

**ANALISIS DE METODOS Y TIEMPOS EN EL PROCESO PRODUCTIVO DE  
ROCA FOSFORICA EN LA EMPRESA FOSFORORTE S.A., CÚCUTA**

**autor**  
**ANGELICA PALENCIA GELVES**

**Director**  
**GERMAN GRANADOS MALDONADO**  
**ING. INDUSTRIAL.**

**PROGRAMA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL  
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍAS MECÁNICA, MECATRÓNICA E  
INDUSTRIAL  
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y ARQUITECTURA**



**UNIVERSIDAD DE PAMPLONA  
PAMPLONA, JUNIO 18 DE 2019**

## Índice de contenido

<b>RESUMEN DEL PROYECTO</b> .....	1
<b>1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA</b> .....	2
<b>1.1. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA</b> .....	3
<b>1.2. SISTEMATIZACIÓN DEL PROBLEMA</b> .....	4
<b>2. OBJETIVOS</b> .....	5
<b>2.1. OBJETIVO GENERAL</b> .....	5
<b>2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS</b> .....	5
<b>3. METODOLOGÍA</b> .....	6
<b>4. RESULTADOS</b> .....	8
<b>4.1. DIAGNÓSTICO DE LA PRODUCCIÓN</b> .....	8
4.1.1. Especificaciones del proceso .....	8
4.1.1.1. Sud-proceso rampa .....	8
4.1.1.2. Especificación sud-proceso zaranda 1 .....	10
4.1.1.3. Especificación sud-proceso zaranda 2 .....	12
4.1.1.4. Especificación sud-proceso zaranda 3 .....	13
4.1.1.5. Especificación sud-proceso zaranda 4 .....	14
4.1.1.6. Especificación sud-proceso fosfoindustrial del 35% .....	15
4.1.1.7. Especificación sud-proceso fertifoscal del 30% .....	17
4.1.1.8. Especificación sud-proceso fertifoscal del 30% (propuesto) .....	19
4.1.2. Diagrama de flujo .....	21
4.1.2.1. Diagrama de flujo del proceso de deslode .....	21
4.1.2.2. diagrama de flujo proceso de deslode (propuesto) .....	24
4.1.2.3. Diagrama de flujo proceso fosfoindustrial del 35% .....	27
4.1.2.4. diagrama de flujo proceso fertifoscal del 30% .....	28
4.1.2.5. Diagrama de flujo proceso fertifoscal del 30% (propuesto) .....	30
4.1.3. Diagrama de flujo .....	32
4.1.3.1. Diagrama de flujo para mina húmeda 35% y lodos 25% .....	32

4.1.3.2.	Diagrama de flujo propuesto para mina humeda 35% y lodos 25% .....	33
4.1.3.3.	Diagrama de flujo para lodos 30% .....	34
4.1.3.4.	Diagrama de flujo propuesto para lodos 30% .....	35
4.1.3.5.	Diagrama de flujo para lodos (28, 27) % .....	36
4.1.3.6.	Diagrama de flujo propuesto para lodos (28, 27) % .....	37
4.1.3.7.	Diagrama de flujo fosfoindustrial 35% .....	38
4.1.3.8.	Diagrama de flujo fertifoscal 30% .....	39
4.1.3.9.	Diagrama de flujo fertifoscal 30% (propuesto) .....	40
<b>4.2.</b>	<b>ESTANDARIZACION DE LOS METODOS POR ESTUDIO DE TIEMPOS .....</b>	<b>41</b>
4.2.1.	Tiempos rampa .....	41
4.2.2.	Tiempos de llenado tanques .....	43
4.2.3.	Tiempo de llenado coches, horno grande fosfoindustrial 35% .....	45
4.2.4.	Tiempo de llenado coches, horno pequeño fosfoindustrial 35% .....	46
4.2.5.	Tiempos de llenado horno grande, fertifoscal 30% .....	47
4.2.6.	Tiempos de llenado horno pequeño, fertifoscal 30% .....	48
<b>4.3.</b>	<b>CAPACIDADES .....</b>	<b>49</b>
4.3.1.	. Proceso deslode .....	50
4.3.1.1.	Capacidad proceso deslode .....	50
4.3.1.2.	Porcentaje de capacidad proceso .....	51
4.3.2.	Fosfoindustrial del 35% .....	53
4.3.2.1.	Capacidad del proceso, horno grande .....	53
4.3.2.2.	Porcentaje de capacidad, horno grande, fosfoindustrial 35% .....	54
4.3.2.3.	Capacidad horno pequeño fosfoindustrial 35% .....	55
4.3.2.4.	Porcentaje de capacidad, horno pequeño, fosfoindustrial 35% .....	56
4.3.2.5.	Análisis fosfoindustrial 35% .....	57
4.3.3.	Proceso de fertifoscal 30% .....	58
4.3.3.1.	Capacidad fertifoscal del 30%, horno grande .....	58
4.3.3.2.	Porcentaje de capacidad fertifoscal 30% .....	60
4.3.3.3.	Capacidad horno pequeño, fertifoscal 30% .....	61
4.3.3.4.	Capacidad horno pequeño, fertifoscal 30% .....	62

4.3.3.5.	Resumen fertifoscal 30% .....	63
<b>4.4.</b>	<b>FALENCIAS Y MEJORAS DEL PROCESO .....</b>	<b>64</b>
4.4.1.	Falencias .....	64
4.4.1.1.	Falencias del proceso de deslode .....	64
4.4.1.2.	Falencias en el proceso .....	65
4.4.2.	Propuestas de mejora .....	66
4.4.2.1.	Propuestas deslode .....	66
	Filtro zona final deslode .....	67
4.4.2.2.	Propuestas de mejora en secado .....	69
4.4.3.	Verificación de mejoras por simulación .....	71
4.4.3.1.	Deslode .....	71
4.4.3.2.	Secado fertifoscal .....	78
<b>5.</b>	<b>CONCLUSIONES .....</b>	<b>85</b>
<b>6.</b>	<b>RECOMENDACIONES .....</b>	<b>86</b>
<b>7.</b>	<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>87</b>

## Índice de ilustraciones

Ilustración 1 diagrama causa efecto .....	3
Ilustración 2 diagrama de flujo, mina húmeda y lodos 25 %.....	32
Ilustración 3 diagrama de flujo, mina húmeda y lodos 25 % (propuesto).....	33
Ilustración 4 diagrama de flujo, lodos 30 %) .....	34
Ilustración 5 diagrama de flujo, lodos 30 % (propuesto).....	35
Ilustración 6 diagrama de flujo, lodos 28 -27 %.....	36
Ilustración 7 diagrama de flujo, lodos 30 % (propuesto).....	37
Ilustración 8 diagrama de flujo, fosfoindustrial 35% .....	38
Ilustración 9 diagrama de flujo, fertifoscal .....	39
Ilustración 10 diagrama de flujo, fertifoscal (propuesto) .....	40
Ilustración 11 graficas tiempo en la rampa.....	42
Ilustración 12 tiempo de llenado de los tanques, deslode .....	44
Ilustración 13 tiempos, fosfoindustrial 35%, horno grande .....	45
Ilustración 14 grafica tiempos, fosfoindustrial 35%, horno pequeño .....	46
Ilustración 15 grafica tiempos de llenado fertifoscal horno grande .....	47
Ilustración 16 tiempos de llenado fertifoscal horno pequeño .....	48
Ilustración 17 grafica capacidad del deslode .....	50
Ilustración 18 grafica capacidad del proceso .....	51
Ilustración 19 grafica capacidad del proceso, fosfoindustrial, horno grande.....	53
Ilustración 20 grafica porcentaje de capacidad del proceso, fosfoindustrial, horno grande .....	54
Ilustración 21 grafica de capacidad del proceso, fosfoindustrial, horno pequeño ..	55
Ilustración 22 grafica porcentaje capacidad del proceso, fosfoindustrial, horno pequeño .....	56
Ilustración 23 grafica capacidad secado, fertifoscal, horno grande .....	59
Ilustración 24 grafica porcentaje de capacidad secado, fertifoscal, horno grande .	60
Ilustración 25 grafica capacidad secado, fertifoscal, horno pequeño .....	61

Ilustración 26 grafica capacidad secado, fertifoscal, horno pequeño .....	62
Ilustración 27 zona de filtro propuesta .....	67
Ilustración 28 area de tamiz propuesta .....	70
Ilustración 29 Simulación deslode.....	71
Ilustración 30 resumen entidades .....	72
Ilustración 31 costes entidades.....	74
Ilustración 32 costos locaciones .....	77
Ilustración 33 simulación secado fertifoscal .....	78
Ilustración 34 resumen entidades .....	80
Ilustración 35 costos entidades.....	81

## Índice de tablas

Tabla 1. especificación sub-proceso, rampa .....	8
Tabla 2. especificación sub-proceso, zaranda 1 .....	10
Tabla 3. especificación sub-proceso, zaranda 2 .....	12
Tabla 4 especificación sub-proceso, zaranda 3 .....	13
Tabla 5 especificación sub-proceso, zaranda 4 .....	14
Tabla 6 especificación sub-proceso, fosfoindustrial 35% .....	15
Tabla 7 especificación sub-proceso, fertifoscal 30%.....	17
Tabla 8 especificación sub-proceso, fertifoscal 30% (propuesto).....	19
Tabla 9 diagrama de flujo, deslode .....	21
Tabla 10 diagrama de flujo deslode (propuesto) .....	24
Tabla 11 diagrama de flujo, fosfoindustrial 35%.....	27
Tabla 12 diagrama de flujo, fertifoscal 30% .....	28
Tabla 13 diagrama de flujo, fertifoscal 30% (propuesto) .....	30
Tabla 14 tiempos proceso productivo del deslode .....	41
Tabla 15 tiempos de los tanques, deslode.....	43
Tabla 16 resumen tiempo de llenado en tanques .....	43
Tabla 17 tiempos, fosfoindustrial 35%, horno grande .....	45
Tabla 18 tiempos, fosfoindustrial 35%, horno pequeño.....	46
Tabla 19 tiempos de llenado fertifoscal horno grande .....	47
Tabla 20 tiempos de llenado fertifoscal horno pequeño .....	48
Tabla 21 capacidades proceso de deslode .....	50
Tabla 22 capacidad del proceso .....	51
Tabla 23 análisis general, deslode.....	52
Tabla 24 capacidad del proceso, fosfoindustrial, horno grande .....	53
Tabla 25 porcentaje de capacidad del proceso, fosfoindustrial, horno grande .....	54
Tabla 26 capacidad del proceso, fosfoindustrial, horno pequeño .....	55
Tabla 27 porcentaje capacidad del proceso, fosfoindustrial, horno pequeño .....	56

Tabla 28 resumen horno grande.....	57
Tabla 29 resumen horno pequeño .....	57
Tabla 30 capacidad secado, fertifoscal, horno grande .....	58
Tabla 31 porcentaje capacidad secado, fertifoscal, horno grande.....	60
Tabla 32 capacidad secado, fertifoscal, horno pequeño .....	61
Tabla 33 porcentaje capacidad secado, fertifoscal, horno pequeño .....	62
Tabla 34 resumen horno grande.....	63
Tabla 35 resumen horno pequeño .....	63
Tabla 36 resumen entidades .....	72
Tabla 37 costes entidades .....	73
Tabla 38 resumen locaciones .....	75
Tabla 39 costes locaciones.....	76
Tabla 40 resumen entidades .....	79
Tabla 41 costos entidades .....	81
Tabla 42 resumen locaciones . .....	82
Tabla 43 costos locaciones.....	83

## RESUMEN DEL PROYECTO

Actualmente en Colombia existe una gran demanda de roca fosfórica sin embargo muy pocas empresas se encargan de la explotación y tratamiento de este material por limitaciones en recursos actualmente, los departamentos que están explotando este material son, Boyacá: Huila, Cauca y Norte de Santander, El fósforo es un elemento nutritivo esencial para las plantas y su deficiencia reduce severamente los rendimientos de los cultivos. Los suelos tropicales y subtropicales son en su mayoría ácidos, a menudo fuertemente deficientes y con un alto poder de retención o fijación del fósforo. En vista de ello, es necesario aplicar cantidades importantes de insumos fosfóricos para obtener un crecimiento óptimo de los cultivos y la producción adecuada de alimentos y fibras, enfocamos en el proceso productivo de este importante material e la empresa FOSFONORTE S.A. ubicada en la vía a Sardinata – Cúcuta. El fin del proyecto es el aumentar la productividad y analizar los rendimientos actuales otorgando propuestas de mejoras al proceso para el aumento de la producción.

### **Palabras claves:**

Estudio de tiempos, capacidades del proceso, producción, roca fosforica.

### **Abstract**

Currently in Colombia there is a great demand for phosphoric rock but very few companies are responsible for the exploitation and treatment of this material due to limitations in resources currently, the departments that are exploiting this material are, Boyacá: Huila, Cauca and Norte de Santander, Phosphorus is an essential nutritious element for plants and its deficiency severely reduces crop yields. The tropical and subtropical soils are mostly acidic, often strongly deficient and with a high power of retention or fixation of phosphorus. In view of it, it is necessary to apply important quantities of phosphoric inputs to obtain an optimal growth of the crops and the adequate production of food and fibers, we focus in the productive process of this important material in the company FOSFONORTE S.A. located in the way to Sardinata - Cúcuta. The purpose of the project is to increase productivity and analyze current yields by providing proposals for process improvements to increase production.

### **Keywords:**

Study of times, process capabilities, production, phosphoric rock

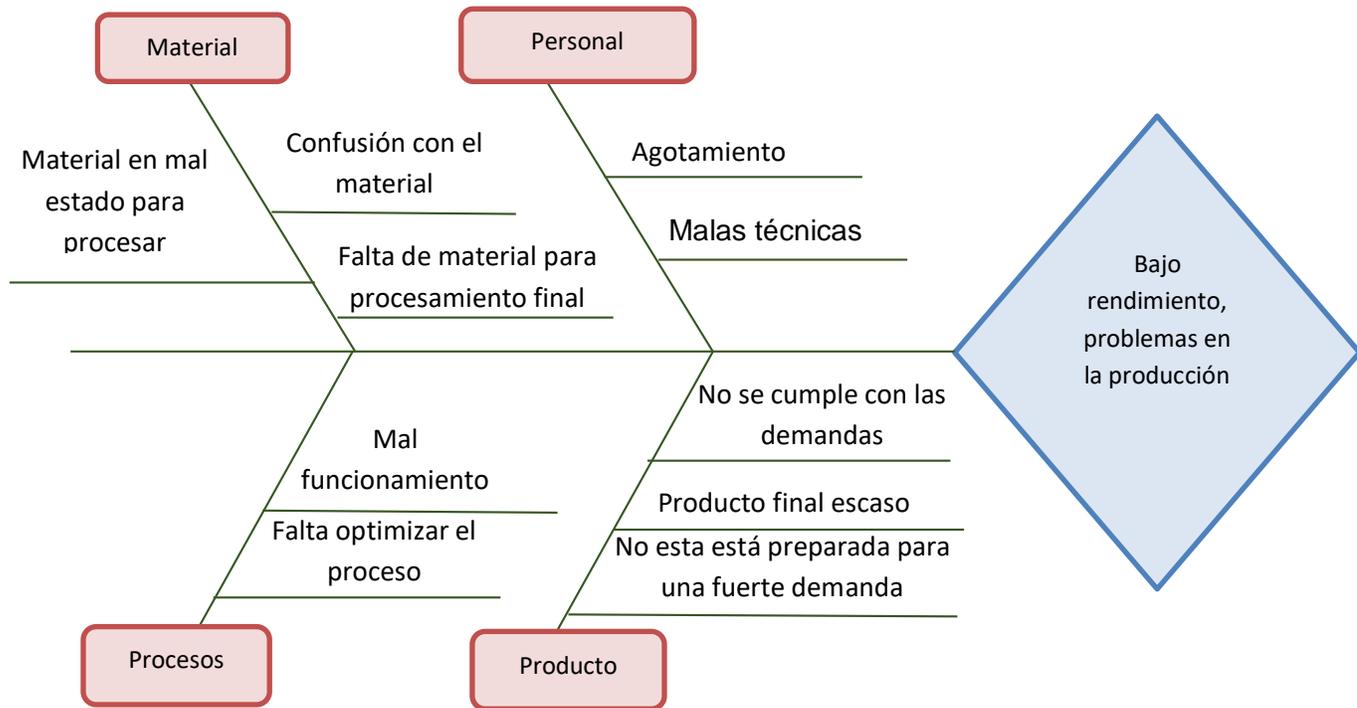
## 1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Es de debida importancia para la empresa estandarizar sus procesos y la producción en un margen de tiempo estimado y así poder analizar estadísticamente sus proyecciones de futuro y aportar de manera real la capacidad de producción para próximos pedidos, actualmente la empresa está trabajando con ojos cerrados sin una base de datos especifica de estadísticos y proyección de la producción, la cual se puede utilizar para analizar y verificar falencias y estados del producto, con el siguiente estudio se pretende crear una base de información con los métodos y los tiempos estipulados para cumplir con la demanda estimada. La empresa por ser la única encargada de explotar la tierra y procesar la roca fosfórica en Norte de Santander mantiene una fuerte demanda de este material el cual es ofertado a nivel nacional actualmente no cuenta con un estándar específico en sus procesos o un control de sus recursos.

