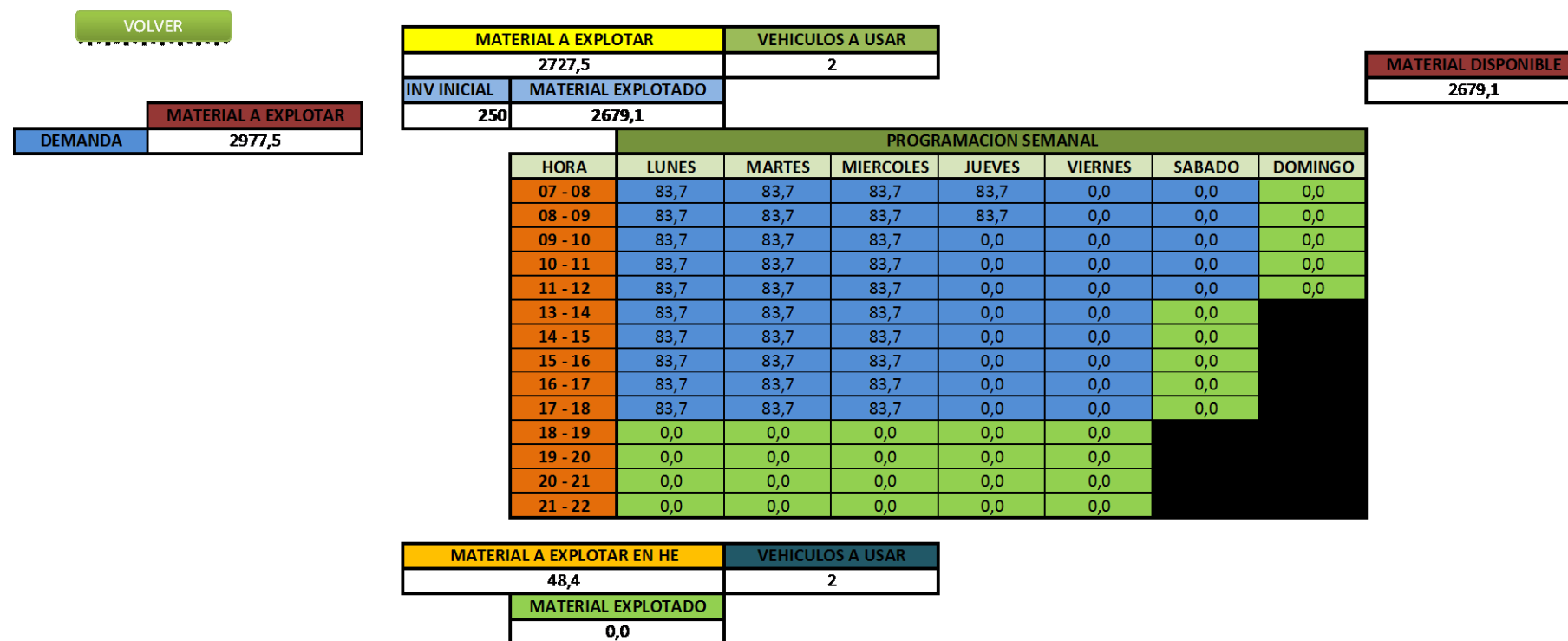
En la herramienta se ingresaran los siguientes datos:

- 1) El valor de los metros a explotar, el cual es la suma de la cantidad necesitada para explotar los distintos materiales a producir.
- 2) El valor de los metros de inventario con los que se cuenta antes de la simulación, para que se tengan presentes con el fin de determinar el valor de metros que se deben explotar.
- 3) El número de vehículos que se van a utilizar para la explotación de material tanto para el tiempo de operación normal, como para el tiempo de operación en horario extra.

Teniendo en cuenta las instrucciones dadas anteriormente se procede a realizar a un ejemplo con los valores calculados anteriormente:

- De acuerdo a los datos las cantidades a explotar mensual son:
 - 11910 metros, el cual se dividirá en 4 semanas de operación normal, lo cual da un valor a explotar semanal 2977,5 metros cúbicos.
 - Además ingresar el valor de inventario inicial que para el caso del ejercicio se iniciara con un valor de 250 metros cúbicos
 - Por último para el ejercicio se trabajara con dos vehículos dando por entendido que un vehículo está en reparación.
- Cabe aclarar que fallas mecánicas, crecimiento de río, o distintos inconvenientes que se presentasen en el momento deben considerarse antes de ingresar los datos a la herramienta para simular.

Figura 20: Diagrama de tiempos para la ejecución del proceso de explotación.



Fuente: El Autor.

Esta simulación arroja que se explotara el pedido completo para el jueves en horas de la mañana y que solo restaran 48,4 metros para completar el pedido y que no hay necesidad realizar horas extras.