La empresa con ya 40 años de funcionamiento no ha optimizado procesos y procedimientos, en todos estos años el procedimiento ha sido el mismo y al trascurrir el tiempo los obstáculos en la producción y un rendimiento irregular ha afectado drásticamente en los valores finales por año, la falta de análisis dentro del proceso es una de las grandes causas de los problemas más frecuentes, no se conocen las cantidades de producto finalizado y sus derivados específicamente o en un estimado de ellos y se puede decir que la producción se realiza de manera inadecuada a causa de la antigüedad en el proceso y falta de actualización en estos.

## Diagrama causa efecto

Ilustración 1 diagrama causa efecto



Elaboración: autor

### 1.1. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Cómo se puede estandarizar y optimizar los procesos, para mejorar el rendimiento de roca fosfórica?

## 1.2. SISTEMATIZACIÓN DEL PROBLEMA

- ¿En que se basa el proceso actual de la roca fosforica?
- ¿Cómo se puede determinar la capacidad actual dentro de la producción?
- ¿Cuándo es fundamental la intervención de estrategias en busca de una optimización en el proceso de roca fosforica?
- ¿Dónde es de vital importancia constituir una propuesta de optimización?
- ¿Por qué se logra observar un bajo rendimiento dentro del proceso?

## **2. OBJETIVOS:**

### **2.1. OBJETIVO GENERAL**

Realizar un análisis de métodos y tiempos que permita la estandarización y optimización del proceso de roca fosfórica en la empresa Fosfonorte S.A.

### **2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Diagnosticar la situación actual del proceso de roca fosfórica
- Estandarizar el proceso por medio de los tiempos de realización por fase en la producción.}
- Determinar las capacidades actuales y específicos de la producción de roca fosforica según los estándares de tiempos determinados
- Proponer mejoras que permitan la optimización de la producción de roca fosforica

### 3. METODOLOGÍA

El tipo de estudio que se realizara sera de indole cuantitativo y cualitativo, desarrollando una recoleccion de datos cuantificables y no cuantificables, los datos se establecen como características propias del proceso, los tiempos, operaciones y porcentadejes de capacidad y desempeño. Se hara un analisis al proceso que se lleva por 3 de los productos finales que se obtienen los cuales son :

- Fofoundustrial del 35% de fosforo
- Fortifoscal del 30% de fosforo
- Fosfoabono del 25% de fodforo

El estudio se organizará por proceso, subproceso y producto, de esta manera para obtener un conocimiento mas amplio y facilitar la observacion critica, determinando falencias y oportunidades de mejora.

El estudio de metodos y tiempos se determinara para observar el tiempo de produccion por cantidades estimadas, la estimacion de cantidades finales por derivados en el proceso, enfatizando al producto inicial y final. De esta manera tambien se midira en rendimiento de las actividades.

El proceso de estudio radica en :

- Seleccionar y organizar los proceso y subproceso por cada producto
- Registrar y recolectar datos importantes de las faces y actividades dentro del proceso

- Examinar los hechos registrados con estimación crítica, determinando falencia a mejorar
- Establecer mejoras y optimización
- Presentar propuestas
- Realizar correcciones

## 4. RESULTADOS

### 4.1. DIAGNÓSTICO DE LA PRODUCCIÓN

#### 4.1.1. Especificaciones del proceso

Se establece la distribución de la producción con diferentes sub-procesos estos van determinados por la parte central o primaria, DESLODE, esta es una de las más importantes, se encarga de preparar el material en las condiciones óptimas para pasar al secado, en el secado es colocar el material con el grado de humedad necesario para su distribución

Para la especificación se induce a la descripción detallada de cada sub-proceso, en siguientes términos encontramos los diagramas de flujos para cada uno de los sub-procesos. Manteniendo un orden adecuado de producción

##### 4.1.1.1. Sud-proceso rampa

Tabla 1. especificación sub-proceso, rampa

empresa: FOSFONORTE S.A			Fecha: 15/04/2019
Proceso: DESLODE			
Sub-proceso: RAMPA			
Actividad	Descripción	Maquinaria/Herramientas	Aspectos a mejorar
Agregar material	Se agrega material extraído de la mina con un cargador el cual su respectiva pala tiene una capacidad de en la rampa donde comienza en proceso (2,5 toneladas.)	<ul style="list-style-type: none"><li>• Cargador</li></ul>	Realizar jornadas de cargas diarias en la rampa con un máximo de material a trabajar, se sugiere llenar la rampa con 50 palas, un total de 52,5 toneladas a trabajar en una jornada
Aplicar agua	Se le aplica agua constante y uniformemente sobre la tierra para lograr su desplazamiento a lo largo del proceso, el	<ul style="list-style-type: none"><li>• Manguera</li></ul>	Mejorar las tuberías, adecuar subterráneamente los dispositivos de agua y mover a un nivel superior la alimentación del agua

	agua es para eliminar la tierra e impurezas del producto final.		
Remover tierra	Los trabajadores van removiendo la tierra de manera manual para facilitar el transporte de esta por el ducto y que el agua agregada sea uniforme	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pala</li> <li>• Guantes</li> <li>• Potas</li> </ul>	
Partir las piedras o terrones grandes	Las piedras o terrones grandes deben ser partidos para facilitar el transporte de estos por el ducto y siguientemente la continuidad eficiente del proceso, para esto se utiliza una pica, porra o barra, las piedras fosfóricas que no pertenecen al proceso se deben sacar manualmente como residuos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pala</li> <li>• Porra</li> <li>• Pica</li> <li>• Barra</li> </ul>	
Bajar las piedras	Ayudar a bajar las piedras que se quedan en el ducto con ayuda de una pala, estas piedras por su gran tamaño bajan con dificultad.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pala</li> </ul>	Mecanizar los ductos para evitar desgaste de personal y tiempo del mismo.

Elaboración: autor

4.1.1.2. Especificación sub-proceso zaranda 1

Tabla 2. especificación sub-proceso, zaranda 1

empresa: FOSFONORTE S.A			Fecha: 15/04/2019
Proceso: DESLODE			
Sub-proceso: ZARANDA 1			
Actividad	Descripción	Maquinaria/Herramientas	Aspectos a mejorar
Llegada del material	El material llega por medio de unos ductos de metal y caen sobre la zaranda 1	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ductos de metal</li> </ul>	Revisar los desperdicios
Pasar por la zaranda 1	El material pasa por la zaranda, la cual tiene una malla N° 100, al pasar por esta malla se obtiene 3 tipos de grosor en el material, uno grueso el cual pasa a los molinos, uno fino el cual sigue el proceso y el ultimo de contextura muy fina, este es almacenado en el tanque 1 y es de clasificación de fosforo del 30%	<ul style="list-style-type: none"> <li>Zaranda</li> <li>Malla N° 100</li> </ul>	Mejorar las tuberías, adecuar subterráneamente los dispositivos de agua y mover a un nivel superior la alimentación del agua
Agregar agua	Cuando el producto se encuentra en la zaranda 1 se le agrega agua uniforme y constantemente por medio de unas tuberías fijas ubicadas en la parte superior de la zaranda	<ul style="list-style-type: none"> <li>Tubería</li> </ul>	
Inspeccionar el producto en zaranda	En la zaranda 1 se ubica un operario que se encarga de mirar el material que cae allí, sacar las piedras transportarlas hacia el almacenamiento con una carretilla y facilitar el paso del	<ul style="list-style-type: none"> <li>Carretilla</li> <li>Porra pequeña</li> </ul>	Agregar un almacenamiento cerca de la piedra, organizar el transporte.

	material por los molinos		
Molida	El producto grueso pasa a los molinos para su procesamiento el cual sigue el proceso hasta llegar a la zaranda 3.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• molinos</li> </ul>	Organizar las tuberías , revisar desperdicios y arreglar el mal estado del molino

**Elaboración: autor**

4.1.1.3. Especificación sub-proceso zaranda 2

Tabla 3. especificación sub-proceso, zaranda 2

<b>empresa: FOSFONORTE S.A</b>		<b>Fecha: 15/04/2019</b>	
<b>Proceso: DESLODE</b>			
<b>Sub-proceso: ZARANDA 2</b>			
<b>Actividad</b>	<b>Descripción</b>	<b>Maquinaria/Herramientas</b>	<b>Aspectos a mejorar</b>
Llegada del material a la zaranda 2	El material fino o más pequeño pasa a la zaranda 2	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ductos de concreto</li> </ul>	Mecanizar los ductos
Pasar por la zaranda 2	El material que llega a la zaranda 2 pasa por malla N° 100, de aquí se divide el producto en 2, uno de contextura fina el cual sigue en el proceso y otro de contextura más fina el cual se almacena en el tanque 2	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Zaranda</li> <li>• Malla N° 100</li> </ul>	
Agregar agua	Cuando el producto se encuentra en la zaranda 2 se le agrega agua uniforme y constante mente por medio de unas tuberías fijas ubicadas en la parte superior de la zaranda, después de esto el producto sigue su camino	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tubería</li> </ul>	

Elaboración: autor

4.1.1.4. Especificación sub-proceso zaranda 3

Tabla 4 especificación sub-proceso, zaranda 3

empresa: FOSFONORTE S.A		Fecha: 15/04/2019	
Proceso: DESLODE			
Sub-proceso: ZARANDA 3			
Actividad	Descripción	Maquinaria/Herramientas	Aspectos a mejorar
Llegada del material a la zaranda 3	El material que paso anteriormente por los molinos pasan a la zaranda 3 , aquí se divide el material en 2, uno de contextura gruesa (gruesos) el cual pasa a ser almacenado y el otro más fino siguiendo en el proceso	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ductos de concreto</li> </ul>	Mecanizar los ductos
Pasar por la zaranda 3	El material que llega a la zaranda 3 pasa por malla N° 100, aquí se retienen los grueso los cuales pasan por un ducto diferente a ser almacenado.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Zaranda</li> <li>• Malla N° 100</li> </ul>	
Agregar agua	Cuando el producto se encuentra en la zaranda se le agrega agua uniforme y constantemente por medio de unas tuberías fijas ubicadas en la parte superior de la zaranda, después de esto el producto que pasa por la zaranda 2 y 3 se unen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tubería</li> </ul>	

Elaboración: autor

4.1.1.5. Especificación sub-proceso zaranda 4

**Tabla 5 especificación sub-proceso, zaranda 4**

<b>empresa: FOSFONORTE S.A</b>			<b>Fecha: 15/04/2019</b>
<b>Proceso: DESLODE</b>			
<b>Sub-proceso: ZARANDA 4 (A y B)</b>			
<b>Actividad</b>	<b>Descripción</b>	<b>Maquinaria/Herramientas</b>	<b>Aspectos a mejorar</b>
Llegada del material a la zaranda 4	El material que paso anteriormente por los molinos pasan a la zaranda 4 ó 5	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ductos de concreto</li> </ul>	Mecanizar los ductos
Pasar por la zaranda 4	El material que llega a la zaranda pasa por malla N° 100, aquí se divide el material en 2, uno de contextura fina la cual pasa a almacenarse en montañas de la tierra fosfórica final y el otro de consistencia muy fina el cual pasa a almacenarse en los tanques 3 y 4, este tiene una pureza del 25% aproximadamente	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Zaranda</li> <li>• Malla N° 100</li> </ul>	
Agregar agua	Cuando el producto se encuentra en la zaranda se le agrega agua uniforme y constante mente por medio de unas tuberías fijas ubicadas en la parte superior de la zaranda.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tubería</li> </ul>	

**Elaboración: autor**

4.1.1.6. Especificación sub-proceso fosfoindustrial del 35%

Tabla 6 especificación sub-proceso, fosfoindustrial 35%

empresa: FOSFONORTE S.A			Fecha: 16/04/2019
Proceso: ALMACEMANIMIENTO Y SECADO			
Producto: FOSFOINDUSTRIAL DEL 35%			
Actividad	Descripción	Maquinaria/Herramientas	Aspectos a mejorar
Acumular el producto en pilas	El material va almacenándose en pilas al caer desde la zaranda 3	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ducto caída zaranda</li> </ul>	Mecanizar los ductos
Dejar desaguar	El material que llega y se amontona debe dejarse desaguar por al menos 3 días	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Zaranda</li> <li>• Malla N° 100</li> </ul>	
Transportar a hornos	El material se transporta a las tolvas de cada horno	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cargador</li> </ul>	
Agregar a los hornos	Se le agrega a los hornos el producto por medio de palas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Palas</li> </ul>	
Ayudar a bajar el material	El material que se encuentra en la ruta de alimentación que se queda atascada en el ducto es bajada por medio de palos hasta llegar a los hornos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Palos</li> <li>• Casco</li> </ul>	
Hornear el material	El material entra a los hornos y para por un sistema cilíndrico hasta que se encuentre en el estado adecuado.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Horno</li> </ul>	
Recolección del material	El material cae a través de los ductos hacia los coches hasta que se llenen completamente.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Coches</li> </ul>	
Transporte a deposito	El material es llevado hacia las pilas de material listo para distribuir	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Coches</li> <li>• R.H.</li> </ul>	
Almacenamiento	El material es almacenado en las pilas de material	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Deposito</li> </ul>	

	listo para distribuir.		
Empaque	El material listo es empacado en presentaciones de 1 tonelada (Big Bag)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Empaque</li> <li>• Bascula</li> </ul>	

**Elaboración: autor**

4.1.1.7. Especificación sub-proceso fertifoscal del 30%

Tabla 7 especificación sub-proceso, fertifoscal 30%

empresa: FOSFONORTE S.A			Fecha: 16/04/2019
Proceso: ALMACEMANIMIENTO Y SECADO			
Producto: FERTIFOSCAL DEL 30%			
Actividad	Descripción	Maquinaria/Herramientas	Aspectos a mejorar
Acumular el producto en los tanques 1 Y 2	El material va almacenándose en pilas al caer desde la zaranda 3	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ducto caída zaranda</li> </ul>	Mecanizar los ductos
Evacuar tanques	Cuando los tanques cumplen con su capacidad el material es retirado	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cargador</li> </ul>	
Almacenar en pilas	El material que es evacuado es almacenado en pilas para facilitar la fase de desagüe.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cargador</li> </ul>	
Transportar a hornos	El material se transporta a las tolvas de cada horno	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cargador</li> </ul>	
Agregar a los hornos	Se le agrega a los hornos el producto por medio de palas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Palas</li> </ul>	
Ayudar a bajar el material	El material que se encuentra en la ruta de alimentación que se queda atascada en el ducto es bajada por medio de palos hasta llegar a los hornos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Palos</li> <li>• Casco</li> </ul>	
Hornear el material	El material entra a los hornos y para por un sistema cilíndrico hasta que se encuentre en el estado adecuado.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Horno</li> </ul>	
Recolección del material	El material cae a través de los ductos hacia los coches hasta que se llenen completamente.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Coches</li> </ul>	
Transporte a deposito	El material es llevado hacia las pilas de material	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Coches</li> <li>• R.H.</li> </ul>	

Transportar a molinos	El material se transporta hacia los molinos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cargador</li> </ul>	
Moler el material	El material se pasa por los molinos para su respectivo proceso	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Molinos</li> </ul>	
Almacenamiento	El material es almacenado en las pilas de material listo para distribuir.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Deposito</li> </ul>	
Empaque	El material listo es empacado en presentaciones de 1 tonelada (Big Bag)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Empaque</li> <li>• Bascula</li> </ul>	

**Elaboración: autor**

4.1.1.8. Especificación sub-proceso fertifoscal del 30% (propuesto)

**Tabla 8 especificación sub-proceso, fertifoscal 30% (propuesto)**

empresa: FOSFONORTE S.A			Fecha: 16/04/2019
Proceso: ALMACEMANIMIENTO Y SECADO			
Producto: FERTIFOSCAL DEL 30%			
Actividad	Descripción	Maquinaria/Herramientas	Aspectos a mejorar
Acumular el producto en los tanques 1 Y 2	El material va almacenándose en pilas al caer desde la zaranda 3	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ducto caída zaranda</li> </ul>	Mecanizar los ductos
Evacuar tanques	Cuando los tanques cumplen con su capacidad el material es retirado	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cargador</li> </ul>	
Almacenar en pilas	El material que es evacuado es almacenado en pilas para facilitar la fase de desagüe.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cargador</li> </ul>	
Transportar a hornos	El material se transporta a las tolvas de cada horno	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cargador</li> </ul>	
Agregar a los hornos	Se le agrega a los hornos el producto por medio de palas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Palas</li> </ul>	
Ayudar a bajar el material	El material que se encuentra en la ruta de alimentación que se queda atascada en el ducto es bajada por medio de palos hasta llegar a los hornos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Palos</li> <li>• Casco</li> </ul>	
Hornear el material	El material entra a los hornos y para por un sistema cilíndrico hasta que se encuentre en el estado adecuado.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Horno</li> </ul>	
Recolección del material	El material cae a través de los ductos hacia los coches hasta que se llenen completamente.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Coches</li> </ul>	
Transporte a deposito	El material es llevado hacia las pilas de material	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Coches</li> <li>• R.H.</li> </ul>	

Cernido del material	El material pasa por un tamiz donde se separa el material con las dimensiones adecuadas.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tamiz o zaranda</li> </ul>	
Transporte a almacenamiento del material adecuado	El material con las dimensiones adecuadas es transportado a las pilas de almacenamiento	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Coche</li> </ul>	
Transportar a molinos	El material grueso se transporta hacia los molinos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cargador</li> </ul>	
Moler el material	El material se pasa por los molinos para su respectivo proceso	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Molinos</li> </ul>	
Almacenamiento	El material es almacenado en las pilas de material listo para distribuir.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Deposito</li> </ul>	
Empaque	El material listo es empacado en presentaciones de 1 tonelada (Big Bag)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Empaque</li> <li>• Bascula</li> </ul>	

Elaboración: autor

#### 4.1.2. Diagrama de flujo

##### 4.1.2.1. Diagrama de flujo del proceso de deslode

Tabla 9 diagrama de flujo, deslode

Empresa: FOSFONORTE S.A						Fecha: 29/04/2019	
Proceso: Deslode							
Producto final: mina húmeda y derivados (35, 30, 28, 27, 25) %							
N°	ACTIVIDAD	○	□	⇨	D	△	NOTAS
		OPERACION	INSPECCION	TRANSPORTE	DEMORA	ALMACEN	
1	Agregar material	●					Se agrega con cargadores o volquetas
2	Aplicar agua	●					El agua utilizada es reutilizada
3	Remover tierra	●					Por medio de palas y R.H.
4	Partir las piedras o terrones grandes	●					Realizado por R.H y herramientas
5	Sacar las piedras	●					Realizado por R.H.
6	Transporte del material a la zaranda 1			●			Por flujo de agua
7	Pasar por la zaranda 1	●					Por flujo de agua
8	Agregar agua	●					Por tuberías superiores, agua limpio de las piscinas
9	Inspeccionar el producto en zaranda 1			●			Realizado por R.H.
10	Almacenamiento de lodos 30%					●	Por conductos diseñadas

							del producto que se desprenden de la zaranda 1, y se dirigen a la tanquilla 1
1 1	Molida de gruesos						Por medio de molinos en mal estado
1 2	transporte del material a la zaranda 2						Por flujo de agua
1 3	Pasar por la zaranda2						Por flujo de agua
1 4	Agregar agua						Por tuberías superiores, agua limpia de las piscinas
1 5	Transporte del material a la zaranda3						Por flujo de agua
1 6	Pasar por la zaranda 3						Por flujo de agua
1 7	Agregar agua						Por tuberías superiores, agua limpia de las piscinas
1 8	Almacenamiento de lodos (27, 28)%						Por conductos diseñadas del producto que se desprenden de la zaranda 2 y 3, y se dirigen a la tanquilla 2
1 9	transporte del material a la zaranda4						Por flujo de agua
2 0	Pasar por la zaranda4						Por flujo de agua
2 1	Agregar agua						Por tuberías superiores, agua limpia de las piscinas
2	Almacenamiento						Por

2	nto de lodos 25%						conductos diseñadas del producto que se desprenden de la zaranda 4, y se dirigen a la tanquilla 3 y 4
2 3	Almacenamie nto de la mina húmeda 35%						El material cae hacia la zona de almacenamie nto

Elaboración: autor

4.1.2.2. diagrama de flujo proceso de deslode (propuesto)

Tabla 10 diagrama de flujo deslode (propuesto)

Empresa: FOSFONORTE S.A						Fecha: 30/04/2019	
Proceso: Deslode							
Producto final: mina húmeda y derivados (35, 30, 28, 27, 25) %							
N°	ACTIVIDAD	 OPERACION	 INSPECCION	 TRANSPORTE	 DEMORA	 ALMACEN	NOTAS
1	Agregar material	●					Se agrega con cargadores o volquetas
2	Aplicar agua	●					El agua utilizada es reutilizada
3	Remover tierra	●					Por medio de palas y R.H.
4	Partir las piedras o terrones grandes	●					optimizar por medio de maquinaria
5	Sacar las piedras	●					Realizado por R.H.
6	Almacenamiento de piedras					●	Realizado por R.H., es importante para asegurar la organización en el puesto de trabajo
7	Transporte del material a la zaranda 1			●			Por flujo de agua
8	Pasar por la zaranda 1	●					Por flujo de agua
9	Agregar agua	●					Por tuberías superiores, agua limpio de las piscinas
10	Inspeccionar el producto en zaranda 1		●				Realizado por R.H
11	Transporte a tanques con filtro			●			El material cae por ductos a zona de desagüe
12	Almacenamiento de lodos					●	Por conductos diseñadas del

	30%						producto que se desprenden de la zaranda 1, y se dirigen a la tanquilla 1
13	Molida de gruesos						Por medio de molinos en mal estado
14	transporte del material a la zaranda 2						Por flujo de agua
15	Pasar por la zaranda2						Por flujo de agua
16	Agregar agua						Por tuberías superiores, agua limpia de las piscinas
17	Transporte del material a la zaranda3						Por flujo de agua
18	Pasar por la zaranda 3						Por flujo de agua
19	Agregar agua						Por tuberías superiores, agua limpio de las piscinas
20	Transporte a filtros						El material cae por ductos a zona de desagüe
21	Almacenamiento de lodos (27, 28)%						Por conductos diseñadas del producto que se desprenden de la zaranda 2 y 3, y se dirigen a la tanquilla 2
22	transporte del material a la zaranda4						Por flujo de agua
23	Pasar por la zaranda4						Por flujo de agua
24	Agregar agua						Por tuberías superiores, agua limpia de las piscinas
25	Transporte a filtros						El material cae por ductos a zona de desagüe
26	Almacenamiento de lodos 25%						Por conductos diseñadas del producto que se desprenden de la zaranda 4, y se

							dirigen a la tanquilla 3 y 4
27	Transporte de la de la mina húmeda						El material es transportado hacia la zona de almacenamiento
28	Almacenamiento de la mina húmeda 35%						La mina es almacenada 2 días para seguir el proceso

Elaboración: autor

4.1.2.3. Diagrama de flujo proceso fosfoindustrial del 35%

Tabla 11 diagrama de flujo, fosfoindustrial 35%

Empresa: FOSFONORTE S.A						Fecha: 14/05/2019	
Proceso: SECADO Y ALMACENAMIENTO							
Producto final: FOSFOINDUSTRIAL DEL 35%							
N°	ACTIVIDAD	○	□	➡	D	△	NOTAS
		OPERACION	INSPECCION	TRANSPORTE	DEMORA	ALMACEN	
1	Acumular el producto en pilas	●					La mina húmeda es evacuada y almacenada en pilas de material
2	Dejar desaguar				●		El material dura en pilas por 3 a 4 días.
3	Transportar a hornos			●			Por medio de un cargador
4	Agregar a los hornos	●					Realizado por R.H y herramientas
5	Ayudar a bajar el material	●					Realizado por R.H y herramientas
6	Hornear el material	●					El material es horneado según movimientos circulares
7	Recolección del material				●		El material baja por los ductos finales del horno
8	Transporte a deposito			●			Es realizado por R.H. y coches como herramienta
9	Almacenamiento					●	El material queda en pilas hasta su distribución
10	Empaque	●					El material se empaca en presentaciones de 1 tonelada (big bag)

Elaboración: autor

4.1.2.4. diagrama de flujo proceso fertifoscal del 30%

Tabla 12 diagrama de flujo, fertifoscal 30%

Empresa: FOSFONORTE S.A		Fecha: 14/05/2019					
Proceso: SECADO Y ALMACENAMIENTO							
Producto final: FERTIFOSCAL 30%							
N°	ACTIVIDAD	○	□	⇨	D	△	NOTAS
		OPERACION	INSPECCION	TRANSPORTE	DEMORA	ALMACEN	
1	Acumular el producto en los tanques 1 Y 2	●					La mina húmeda es evacuada y almacenada en pilas de material
2	Evacuar tanques	●					El material dura en pilas por 3 a 4 días.
3	Dejar desaguar					●	el material se deja en pilas un promedio de 20 días a un mes
4	Transportar a hornos					●	Por medio de un cargador
5	Agregar a los hornos	●					Realizado por R.H y herramientas
6	Ayudar a bajar el material	●					Realizado por R.H.
7	Hornear el material	●					El material es horneado según movimientos circulares
8	Recolección del material					●	El material baja por los ductos finales del horno
9	Transporte a deposito					●	Es realizado por R.H. y coches como herramienta
10	Transportar a molinos					●	Por medio de un cargador

11	Moler el material	●					El material para por el molino.
12	Almacenamiento					●	El material queda en pilas hasta su distribución
13	Empaque	●					El material se empaca en presentaciones de 1 tonelada (big bag)

Elaboración: autor

4.1.2.5. Diagrama de flujo proceso fertifoscal del 30% (propuesto)

Tabla 13 diagrama de flujo, fertifoscal 30% (propuesto)

Empresa: FOSFONORTE S.A						Fecha: 14/05/2019	
Proceso: SECADO Y ALMACENAMIENTO							
Producto final: FERTIFOSCAL 30%							
N°	ACTIVIDAD	○	□	⇨	D	△	NOTAS
		OPERACION	INSPECCION	TRANSPORTE	DEMORA	ALMACEN	
1	Acumular el producto en los tanques 1 Y 2	●					La mina húmeda es evacuada y almacenada en pilas de material
2	Evacuar tanques	●					El material dura en pilas por 3 a 4 días.
3	Dejar desaguar					●	el material se deja en pilas un promedio de 20 días a un mes
4	Transportar a hornos					●	Por medio de un cargador
5	Agregar a los hornos	●					Realizado por R.H y herramientas
6	Ayudar a bajar el material	●					Realizado por R.H.
7	Hornear el material	●					El material es horneado según movimientos circulares
8	Recolección del material					●	El material baja por los ductos finales del horno
9	Transporte a deposito					●	Es realizado por R.H. y coches como herramienta
10	Cernido del						El material es

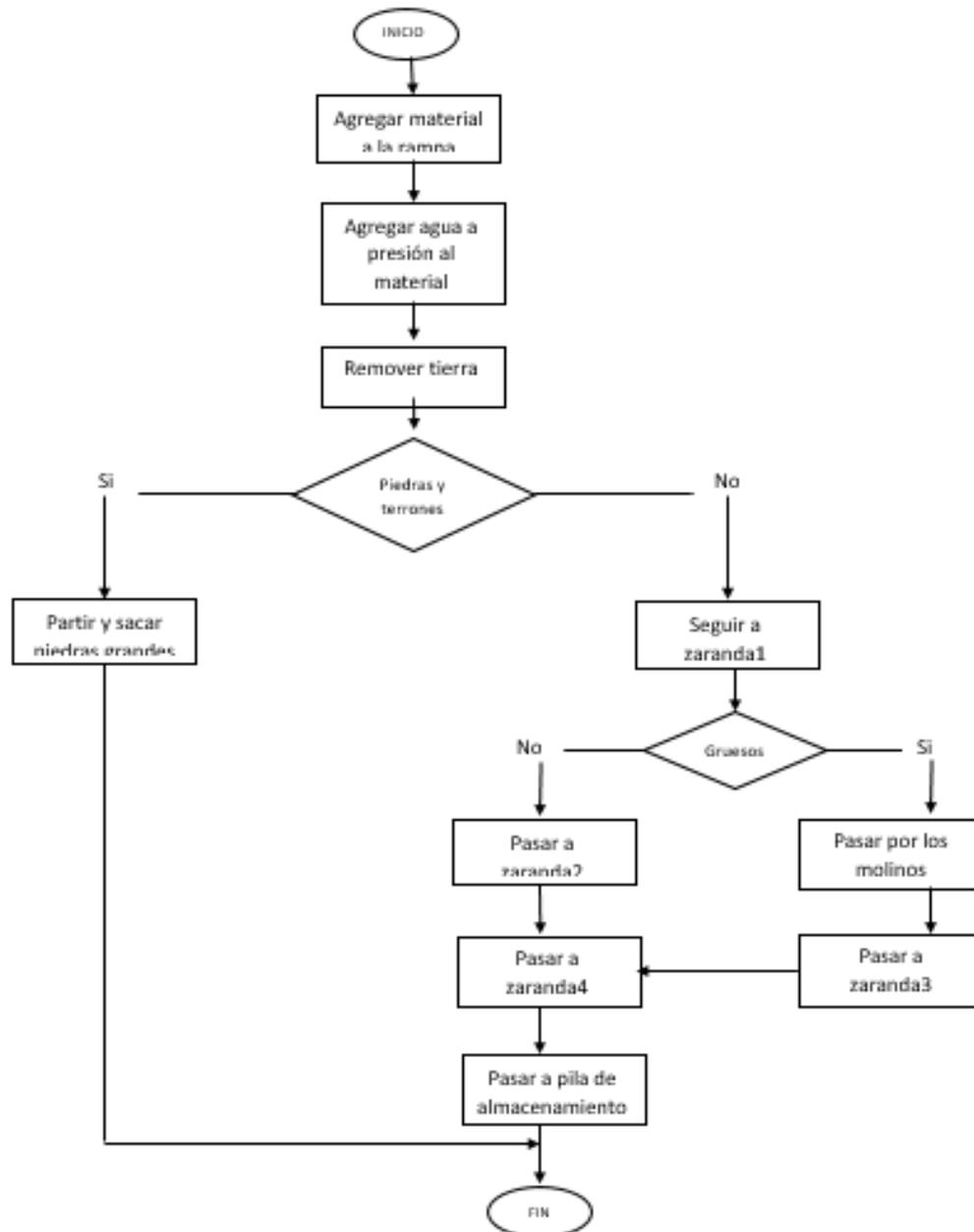
	material						pasado por zarandas o tamiz
11	Transportar a molinos						Por medio de un cargador
12	Moler el material						El material para por el molino.
13	Almacenamiento						El material queda en pilas hasta su distribución
14	Empaque						El material se empaca en presentaciones de 1 tonelada (big bag)