De igual forma estos datos dan oportunidad para toma de decisiones como el de hacer mantenimiento a la máquina, a realizar mejoras a las vías de acceso al rio y demás actividades que se pueden programar con el tiempo restante de operación.

Es de aclarar que la simulación efectuada en el diagrama de tiempos en la explotación de material que se da en condiciones perfectas, sin averías y sin contratiempos, es por tal razón que dentro de la metodología de la programación de explotación se considera el hecho de que la persona encargada revise a diario o en el tiempo que se estime si lo planificado se está cumpliendo y si llegasen a presentarse contratiempos sean consignados en el diagrama y los ciclos de producción se muevan las horas que dure el inconveniente, es por tal razón que quedan casillas sin llenar.

Con la herramienta de simulación se determina el uso de horarios extras para el cumplimiento de la producción, por tanto al tener establecido el uso de horas extras, estas se pueden presupuestar con anterioridad en la ejecución de cualquier labor que lo necesitase.

8.4.2 Programa para la producción de arena triturada y triturados

Teniendo listo el programa de producción para la explotación de material, el cual es la base de todos los demás procesos de transformación, se procede a ejecutar los programas de producción de las maquinas trituradoras y el lavado de arena contando con el material que ya se cuenta en el stock único de almacenamiento.

Por tal razón se procede a realizar la metodología de programación de las maquinas trituradoras de arena y triturados contando con el material existente en el stock almacenado por los vehículos del área de explotación.

Como se describió anteriormente la planta consta de dos trituradoras que cumplen la función de producir arena triturada y triturados la trituradora 1, produce arena triturada y triturado $\frac{3}{4}$ y la trituradora 2, produce arena triturada, triturado $\frac{3}{4}$, triturado $\frac{1}{2}$ y triturado $\frac{3}{8}$.

Cuando se realizó el análisis de los principales productos de la planta y se determinó que el triturado $\frac{1}{2}$ y triturado $\frac{3}{8}$, no eran productos vitales, ya que las ventas de estos materiales eran esporádicas debido a su poco uso en la construcción, pero que de igual forma se producían debido a que la trituradora 2 tiene en su estructura la facilidad de producir estos dos agregados y la empresa aprovecha esta producción para ofrecer variedad de agregados que al fin de cuentas producen dinero a la compañía.

Dado lo anterior se debe tener en cuenta la cantidad de material que se vende de estos triturados para la cantidad de material crudo que se necesitara y los datos suministrados por la empresa para estos productos son los siguientes y de la misma manera con esos datos se calculara el material crudo a explotar para estos.

Tabla 45: Ventas de triturado 1/2 y 3/8 con el material crudo necesitado.

MATERIAL	DEMANDA PROMEDIO	MATERIAL EXPLOTADO
Triturado 3/8	100	1400
Triturado 1/2	115	1610

Fuente: Datos suministrados por la compañía y el autor.

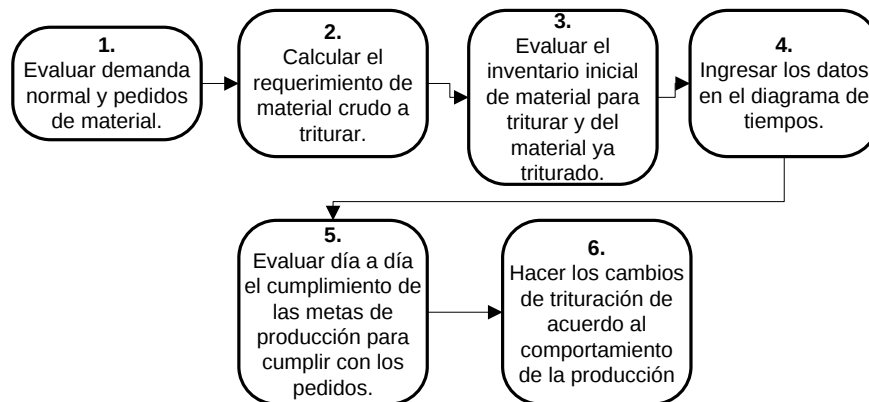
Por lo tanto la cantidad de material crudo que se necesita para la ejecución del proceso en las trituradoras 1 y 2 es de 10083 metros cúbicos mensuales por lo que por semana se necesitaría 2520,75 metros para triturar.

Este valor es el material crudo que necesitan las dos trituradoras para producir la demanda normal de la planta en arena triturada y triturados, con estos datos se procede a realizar el diagrama de tiempos del proceso de trituración para estos materiales.

De la misma manera que en el proceso de explotación, el proceso de trituración debe contar con una metodología a tener en cuenta para el progreso de la actividad que se va a ejecutar.

Es por esto que la metodología se resume en la Figura 21:

Figura 21: Metodología del proceso de trituración de arena y triturados.