Elaboración: autor

### 4.1.3. Diagrama de flujo

#### 4.1.3.1. Diagrama de flujo para mina húmeda 35% y lodos 25%

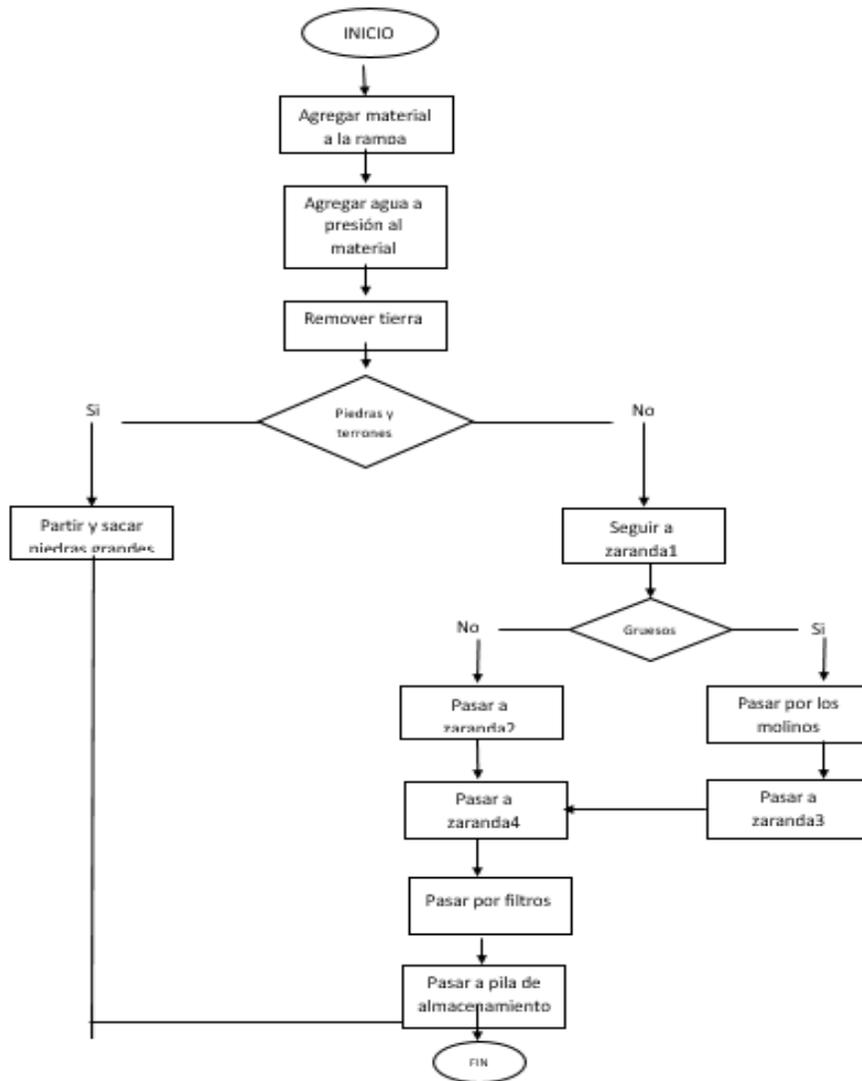
Ilustración 2 diagrama de flujo, mina húmeda y lodos 25 %



Elaboración: autor

4.1.3.2. Diagrama de flujo propuesto para mina húmeda 35% y lodos 25%

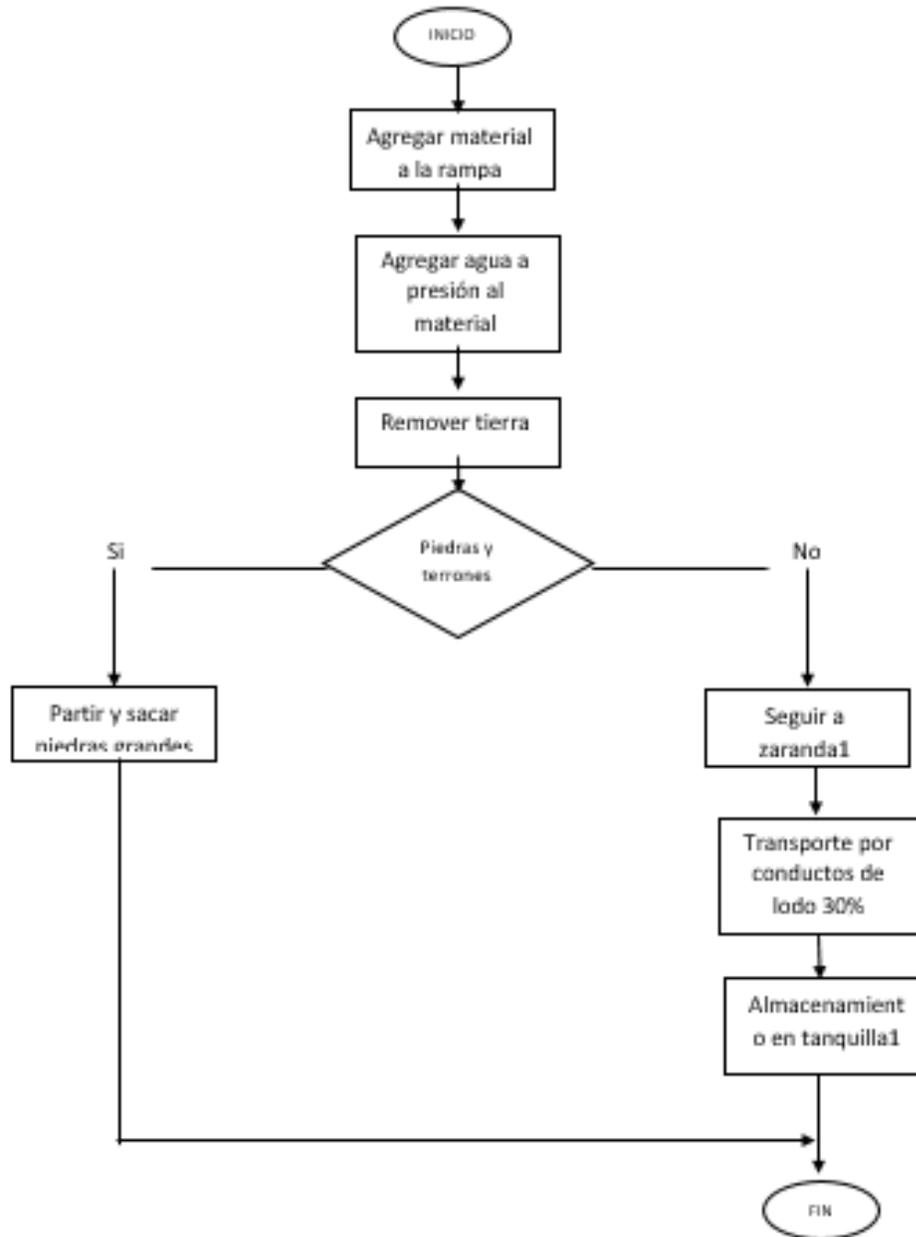
Ilustración 3 diagrama de flujo, mina húmeda y lodos 25 % (propuesto)



Elaboración: autor

4.1.3.3. Diagrama de flujo para lodos 30%

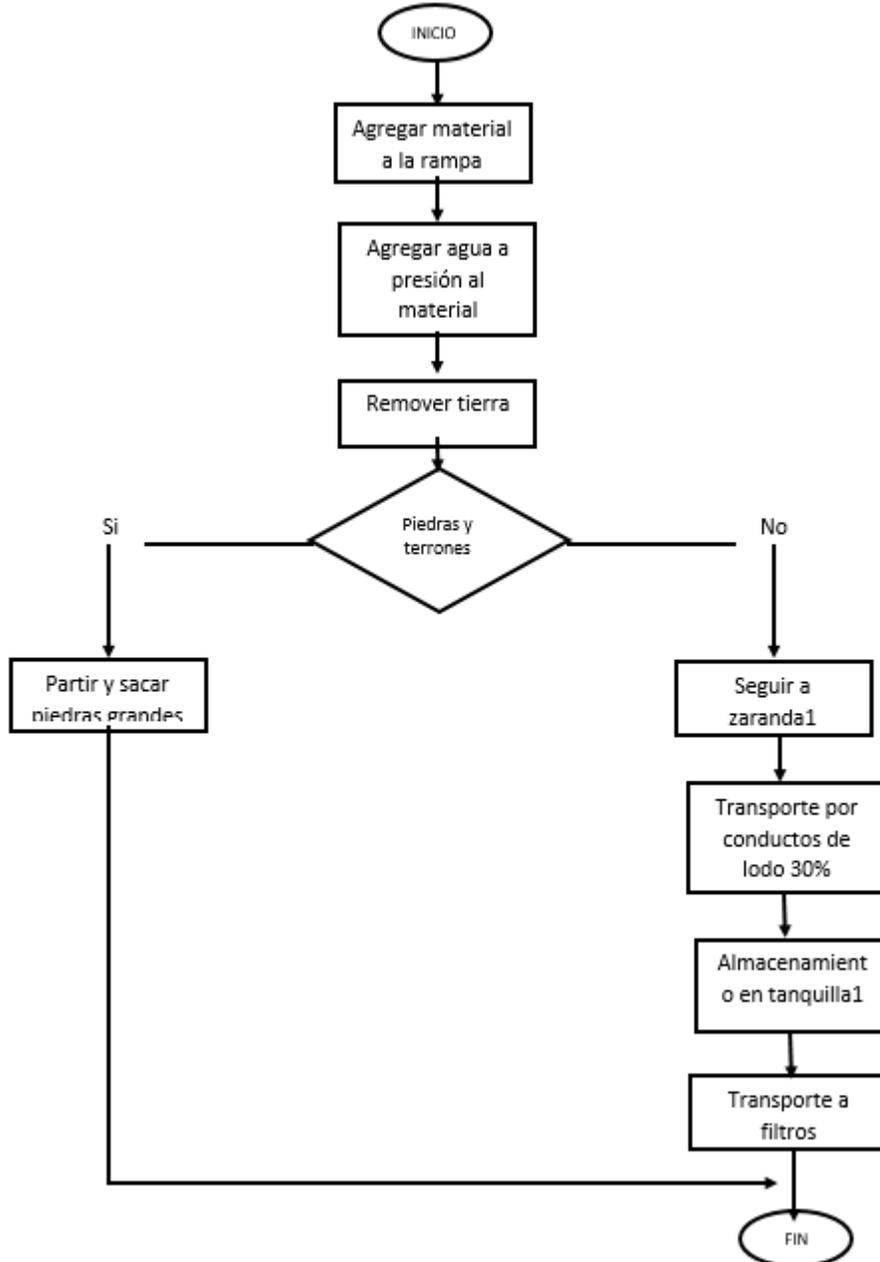
Ilustración 4 diagrama de flujo, lodos 30 %)



Elaboración: autor

4.1.3.4. Diagrama de flujo propuesto para lodos 30%

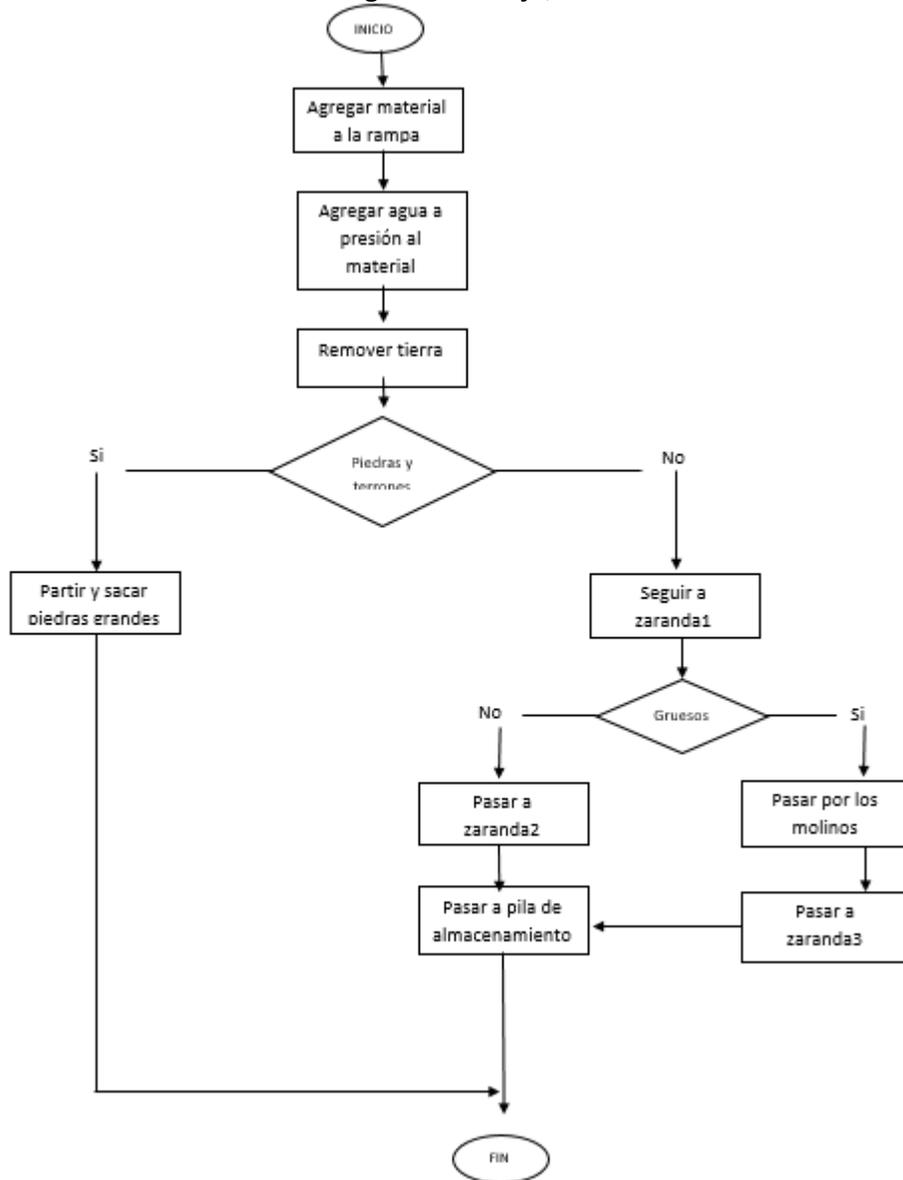
Ilustración 5 diagrama de flujo, lodos 30 % (propuesto)



Elaboración: autor

4.1.3.5. Diagrama de flujo para lodos (28, 27) %

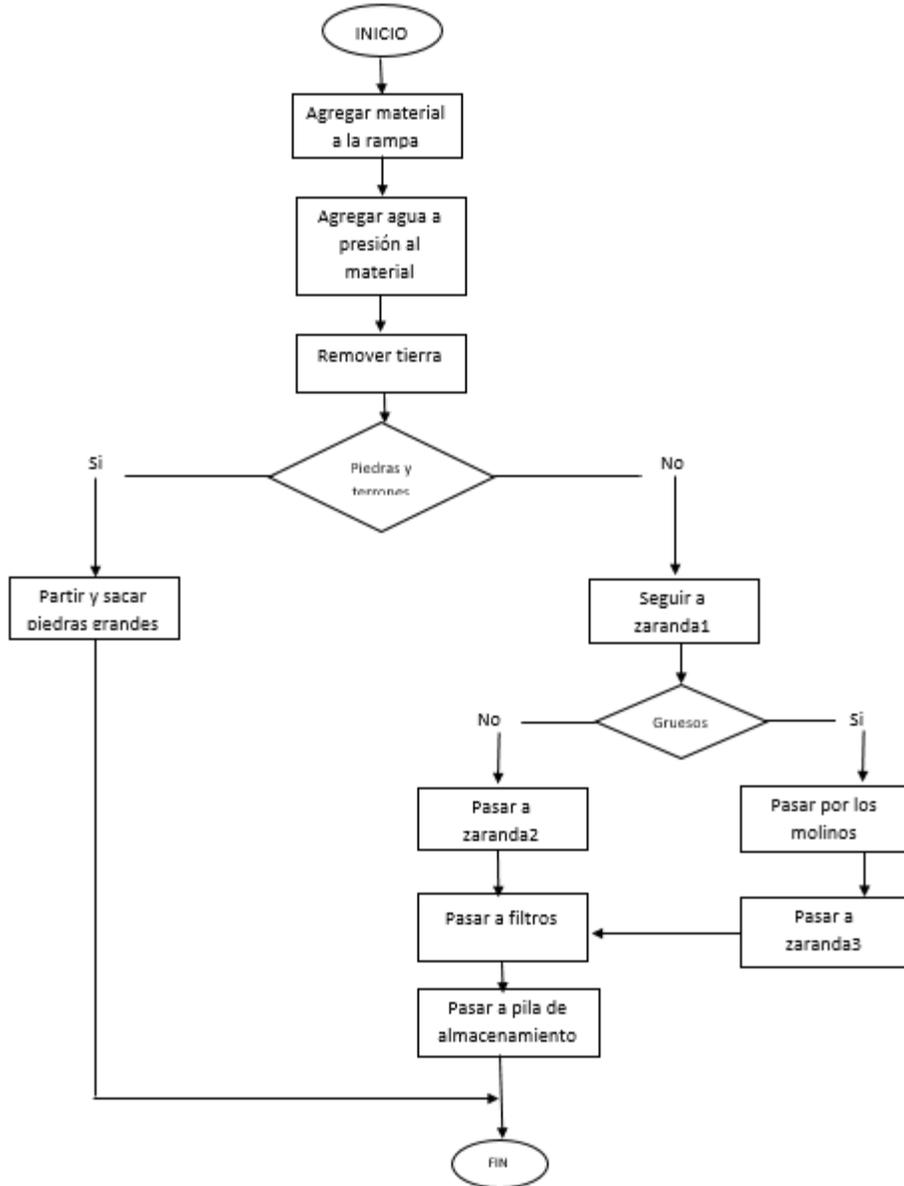
Ilustración 6 diagrama de flujo, lodos 28 -27 %