Fuente: Autor

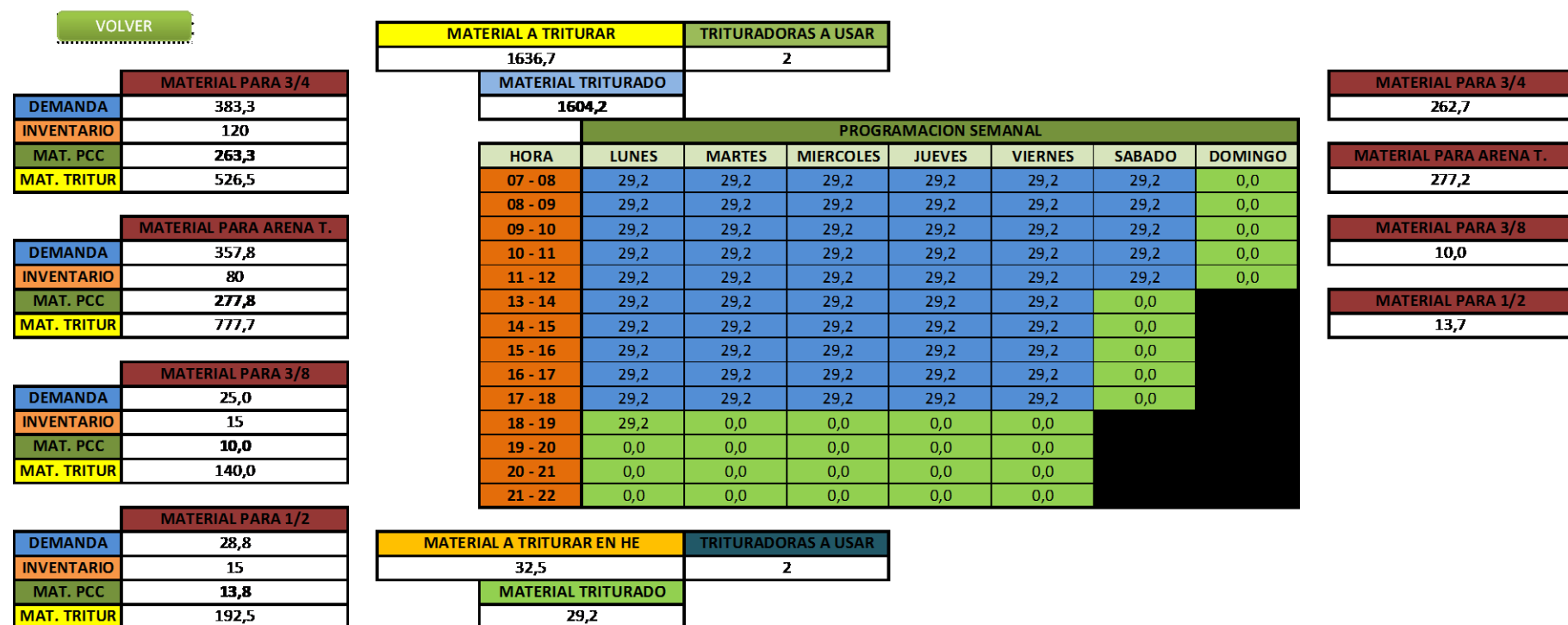
Al igual que en la explotación las inspecciones o evaluaciones del progreso de la producción y los cambios que se presentasen durante la producción es de vital importancia, ya que esta dará los cambios a efectuar en el diagrama de tiempos.

Para la simulación de la producción de los siguientes materiales las cantidades a explotar semanalmente para el cumplimiento de la demanda mensual son los siguientes:

- Arena triturada: 357,75
- Triturado $\frac{3}{4}$: 383,25
- Triturado $\frac{3}{8}$: 25
- Triturado $\frac{1}{2}$: 28,75

Al igual que las indicaciones anteriores para la explotación material están deben ser llevadas en esta simulación, y además se deben tener en cuenta que para esta simulación no se incrementa el número de vehículos si no el número de trituradoras a trabajar.

Figura 22: Diagrama de tiempo de trituración para trituradoras 1 y 2



Fuente: Autor, Excel

Al igual que en la explotación de material esta trituración se da en condiciones normales, sin ninguna avería o contratiempo que se presentase con alguna de las maquinas o el material; de igual forma hay que tener en cuenta la metodología en el punto de la revisión para el replanteamiento del diagrama de tiempo, lo cual facilitara la planeación de la producción.

Además esta planeación debe ir en llave con los informes de operación presentados por el personal que opera las maquinas, para tener en cuenta en qué momento se deben programar el cambio de piezas de las maquinas que por su desgaste tienen que ser reemplazadas para el buen funcionamiento de la maquinaria.

De igual forma cabe indicar que dicho diagrama es una ayuda para la toma de decisiones en la planeación de la producción de estos productos, ya que se deben tener en cuenta las múltiples complicaciones que se presentan en la producción de cualquier producto, pero es claro que estos diagramas ofrecen una condición inicial a cada pedido de producción que se efectuó.

A su vez es de aclarar que la simulación presentada en el anterior diagrama de tiempos corresponde a la producción de la demanda normal de la planta, de presentarse un pedido especial deberá sumarse la cantidad de metros cúbicos solicitados a la cantidad trabajada para el cumplimiento de la demanda normal y se hará una nueva simulación con la nueva cantidad de material a producir.

8.4.3 Programa para la producción de base y sub-base.

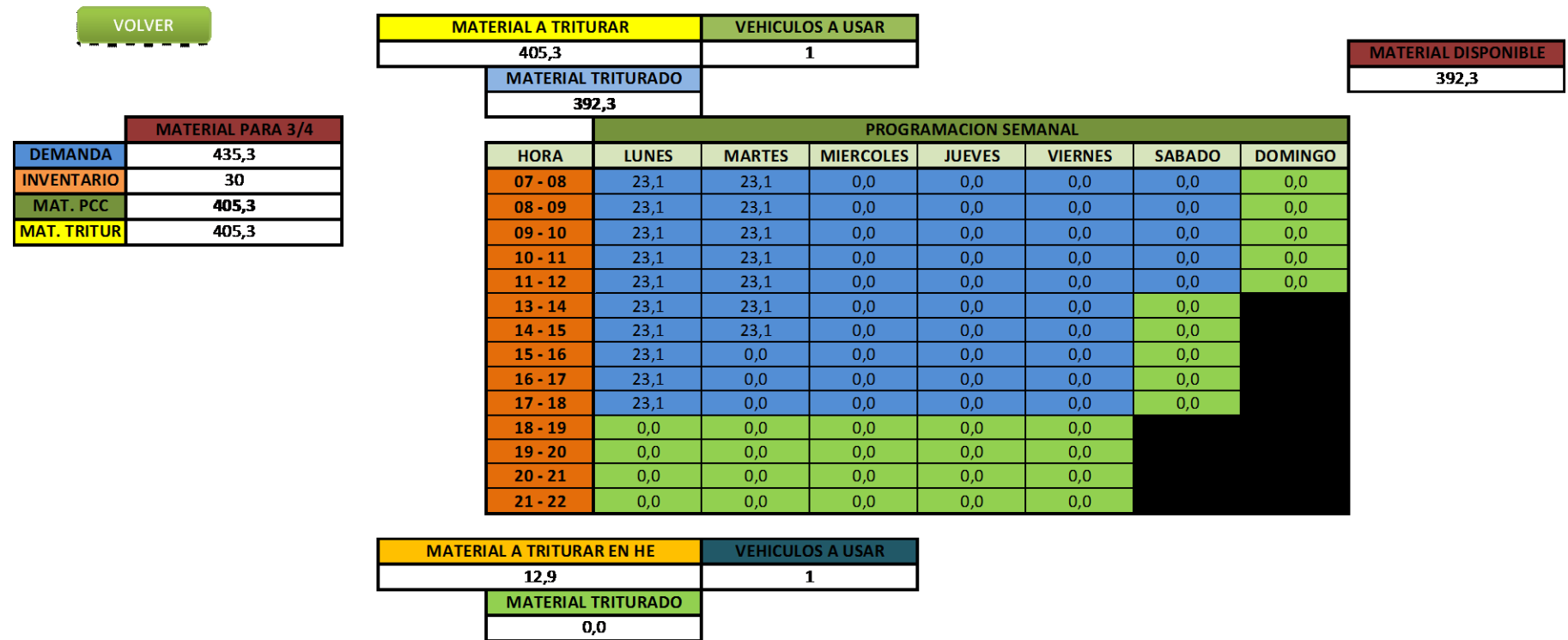
El programa para esta trituradora es el más sencillo que los anteriores, ya que no hay conversiones de material crudo, debido a que lo vertido en la tolva de material crudo es la misma cantidad de material final, tanto de base como sub-base, esto es debido a que esta trituradora solo cuenta con una salida de material y las mallas utilizadas tienen aberturas anchas.

Para esta programación se debe tener en cuenta que esta trituradora procesara dos tipos de materiales los cuales se diferencian en los tiempos de operación, ya que el tiempo de producción de la sub-base es menor a la de la base, debido a que la sub-base requiere una malla más gruesa, porque permite el paso más rápido del material.

La metodología de la planeación es la misma relacionada en la figura 18, ya que para ambos casos funciona de la misma manera, haciendo énfasis en los puntos de evaluación para que los cambios a efectuar en la planeación se hagan con tiempo para no perder la eficiencia de este proceso de producción.