Elaboración: autor

4.1.3.6. Diagrama de flujo propuesto para lodos (28, 27) %

Ilustración 7 diagrama de flujo, lodos 30 % (propuesto)



Elaboración: autor

4.1.3.7. Diagrama de flujo fosfoindustrial 35%

Ilustración 8 diagrama de flujo, fosfoindustrial 35%



Elaboración: autor

4.1.3.8. Diagrama de flujo fertifoscal 30%

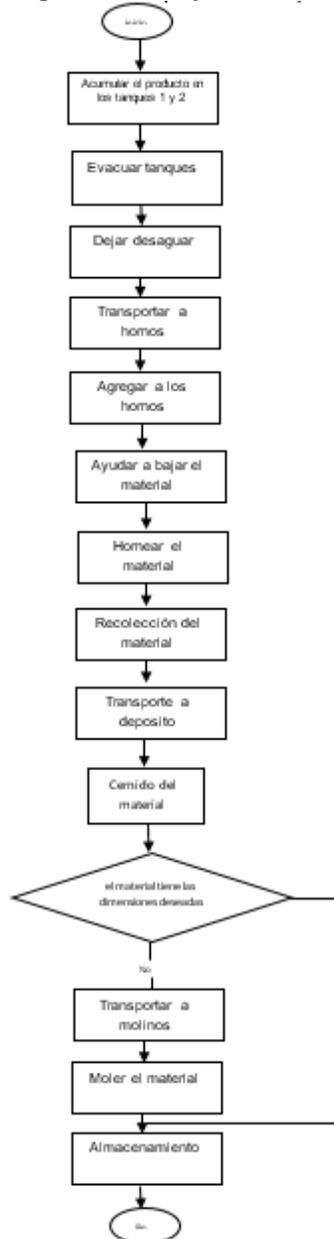
Ilustración 9 diagrama de flujo, fertifoscal



Elaboración: autor

4.1.3.9. Diagrama de flujo fertifoscal 30% (propuesto)

Ilustración 10 diagrama de flujo, fertifoscal (propuesto)



Elaboración: autor

## 4.2. ESTANDARIZACION DE LOS METODOS POR ESTUDIO DE TIEMPOS

### 4.2.1. Tiempos rampa

Tabla 14 tiempos proceso productivo del deslode

Empresa: FOSFONORTE S.A Fecha: 17/05/2019 Proceso: DESLODE Actividad: LAVADO DE LA MINA Capacidad del proceso: 5 PALAS (13,5 toneladas)												
N°	T1 Min	T2 Min	T3 Min	T4 Min	T5 Min	T6 Min	T7 Min	T8 Min	T. PROM . Min	T. MEDI O Min	JORNADA	OBSERVACIONES
1	75,03	61,16	57,49	49,52	54,47	52,21	52,38	45,48	55,9	53,4	DIURNA (MAÑANA)	---
2	63,25	45,36	56,29	49,52	51,05	39,57	42,58	50,37	49,7	49,9	DIURNA (TARDE)	---
3	45,54	49,38	41,15	60,56	56,08	51,33	63,11	38,42	50,7	50,3	DIURNA (MAÑANA)	---
4	51,24	47,13	46,56	62,37	57,40	39,56	51,10	49,34	50,6	50,2	DIURNA (MAÑANA)	---
5	68,38	62,28	54,30	46,25	38,49	45,21	52,43	43,20	51,3	49,3	DIURNA (TARDE)	---
6	51,17	47,23	43,57	41,32	60,29	68,15	60,21	42,54	51,8	49,2	DIURNA (TARDE)	---
7	46,21	64,13	58,31	61,20	53,15	47,34	48,32	39,59	52,3	50,7	DIURNA (MAÑANA)	---

Elaboración: autor

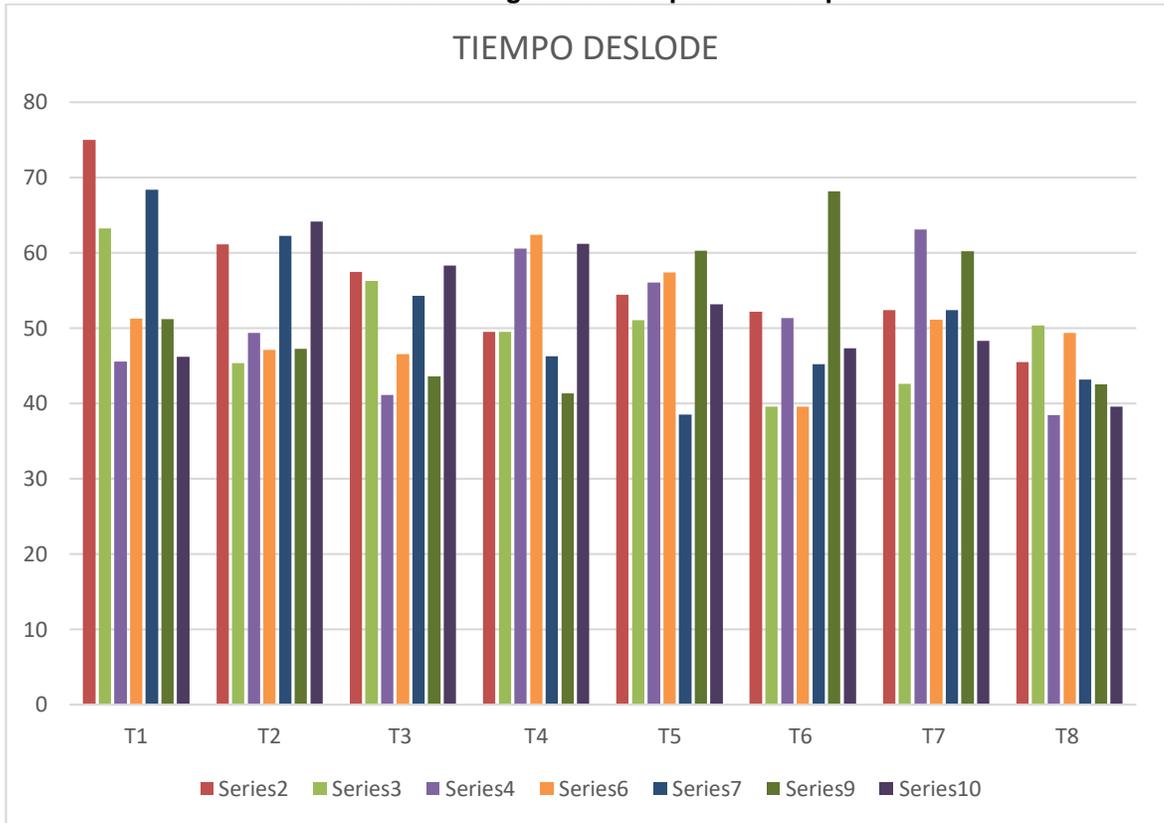
**T: tiempo**

**T. PROM: tiempo promedio**

**T. MEDIO: tiempo medio**

Según la toma de tiempos se establece que el tiempo promedio para 13,5 toneladas, es de 51,76 min, se expresa que por 1 tonelada de material en bruto se gasta aproximadamente 3,81 min

**Ilustración 11 graficas tiempo en la rampa**



**Elaboración: autor**

#### 4.2.2. Tiempos de llenado tanques

**Tabla 15 tiempos de los tanques, deslode**

Empresa: FOSFONORTE S.A Fecha: 17/05/2019 Proceso: DESLODE Actividad: LLENADO TANQUES										
UNIDADES DE MEDICION: HORAS										
TANQUES N°	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T. PROM	T. MEDIO	OBSERVACIONES
1 (Lodos 30%)	36	40	29,8	34	41	38	35,6	36,34	36	---
2 (lodos (28 y 27)%	43	45	39,9	36,7	42,8	43,14	39,9	41,49	42,8	---
3 (lodos 25%	25	27,6	26,5	31,2	24,2	21,6	30,1	26,6	26,5	---
4 (lodos 25%)	27,3	26,4	25,2	21,8	20,6	19,9	23,5	23,52	23,5	---

Elaboración: autor

**T: tiempo**

**T. PROM: tiempo promedio**

**T. MEDIO: tiempo medio**

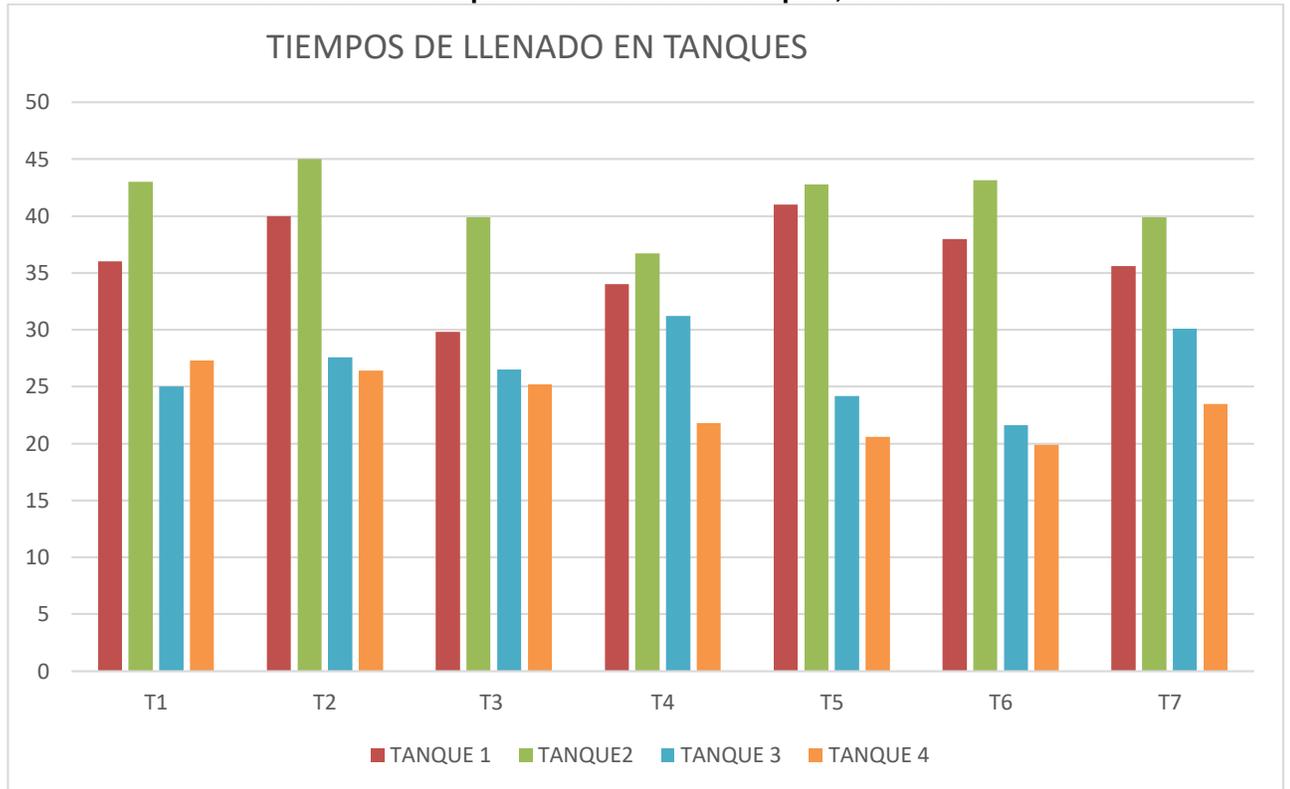
Los tiempos estimados para el llenado de los tanques dados en horas respectivamente son los siguientes:

**Tabla 16 resumen tiempo de llenado en tanques**

<b>Tanque 1 (lodos 30)%</b>	<b>36,34</b>
<b>Tanque 2 (lodos 28 y 27)%</b>	<b>41,49</b>
<b>Tanque 3 (lodos 25)%</b>	<b>26,6</b>
<b>Tanque 4 (lodos 25)%</b>	<b>23,52</b>

Elaboración: autor

**Ilustración 12 tiempo de llenado de los tanques, deslode**



**Elaboración: autor**

El tiempo de llenado de los tanques se derivan según jornadas de trabajo extensos en 10 horas y tipo de producto a tratar, teniendo en cuenta las características actuales del material en bruto que se está procesando

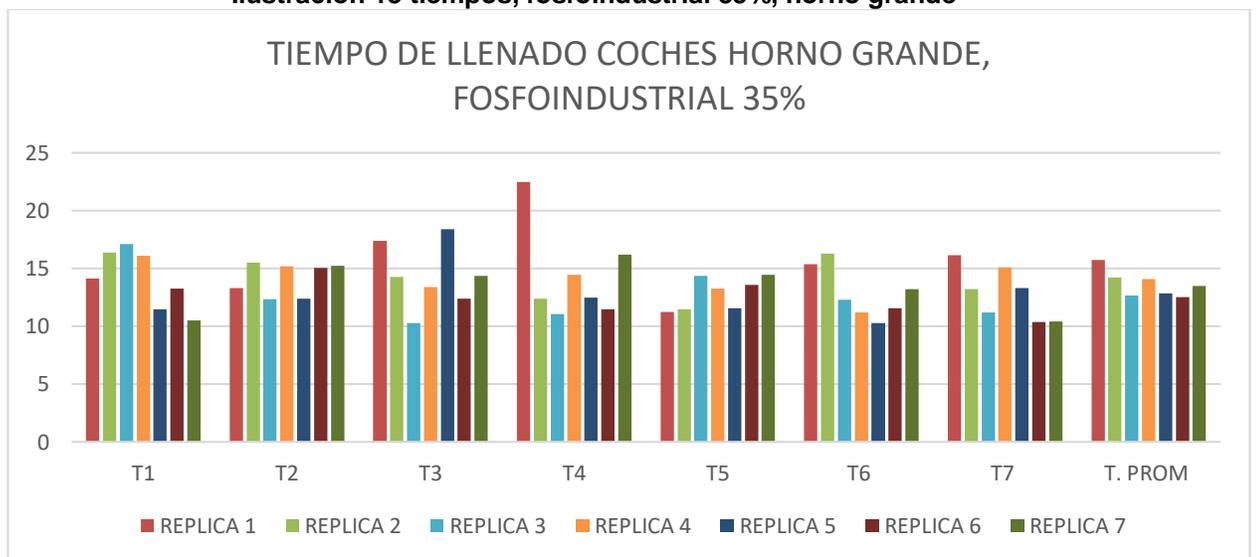
#### 4.2.3. Tiempo de llenado coches, horno grande fosfoindustrial 35%

Tabla 17 tiempos, fosfoindustrial 35%, horno grande

Empresa: FOSFONORTE S.A Fecha: 24/05/2019 Proceso: SECADO Actividad: LLENADO COCHE, HORNO GRANDE PRODUCTO: FOSFOINDUSTRIAL 35%										
N°	T1 Min	T2 Min	T3 Min	T4 Min	T5 Min	T6 Min	T7 Min	T. PROM Min	T. MEDIO Min	JORNADA OBSERVACIONES
1	14,14	13,31	17,38	22,46	11,25	15,34	16,14	15,71	15,34	----
2	16,36	15,52	14,28	12,37	11,45	16,27	13,22	14,21	14,28	----
3	17,11	12,34	10,29	11,05	14,34	12,27	11,17	12,65	12,27	----
4	16,08	15,17	13,39	14,45	13,27	11,18	15,07	14,09	14,45	----
5	11,48	12,36	18,37	12,49	11,57	10,28	13,30	12,83	12,36	----
6	13,26	15,06	12,38	11,45	13,56	11,54	10,38	12,51	12,38	----
7	10,49	15,23	14,36	16,20	14,45	13,19	10,39	13,47	14,36	----