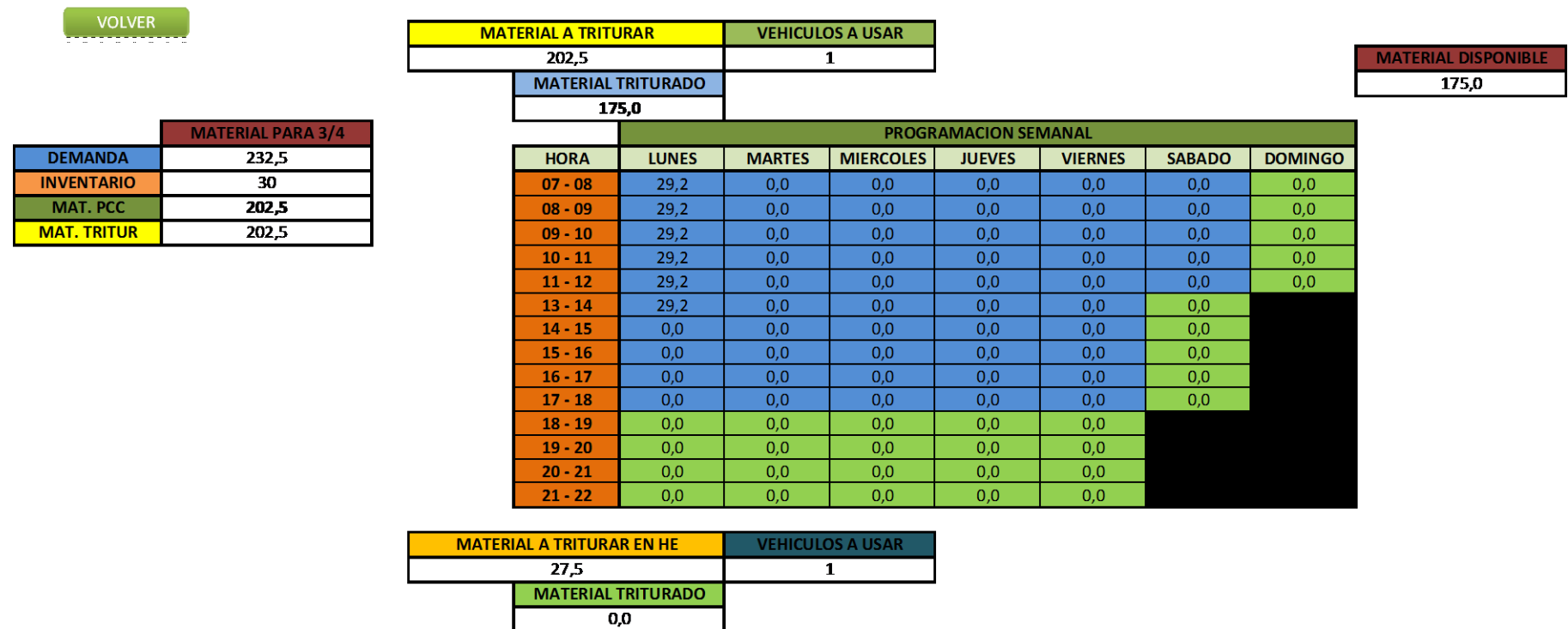
Para el buen uso de este diagrama de tiempos se debe tener clara la cantidad de material que los clientes requieren para cada semana o para cada tiempo determinado que se haya pactado para la entrega, para programar el cambio de mallas buscando que no se pierda eficiencia en la producción y que tampoco se efectúe de manera seguida ya que se incurriría en acumular cansancio a los operadores.

Figura 23: Diagrama de tiempo de trituración BASE



Fuente: Autor, Excel

Figura 24: Diagrama de tiempo de trituración SUB-BASE



Fuente: Autor, Excel

La simulación expuesta en este diagrama de tiempos, muestra la producción de la demanda normal de la planta sin contratiempo alguno, se puede denotar que en este proceso queda gran tiempo libre, por lo que se puede decidir en trabajar en una sola jornada, desocupando recursos para el ahorro de estos o crear un stock alto de producto final; esas son decisiones que tomara la persona encargada del manejo de la producción.

Se decide por parte del autor que estos materiales deben producirse por semanas y no combinando en una misma semana la producción de los dos elementos ya que se puede presentar problemas de programación con el cambio de mallas que esta trituradora debe tener para la trituración de estos dos productos.

En la programación de este proceso de producción es vital que se tomen decisiones acertadas para no incurrir en errores de operación, como pérdida deliberada de tiempo en el cambio de mallas y en acumular cansancio en los operadores.

Es por tal razón que se hace de vital importancia que se creen mecanismos que faciliten estas actividades alternas para así conseguir la mayor productividad de la máquina, ya que después de tener estas programaciones de producción el paso a seguir para la planta es controlar los costos de operación.

Con estas simulaciones, la toma de decisiones en el uso de los recursos de la arenera deberá ser más acertada, evitando los sobre costos de la operación.

8.4.4 Programa para la producción de arena lavada.

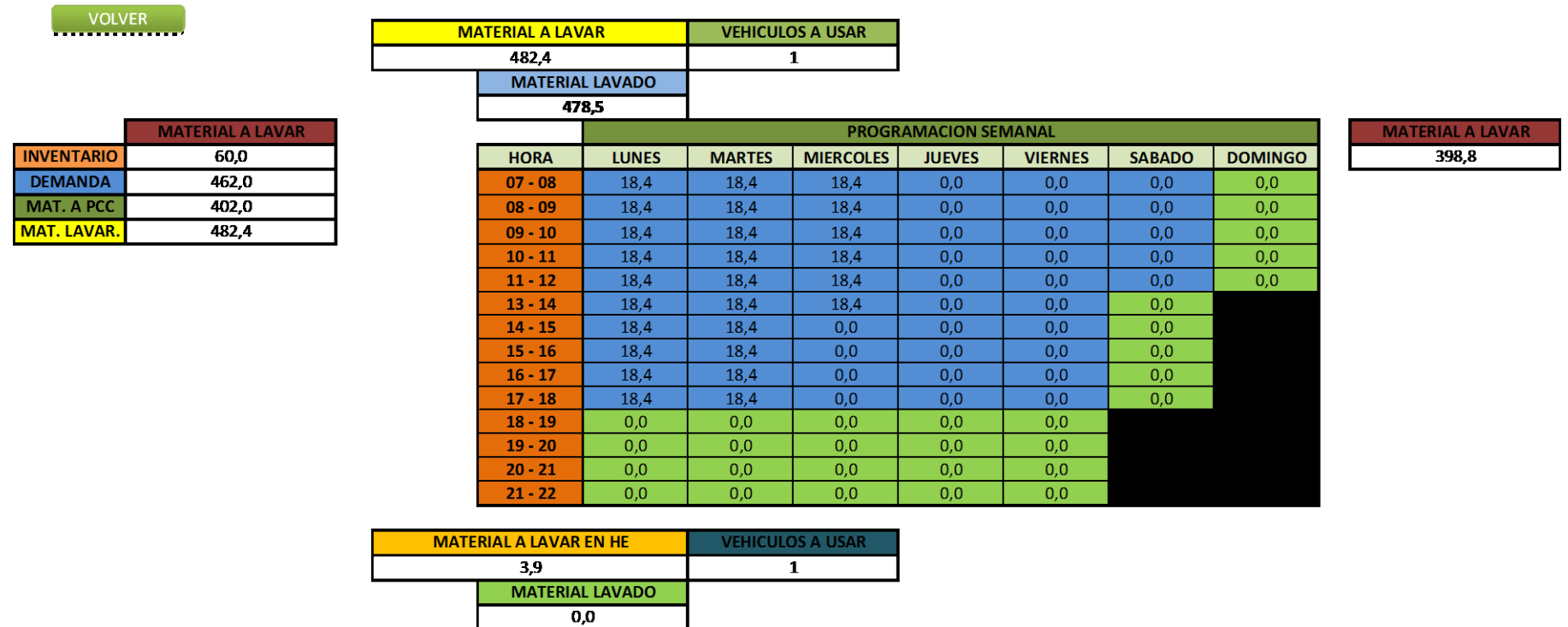
La programación del lavado de arena está ligada con la explotación del material, ya que este proceso determina el material fino con el que cuenta el río.

De igual manera en el momento en el que el río otorga este material trata de explotarse al máximo creando un stock del material fino para que se cuente con la materia prima necesaria para poder ejecutar el proceso de lavado.

Es por tal razón que las decisiones en la planeación de cuando se debe ejecutar la explotación de este material fino, (sin descuidar el material grueso que nutre las demás estaciones de trabajo), son vitales para el éxito de este proceso y para que siempre se cuente con material lavado para la venta.

Este proceso generalmente en la actualidad se trata de distribuir en su operación en las horas de la mañana, con el fin de que se desocupen recursos para no incurrir en costos de más, pero en muchas ocasiones se peca de no alcanzar la demanda de producto final porque el proceso se abandona por la falta de dirección.

Figura 25: Diagrama de tiempo para el lavado de arena.



Fuente: Autor, Excel

Al igual que en los anteriores diagramas se resalta que esta producción de arena lavada es la que se puede dar en condiciones normales, pero es claro que lo que se quiere mostrar es la herramienta de simulación, donde se mostrara el tiempo a emplear para conseguir la producción deseada.