Elaboración: autor

Ilustración 13 tiempos, fosfoindustrial 35%, horno grande



Elaboración: autor

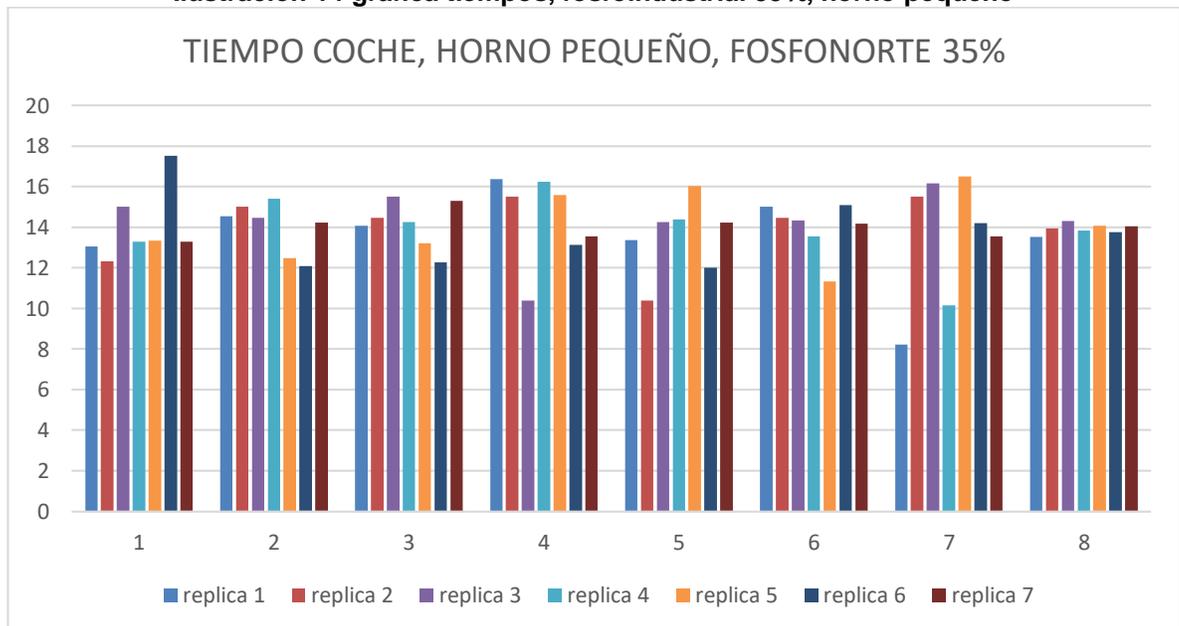
#### 4.2.4. Tiempo de llenado coches, horno pequeño fosfoindustrial 35%

Tabla 18 tiempos, fosfoindustrial 35%, horno pequeño

Empresa: FOSFONORTE S.A Fecha: 25/05/2019 Proceso: SECADO Actividad: LLENADO COCHE, HORNO PEQUEÑO PRODUCTO: INDUSTRIAL 35%										
N°	T1 Min	T2 Min	T3 Min	T4 Min	T5 Min	T6 Min	T7 Min	T. PROM Min	T. MEDIO Min	OBSERVACIONES
1	13,04	12,54	11,16	13,54	11,43	12,82	8,23	11,82	12,54	---
2	9,16	11,65	13,28	10,2	10,39	10,3	12,7	11,09	10,39	---
3	9,34	9,77	11,39	10,39	11,25	9,15	11,3	10,37	10,39	---
4	13,29	10,6	12,82	10,6	11,6	13,54	10,14	11,79	11,6	---
5	13,35	11,7	13,21	12,81	10,4	11,32	11,8	12,08	11,8	---
6	11,43	10,65	12,27	10,4	10,08	11,76	12,4	11,28	11,43	---
7	9,21	11,92	9,45	11,6	9,91	10,65	10,2	10,42	10,2	---

Elaboración: autor

Ilustración 14 grafica tiempos, fosfoindustrial 35%, horno pequeño



Elaboración: autor

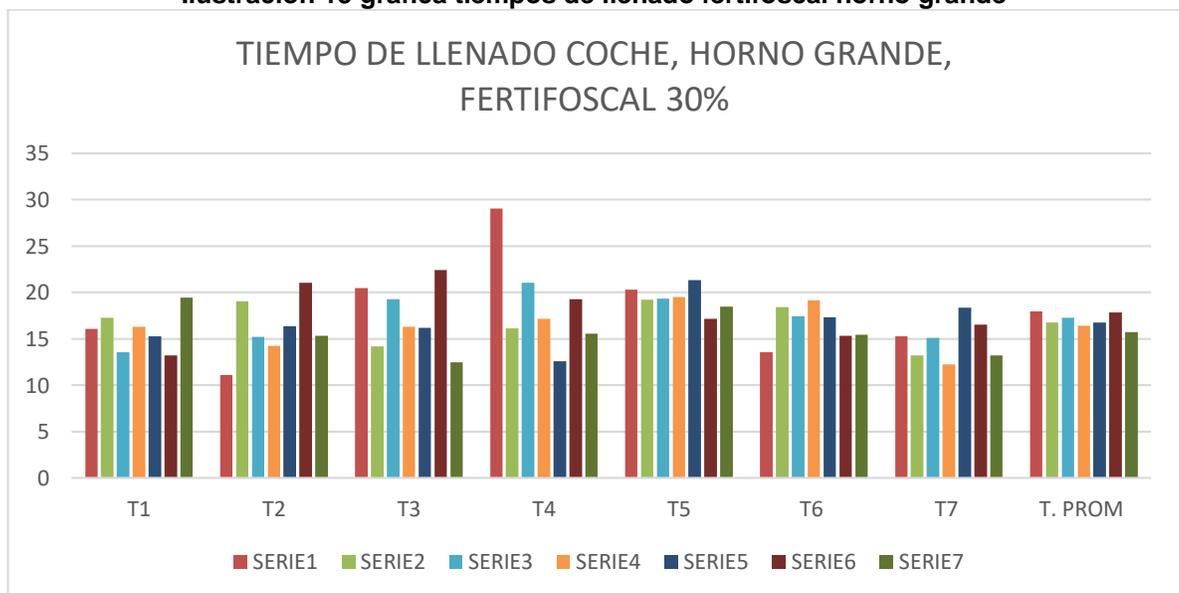
#### 4.2.5. Tiempos de llenado horno grande, fertifoscal 30%

Tabla 19 tiempos de llenado fertifoscal horno grande

<b>Empresa: FESFONORTE S.A</b> <b>Fecha: 27/05/2019</b> <b>Proceso: SECADO</b> <b>Actividad: LLENADO COCHE, HORNO GRANDE</b> <b>PRODUCTO: FERTIFOSCAL 30%</b>										
N°	T1 Min	T2 Min	T3 Min	T4 Min	T5 Min	T6 Min	T7 Min	T. PROM Min	T. MEDIO Min	OBSERVACIONES
1	16,05	11,10	20,48	29,03	20,31	13,53	15,29	17,97	16,05	----
2	17,25	19,03	14,20	16,11	19,23	18,39	13,21	16,77	17,25	----
3	13,54	15,18	19,24	21,02	19,34	17,45	15,11	17,26	17,45	----
4	16,32	14,24	16,27	17,14	19,48	19,14	12,21	16,4	16,32	----
5	15,24	16,37	16,18	12,58	21,30	17,32	18,36	16,77	16,37	----
6	13,18	21,03	22,38	19,29	17,14	15,35	16,50	17,83	17,14	----
7	19,46	15,32	12,46	15,54	18,49	15,45	13,22	15,70	15,45	----

Elaboración: autor

Ilustración 15 grafica tiempos de llenado fertifoscal horno grande



Elaboración: autor

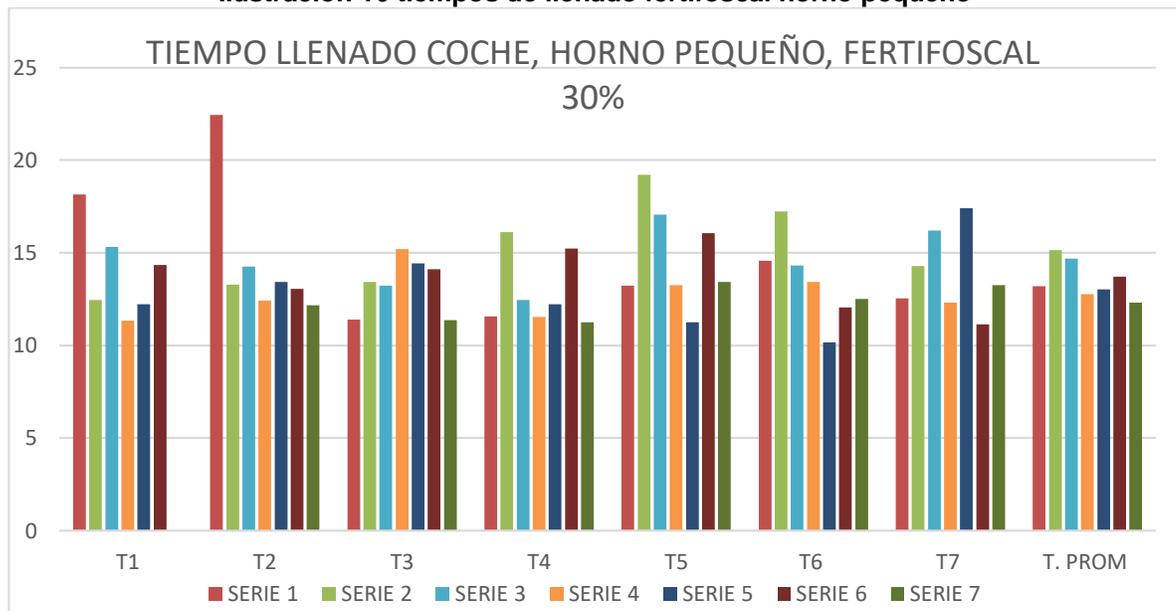
#### 4.2.6. Tiempos de llenado horno pequeño, fertifoscal 30%

Tabla 20 tiempos de llenado fertifoscal horno pequeño

Empresa: FESFONORTE S.A Fecha: 28/05/2019 Proceso: SECADO Actividad: LLENADO COCHE, HORNO PEQUEÑO PRODUCTO: FERTIFOSCAL 30%										
N°	T1 Min	T2 Min	T3 Min	T4 Min	T5 Min	T6 Min	T7 Min	T. PROM Min	T. MEDIO Min	OBSERVACIONES
1	18,16	22,46	11,38	11,56	13,23	14,56	12,54	13,19	13,23	----
2	12,45	13,29	13,43	16,11	19,21	17,23	14,27	15,14	14,27	----
3	15,32	14,25	13,21	12,45	17,05	14,32	16,21	14,68	14,32	----
4	11,34	12,43	15,21	11,54	13,26	13,43	12,31	12,78	12,43	----
5	12,22	13,43	14,43	12,23	11,24	10,15	17,42	13,01	12,23	----
6	14,35	13,05	14,10	15,23	16,05	12,04	11,14	13,70	14,1	----
7	12,34	12,15	11,36	11,26	13,43	12,51	13,24	12,32	12,34	----

Elaboración: autor

Ilustración 16 tiempos de llenado fertifoscal horno pequeño



Elaboración: autor

### 4.3. CAPACIDADES

#### ***Tamaño de la muestra***

$P = 95\%$ : probabilidad de éxito

$q = 0,5\%$ : probabilidad de fracaso

$e = 2 \%$ : error estimado

$c = 90\%$ : confianza

$$1-\alpha = 0,90 \quad \therefore \quad z = 1,645$$

$$n = \frac{z^2 * P * q}{e}$$

$$n = \frac{(1,645)^2 * 0,95 * 0,05}{0,02} = 6,42 \approx 7 \text{muestras}$$

El numero demuestra se determinó por 7 datos

### 4.3.1. . Proceso deslode

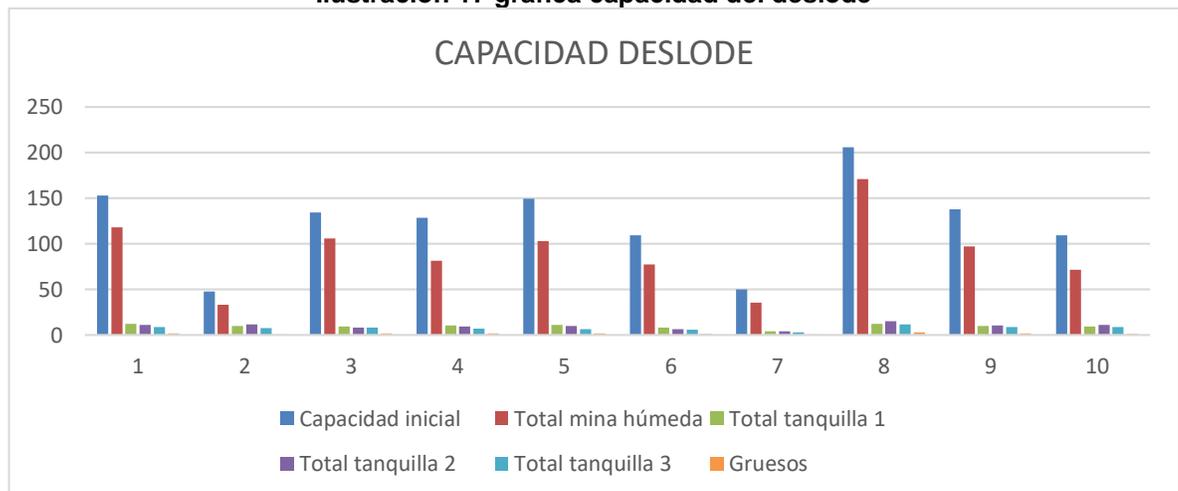
#### 4.3.1.1. Capacidad proceso deslode

Tabla 21 capacidades proceso de deslode

EMPRESA: FOSFONOTE S.A.				FECHA:8/05/2019		
PROCESO: DESLODE						
UNIDADES: toneladas						
Capacidad inicial	Total mina húmeda (35%)	Total, tanquilla 1 (30%)	Total, tanquilla 2 (28-27)%	Total, tanquilla 3 (25%)	Gruesos	CONTAMINACION
152,9	115	12,02	10,87	8,37	2,95	3,69
47,5	35	4,22	3,72	2,1	1,2	1,26
134,1	102,5	8,82	9,72	7,7	2,26	3,1
128,5	96,3	10,54	9,32	6,67	2,56	3,11
149	115,6	11,1	10,5	6,21	2,74	2,85
109,1	82,07	7,88	8,47	5,6	1,89	3,19
50	37,1	4,07	3,62	2,88	1,04	1,29
205,5	161	15,84	14,71	7,16	2,24	4,55
137,5	105,8	9,94	10,15	6,54	1,97	3,1
109,19	77,58	9,38	11,1	6,26	2,15	2,72

Elaboración: autor

Ilustración 17 grafica capacidad del deslode



Elaboración: autor

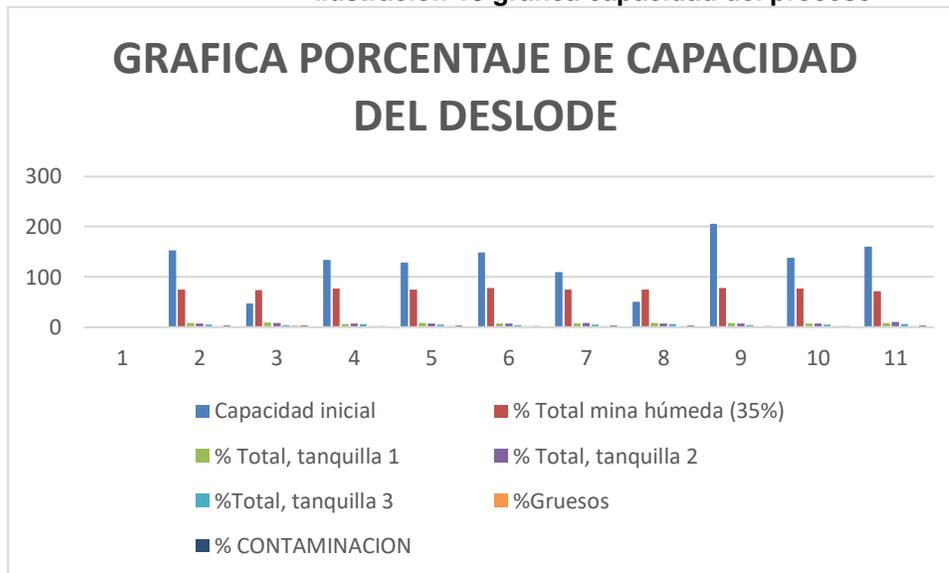
4.3.1.2. Porcentaje de capacidad proceso.