Como se dijo anteriormente en la planeación de la producción, las decisiones de la persona encargada de este campo en la planta son vitales, ya que pueden retrasar la operación o aumentar la productividad siendo eficientes.

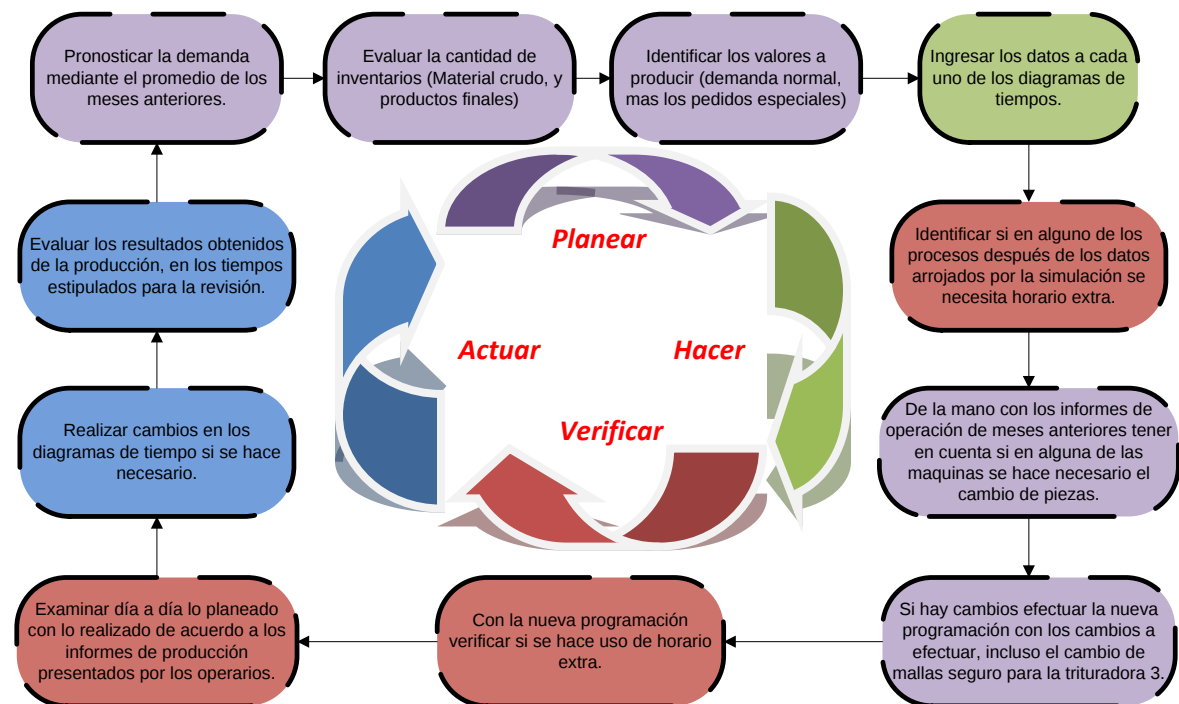
Este diagrama para el caso del lavado de arena facilitara la toma de estas decisiones, ya que este proceso es el más ligado a la información que arroje la explotación de material, una mala decisión afectaría dos operaciones y si se afecta la explotación se puede incurrir en afectar las demás operaciones.

Cuando se pensó en crear este sistema de programación se buscaba que fuera lo más simple y lo más fácil de interpretar, para que cualquier persona desde directivos, administradores y operadores de la planta puedan interpretar y entender las decisiones que se toman para ejecutar los procesos.

Contando con los simuladores de escenarios productivos para cada material, se hace necesario contar con un procedimiento que detalle cada una de las actividades a seguir para encontrar el resultado de un proceso productivo óptimo.

Por lo tanto la Figura 26 detalla este procedimiento donde se enmarcan las actividades de planeación, ejecución, de verificación y de corrección.

Figura 26: Metodología para la planeación de la producción por semana.



Fuente: Autor.

Con el paso a paso de la Figura 26, junto con los demás ya creados que se encierran en el de ingresar los datos a los diagramas de tiempo, se completa el programa a seguir para efectuar una eficiente y simple forma de planear la producción.

La metodología planteada cumple con lo dicho en la delimitación del problema de la planta, que desde el momento que se hace evalúa el problema se diagnostica que el mayor inconveniente es la falta de planeación, solo se pensaba en hacer y rectificar durante la marcha.

En la metodología, se describen varios pasos de planeación sin importar el orden ya que la planeación puede presentarse para avanzar o retroceder en un proceso o mejorar la decisión tomada, de igual forma con este método se indica que la principal herramienta para la consecución de la mejor forma de realizar las actividades de producción es la planeación, contemplando cada detalle.

Esta forma sencilla de programar, facilita a que cada persona que quiera leer e interpretar los datos lo haga de una forma objetiva y clara.

9. PROPUESTAS.

- Se evidenció que tan solo 6 productos son los que marcan diferencia en las ventas de la planta, por lo que la dirección de la planta debe reformular su portafolio y solo ofrecer estos materiales. Esto ayudará a que se cree mayor experticia en la producción y en la utilización de los recursos logrando aumentar las cifras de producción.
- Es necesario que el estudio de tiempos se cultive como una medida de control de labores productivas, con el fin de observar que actividades se pueden mejorar y crear aspectos diferenciadores dentro de la producción, además observar el rendimiento de cada máquina y operario,
- Generar una base de datos históricos de tiempos, en donde utilizando herramientas estadísticas, se pueda evidenciar el comportamiento de las diferentes tareas durante el tiempo, esto conllevará a que lo propuesto en este documento es el paso inicial para el cambio o necesita un nuevo enfoque para que funcione de acuerdo a las necesidades de la planta.
- Por último se deben estudiar los estándares de producción, ya que en estas actividades vitales se pueden encontrar reprocesos que afecten la operación normal de la producción, es decir actualizar los métodos de operación y dejar a un lado la producción tradicional.

10. CONCLUSIONES.

- Teóricamente se pudo demostrar que partiendo de una simple reorganización stocks y rutas de desplazamiento se obtienen resultados positivos, en este caso logrando más eficiencia en los tiempos de operación.
- Con la nueva metodología para la planeación de la producción, se puede determinar que la simulación de los procesos de producción se puede convertir en una herramienta sólida para la toma de decisiones, ya que como se mencionó en muchas ocasiones en este tipo de actividad, los inconvenientes que se pueden presentar son numerosos, al tener una idea de lo que puede suceder y del tiempo hipotético en el que se pueden alcanzar la metas de producción.
- Esta planeación exigirá que los informes de operación se reestructuren y sean un instrumento de comparación verídica entre lo real e hipotético y así poder contrarrestar de manera efectiva cualquier alteración en la programación de la producción.

11. RECOMENDACIONES.

En consecuencia con lo ya expresado en todas las anteriores conclusiones, las recomendaciones se centran en el uso de la programación de producción planteada en este documento a lo largo del numeral 8.

Dado lo anterior se formulan las siguientes sugerencias que ayudaran a que la planeación de un impulso al mejoramiento de la ejecución de las tareas productivas de la planta.

- Es principal para que todo lo planteado funciones o tenga un horizonte, que las directivas creen el puesto de jefe de producción, para que sea esta persona que planee, haga, verifique y actúe en cada una de las tareas de producción y logre hacer funcionar lo planteado en este documento.
- Se debe implementar por parte de las directivas de la planta, junto con las personas conocedoras del tema de la venta de agregados que estén trabajando para la arenera, en concertar un estudio de la demanda, el mercado objetivo y las necesidades de todos los posibles clientes, con el fin de que el resultado de este estudio contribuya con datos más aproximados a la realidad de las unidades a producir por la planta.
- Es de vital importancia para el buen funcionamiento de los diagramas de tiempo que los reportes de operación entregados por los empleados de trituración explotación, arrojen resultados verídicos y que a su vez esta información sea tabulada, para que se tenga un registro del cambio de piezas, mallas y para que la maquinaria debe tener de manera programada para que sean tomadas en cuenta en la planeación y se tengan en cuenta al ingresar los datos en los diagramas.
- Por último y tal como se menciona anteriormente este planteo debe ser el inicio a una serie de cambios que se deben hacer en la planta para el mejoramiento, que de aquí se parta para poder lograr una mejor revisión y control de todas las actividades y que la planeación sea la principal herramienta para mejorar cada tarea a realizar.

12. BIBLIOGRAFIA.

- CHASE Richard, JACOBS Robert, AQUILANO Nicholas. Administración de la producción y operaciones para una ventaja competitiva: México, MCGraw-Hill Interamericana 10 edición, 2004. 736 p. (Miembro de la cámara de la industria editorial Mexicana) ISBN 970-10-44-68.
- BALLOU Ronald, Logística administración de la cadena de suministros: México, Pearson Educación 5 Edición, 2004. 816 p. (Miembro de la cámara de la industria editorial Mexicana) ISBN 970-26-0540-7.
- TORRES William. Un libro de calidad, la Ingeniería aplicada a la calidad en las empresas: Colombia, División Editorial y de publicaciones UIS 1 edición, 2006, 329 p. ISBN 958-33-9778-4.
- HODSON, Williams. Manual del Ingeniero Industrial: España, editorial Noriega 4 edición 1996 1350 p. ISBN 970-10-4795-8.