Tabla 22 capacidad del proceso

EMPRESA: FOSFONORTE S.A.				FECHA: 9/05/2019.		
PROCESO: DESLODE						
Capacidad inicial	% Total mina húmeda (35%)	% Total, tanquilla 1 -30%	% Total, tanquilla 2 (28-27)%	%Total, tanquilla 3 -25%	%Grosos	% CONTAMINACION
152,9	75,21	7,86	7,11	5,47	1,93	2,41
47,5	73,68	8,88	7,83	4,42	2,53	2,65
134,1	76,44	6,58	7,25	5,74	1,69	2,31
128,5	74,94	8,20	7,25	5,19	1,99	2,42
149	77,58	7,45	7,05	4,17	1,84	1,91
109,1	75,22	7,22	7,76	5,13	1,73	2,92
50	74,20	8,14	7,24	5,76	2,08	2,58
205,5	78,35	7,71	7,16	3,48	1,09	2,21
137,5	76,95	7,23	7,38	4,76	1,43	2,25
159,8	71,05	8,59	10,17	5,73	1,97	2,49
Promedio:	75,36	7,79	7,62	4,99	1,83	2,42

Elaboración: autor

Ilustración 18 grafica capacidad del proceso



Elaboración: autor

- El porcentaje estimado de mina húmeda (roca fosforica) del 35% de fosforo es de 75,36% del total del material en bruto inicial
- El porcentaje de lodos del 30% de fósforo para la obtención de fortifoscal se dirige al tanque 1 un 7,79% de material en bruto u inicial.
- El porcentaje de lodos del 27 y 28 % dirigidos al tanque 2 es de 7,62%
- El porcentaje de lodos del 25% dirigidos a los tanques 3 y 4 es de 4,99%
- Los gruesos tienen un porcentaje de 1,83%

**Tabla 23 análisis general, deslode**

<b>Producto, 35%</b>	<b>75,36%</b>
<b>Tanque 1, lodos 30%</b>	<b>7,79%</b>
<b>Tanque 2, lodos (27 – 28)%</b>	<b>7,62%</b>
<b>Tanque 3, lodos 25%</b>	<b>4,99%</b>
<b>Gruesos</b>	<b>1,83%</b>
<b>Contaminación</b>	<b>2,42%</b>

Elaboración: autor

**Observaciones:**

- El material fuerte de la empresa en el fosfoindustrial del 35%, el cual se está obteniendo en un 75,36% con respecto a la cantidad de material en bruto que es tratado en el proceso de deslode.
- el material residual en este caso son los gruesos con un porcentaje del 1%, mientras que el porcentaje de impurezas y tierra, lo cual sale del proceso como residuos es del 3,25% del material en bruto tratado.

### 4.3.2. Fosfoindustrial del 35%

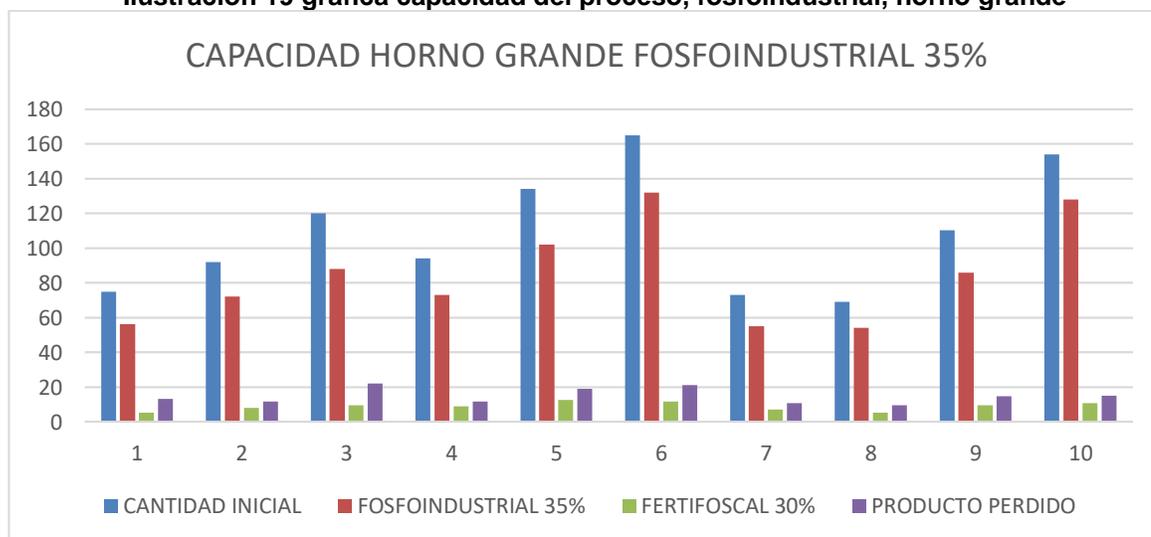
#### 4.3.2.1. Capacidad del proceso, horno grande

Tabla 24 capacidad del proceso, fosfoindustrial, horno grande

EMPRESA: FOSFONORTE S.A.				FECHA: 9/05/2019.
PROCESO: SECADO				
PRODUCTO: FOSFOINDUSTRIAL 35%				
UNIDADES: TONELADAS				
Capacidad inicial	Cantidad fosfoindustrial (35%)	Cantidad fertifoscal 30%	Cantidad producto perdido	Observaciones
75	56,4	5,46	13,14	---
92	72,128	8,0592	11,8128	---
120	88,2	9,552	22,248	---
94	73,0944	9,071	11,8346	---
134	102,2286	12,6362	19,1352	---
165	132,099	11,5995	21,3015	---
73	55,1661	7,1613	10,6726	---
69	54,1926	5,2233	9,5841	---
110,4	85,95744	9,64896	14,7936	---
154	128,1126	10,703	15,1844	---
PROMEDIO				
108,64	84,757874	8,911446	14,97068	---

Elaboración: autor

Ilustración 19 grafica capacidad del proceso, fosfoindustrial, horno grande



Elaboración: autor

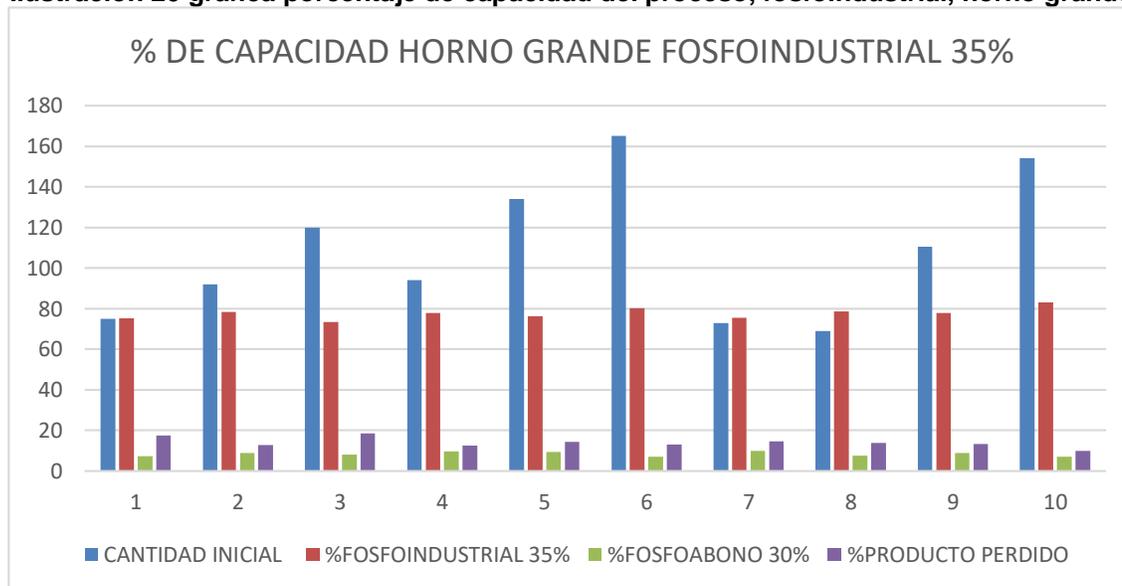
4.3.2.2. Porcentaje de capacidad, horno grande, fosfoindustrial 35%

Tabla 25 porcentaje de capacidad del proceso, fosfoindustrial, horno grande

EMPRESA: FOSFONORTE S.A.				FECHA: 19/05/2019.
PROCESO: SECADO Y ALMACENAMIENTO				
PRODUCTO: FOSFOINDUSTRIAL 35%				
UNIDADES: TONELADAS				
Capacidad inicial	% fosfoindustrial (35%)	% Fertifoscal (30%)	% Producto perdido	Observaciones
75	75,2	7,28	17,52	----
92	78,4	8,76	12,84	----
120	73,5	7,96	18,54	----
94	77,76	9,65	12,59	----
134	76,29	9,43	14,28	----
165	80,06	7,03	12,91	----
73	75,57	9,81	14,62	----
69	78,54	7,57	13,89	----
110,4	77,86	8,74	13,4	----
154	83,19	6,95	9,86	----
Promedio:	77,637	8,318	14,045	----

Elaboración: autor

Ilustración 20 grafica porcentaje de capacidad del proceso, fosfoindustrial, horno grande



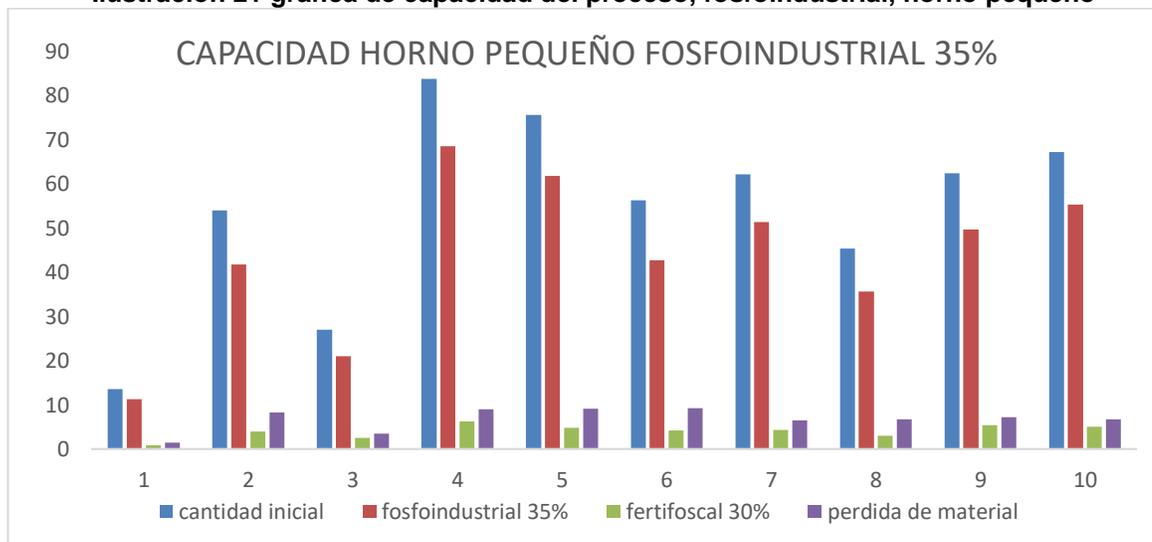
Elaboración: autor

### 4.3.2.3. Capacidad horno pequeño fosfoindustrial 35%

Tabla 26 capacidad del proceso, fosfoindustrial, horno pequeño

<b>EMPRESA: FOSFONORTE S.A.</b>				<b>FECHA: 18/05/2019.</b>
<b>PROCESO: SECADO Y ALMACENAMIENTO</b>				
<b>PRODUCTO: FOSFOINDUSTRIAL 35%</b>				
<b>UNIDADES: TONELADAS</b>				
Capacidad inicial	Cantidad fosfoindustrial (35%)	Cantidad fertifoscal 30%	Cantidad producto perdido	Observaciones
13,5	11,24955	0,8532	1,39725	----
54	41,7474	4,0122	8,2404	---
27	20,9979	2,4867	3,5154	---
83,7	68,49171	6,23565	8,97264	---
75,6	61,74252	4,79304	9,06444	---
56,28	42,755916	4,254768	9,269316	---
62,13	51,338019	4,367739	6,424242	---
45,34	35,650842	2,965236	6,723922	---
62,34	49,672512	5,404878	7,26261	---
67,14	55,343502	5,022072	6,774426	---
<b>PROMEDIO</b>				
54,703	43,8989871	4,0395483	6,7644646	---

Ilustración 21 grafica de capacidad del proceso, fosfoindustrial, horno pequeño



Elaboración: autor

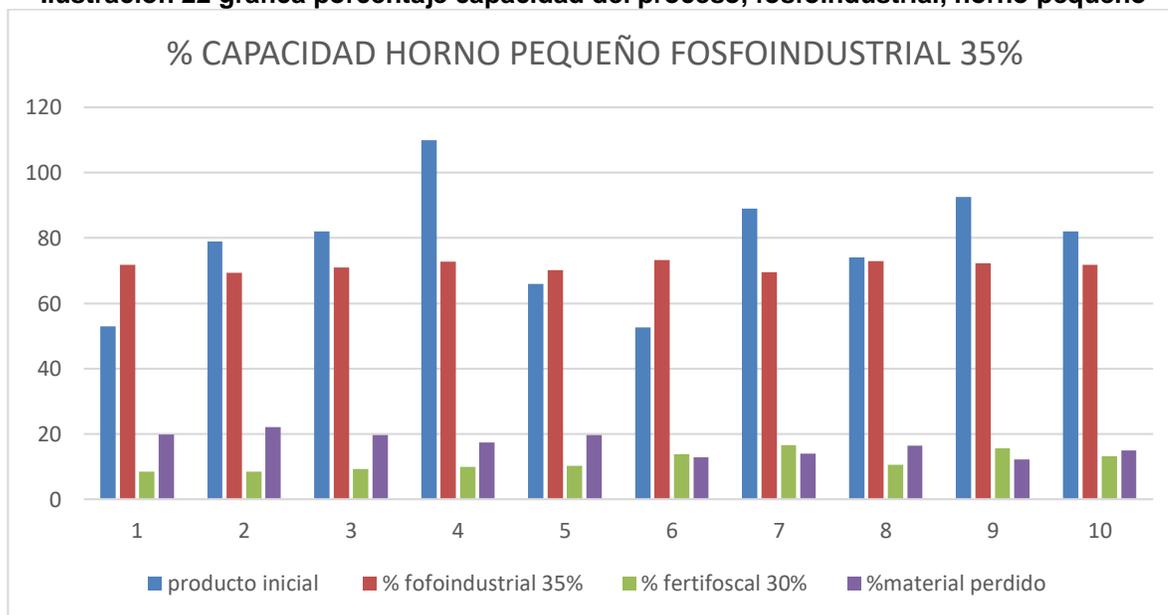
4.3.2.4. Porcentaje de capacidad, horno pequeño, fosfoindustrial 35%

Tabla 27 porcentaje capacidad del proceso, fosfoindustrial, horno pequeño

EMPRESA: FOSFONORTE S.A.				FECHA: 18/05/2019.
PROCESO: SECADO Y ALMACEAMIENTO				
PRODUCTO: FOSFOINDUSTRIAL 35%				
Capacidad inicial	% fosfoindustrial (35%)	% Fertifoscal (30%)	% Producto perdido	Observaciones
13,5	83,33	6,32	10,35	---
54	77,31	7,43	15,26	---
27	77,77	9,21	13,02	---
83,7	81,83	7,45	10,72	---
75,6	81,67	6,34	11,99	---
56,28	75,97	7,56	16,47	---
62,13	82,63	7,03	10,34	---
45,34	78,63	6,54	14,83	---
62,34	79,68	8,67	11,65	---
67,14	82,43	7,48	10,09	---
Promedio:	80,125	7,403	12,472	---

Elaboración: autor

Ilustración 22 grafica porcentaje capacidad del proceso, fosfoindustrial, horno pequeño



Elaboración: autor

#### 4.3.2.5. Análisis fosfoindustrial 35%

Se obtiene como un resumen general en la capacidad y tiempos correspondientes al proceso de secado por horno (grande y pequeño) del producto fosfoindustrial 35%

La capacidad del horno grande esta derivada en los siguientes porcentajes, teniendo como un 100% la cantidad inicial a procesar.

**Tabla 28 resumen horno grande**

<b>HORNO GRANDE</b>		
<b>FOSFOINDUSTRIAL 35%</b>	77,637%	<b>TIEMPO ESTANDAR</b>
<b>FERTIFOSCAL 30%</b>	8,318%	13,63
<b>MATERIAL PERDIDO</b>	14,045%	

Elaboración: autor

**Tabla 29 resumen horno pequeño**

<b>HORNO PEQUEÑO</b>		
<b>FOSFOINDUSTRIAL 35%</b>	80,125%	<b>TIEMPO ESTANDAR</b>
<b>FERTIFOSCAL 30%</b>	7,403%	11,27
<b>MATERIAL PERDIDO</b>	12,412%	

Elaboración: autor

Se establece que la cantidad que se pierde en el proceso de secado para el Fosfoindustrial del 35% es aproximadamente el 13,23%, se establece gran perdida y afectación en las utilidades finales

### 4.3.3. Proceso de fertifoscal 30%

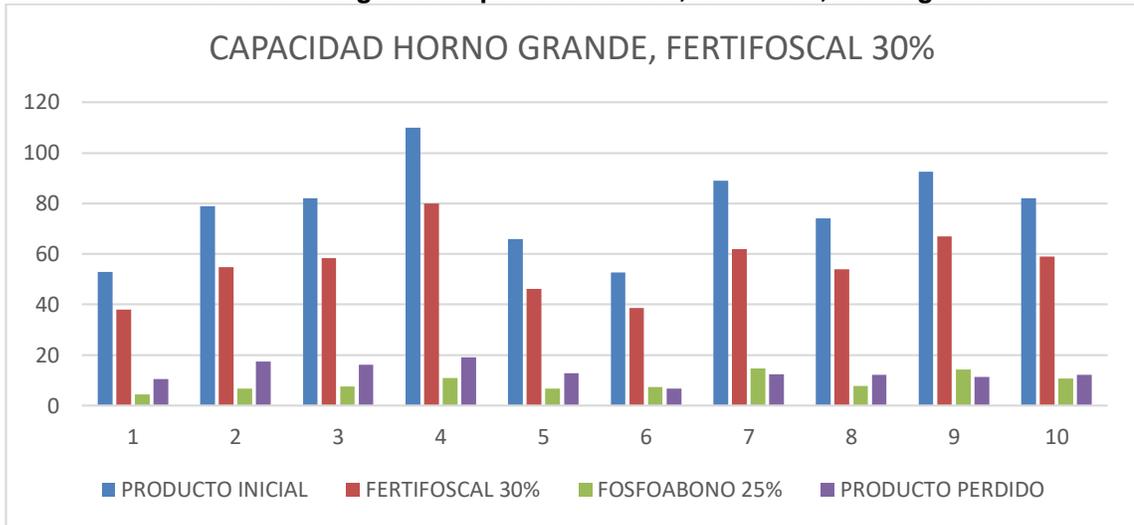
#### 4.3.3.1. Capacidad fertifoscal del 30%, horno grande

Tabla 30 capacidad secado, fertifoscal, horno grande

EMPRESA: FOSFONORTE S.A.				FECHA: 26/05/2019.
PROCESO: SECADO Y ALMACENAMIENTO				
PRODUCTO: FERTIFOSCAL 30%				
UNIDADES: TONELADAS				
Capacidad inicial	Cantidad producto final	Cantidad fertifoscal 30%	Cantidad producto perdido	Observaciones
53	38,0328	4,4679	10,4993	---
79	54,8497	6,6597	17,4906	---
82	58,2692	7,5768	16,154	---
110	80,047	10,857	19,096	---
65,9	46,22885	6,74157	12,92958	---
52,7	38,58167	7,30949	6,80884	---
89	61,8194	14,7206	12,46	---
74	54,0052	7,881	12,1138	---
92,6	66,87572	14,39004	11,33424	---
82	58,9334	10,8322	12,2344	---
PROMEDIO				
78,02	55,764294	9,14363	13,112076	---

Elaboración: autor

**Ilustración 23 grafica capacidad secado, fertifoscal, horno grande**



Elaboración: autor

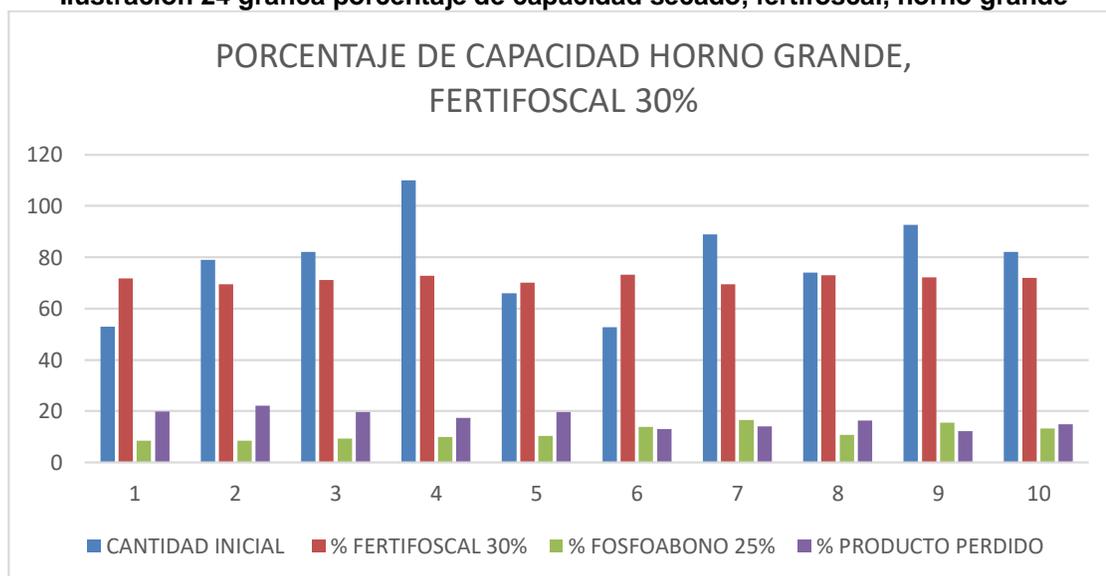
4.3.3.2. Porcentaje de capacidad fertifoscal 30%

Tabla 31 porcentaje capacidad secado, fertifoscal, horno grande

EMPRESA: FOSFONORTE S.A.				FECHA: 27/05/2019.
PROCESO: SECADO Y ALMACENAMIENTO				
PRODUCTO: FERTIFOSCAL 30%				
Capacidad inicial	% Fertifoscal 30%	% Fosfoabono 25%	% Producto perdido	Observaciones
53	71,76	8,43	19,81	----
79	69,43	8,43	22,14	----
82	71,06	9,24	19,7	----
110	72,77	9,87	17,36	----
65,9	70,15	10,23	19,62	----
52,7	73,21	13,87	12,92	----
89	69,46	16,54	14	----
74	72,98	10,65	16,37	----
92,6	72,22	15,54	12,24	----
82	71,87	13,21	14,92	----
Promedio:	71,491	11,601	16,908	----

Elaboración: autor

Ilustración 24 grafica porcentaje de capacidad secado, fertifoscal, horno grande



Elaboración: autor

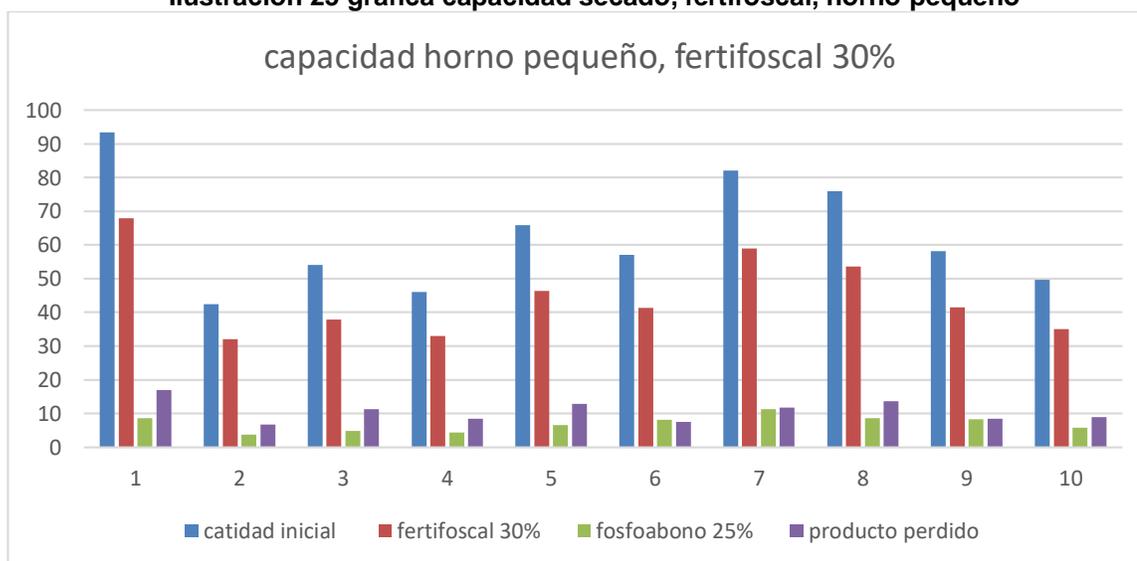
4.3.3.3. Capacidad horno pequeño, fertifoscal 30%

Tabla 32 capacidad secado, fertifoscal, horno pequeño

EMPRESA: FOSFONORTE S.A.				FECHA: 28/05/2019
PROCESO: SECADO Y ALMACENAMIENTO				
PRODUCTO: FERTIFOSCAL 30%				
UNIDADES: TONELADA				
Capacidad inicial	Cantidad Fertifoscal (30%)	Cantidad fosfoabono (25%)	Cantidad producto perdido	Observaciones
93,4	67,8551	8,5928	16,9521	---
42,5	32,0025	3,723	6,7745	---
54	37,908	4,8492	11,2428	---
46	33,028	4,439	8,533	---
65,9	46,3936	6,58341	12,92299	---
57,1	41,3975	8,1653	7,5372	---
82	58,958	11,2832	11,7588	---
76	53,6028	8,6868	13,7104	---
58,1	41,41368	8,2502	8,43612	---
49,7	34,98383	5,79005	8,92612	---
PROMEDIO				
62,47	44,754301	7,036296	10,679403	---

Elaboración: autor

Ilustración 25 grafica capacidad secado, fertifoscal, horno pequeño



Elaboración: autor

4.3.3.4. Capacidad horno pequeño, fertifoscal 30%

Tabla 33 porcentaje capacidad secado, fertifoscal, horno pequeño

EMPRESA: FOSFONORTE S.A.				FECHA: 29/05/2019.
PROCESO: SECADO Y ALMACENAMIENTO				
PRODUCTO: FERTIFOSCAL 30%				
Capacidad inicial	% Producto final (30%)	% Fosfoabono (25%)	% Producto perdido	Observaciones
93,4	72,65	9,2	18,15	---
42,5	75,3	8,76	15,94	---
54	70,2	8,98	20,82	---
46	71,8	9,65	18,55	---
65,9	70,4	9,99	19,61	---
57,1	72,5	14,3	13,2	---
82	71,9	13,76	14,34	---
76	70,53	11,43	18,04	---
58,1	71,28	14,2	14,52	---
49,7	70,39	11,65	17,96	---
Promedio:	71,695	11,192	17,113	---

Elaboración: autor

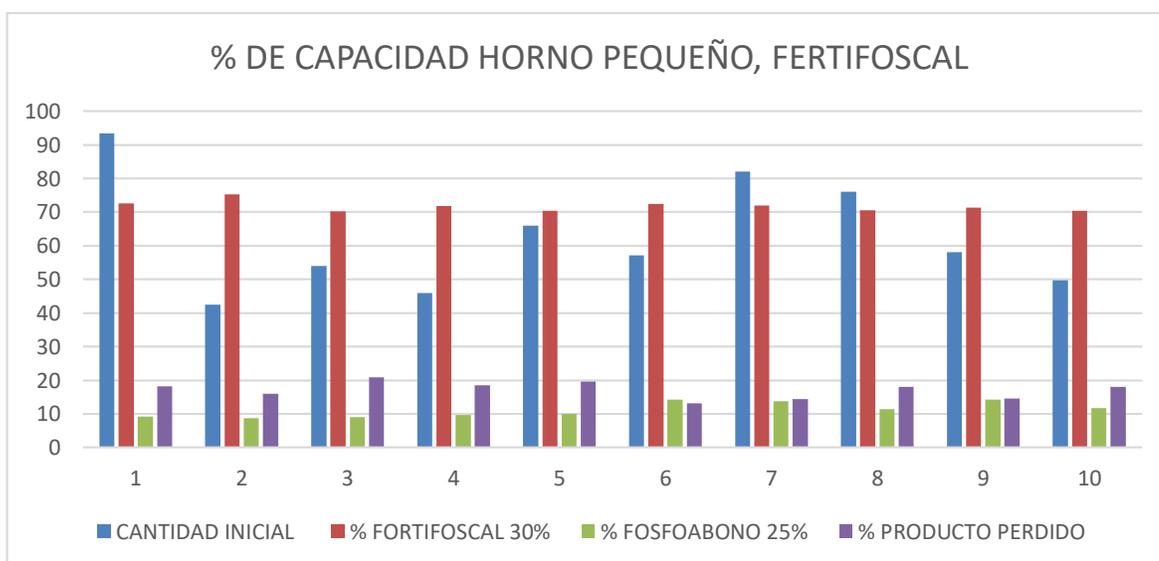


Ilustración 26 grafica capacidad secado, fertifoscal, horno pequeño

#### 4.3.3.5. Resumen fertifoscal 30%

Se estipulan a continuación los datos finales al análisis de métodos y tiempos en la parte del proceso del Fertifoscal, este nos indaga los porcentajes de capacidad en los hornos respectivos (Grande y Pequeño) y el tiempo de llenado de un coche (750 kg) de producto final.

**Tabla 34 resumen horno grande**

<b>HORNO GRANDE</b>		
<b>FERTIFOSCAL 30%</b>		<b>TIEMPO ESTANDAR</b>
<b>FOSFOABONO 25%</b>	71,491%	16,95 MIN
<b>MATERIAL PERDIDO</b>	11,601%	
	16,908%	

**Elaboración: autor**

**Tabla 35 resumen horno pequeño**

<b>HORNO PEQUEÑO</b>		
<b>FERTIFOSCAL 30%</b>		<b>TIEMPO ESTANDAR</b>
<b>FOSFOABONO 25%</b>	71,695%	13,54 MIN
<b>MATERIAL PERDIDO</b>	11,192%	
	17,113%	

**Elaboración: autor**

Según los resultados anteriores se tiene que se está perdiendo un 17,01% de la cantidad inicial que se les agregan a los hornos para su respectivo proceso, se obtiene esto como una perdida elevada gracias al tamaño de la cantidad

## 4.4. FALENCIAS Y MEJORAS DEL PROCESO

### 4.4.1. Falencias

#### 4.4.1.1. Falencias del proceso de deslode

Dentro del estudio de métodos en el proceso de deslode el cual se encarga de retirar las impurezas del material final y su división en 3 derivados los cuales son Mina húmeda del 35%, lodos del 30% y lodos del 25%; las falencias observadas van desde la organización y el aseo hasta movimientos y desplazamientos innecesarios por parte de los trabajadores.

- Carencia de almacenamientos específicos de piedras de mayor tamaño las cuales no son procesadas, esto proporciona una desorganización en el área y es índice de accidentes para los trabajadores.
- Las maquinarias en los centros de trabajos son ineficientes y se observan desperdicios de materia prima y un déficit dentro del producto final.
- Desplazamientos incensarios en la zaranda 1, se observa carencia de almacenamiento para gruesos que se derivan de esta actividad, fatiga por parte del trabajador y tiempo perdido en esta operación.
- Gran demora en el desagüe de los tanques.
- Demora en el desagüe final del deslode (mina húmeda)
- Falta de mantenimiento de la maquinaria.
- Demoras innecesarias causadas por deterioro en la maquinaria.
- Falta de zona adecuada para almacenamiento del producto final con porcentaje de fosforo del 35%

#### 4.4.1.2. *Falencias en el proceso de secado*

Observando los resultados del análisis de métodos y descripción en los procesos es de vital importancia atender los siguientes aspectos:

- Falta de mantenimiento en la maquinaria, esto produce un mal estado del producto final.
- El material a ser secado llega en un estado inadecuado al proceso, esto produce demoras y tiempos perdidos en la producción.
- Se observa una pérdida de tiempo con respecto al proceso del fortifoscal con 30% de pureza, el cual se pasa a los molinos en el mismo estado que sale de los hornos, sin embargo, se observa que gran parte de este material puede almacenarse con un estado adecuado sin la necesidad de ser pasada a los molinos a ser tratada.
- Desperdicio de material por los ductos de los hornos, gran cantidad del material se estaca por los ductos que hay en los hornos, provocando grandes pérdidas de material y enfermedades respiratorias a los trabajadores.
- Falta de organización con respecto a los cargadores, se observa la deficiencia de la cantidad de cargadores dentro del proceso.

## 4.4.2. Propuestas de mejora

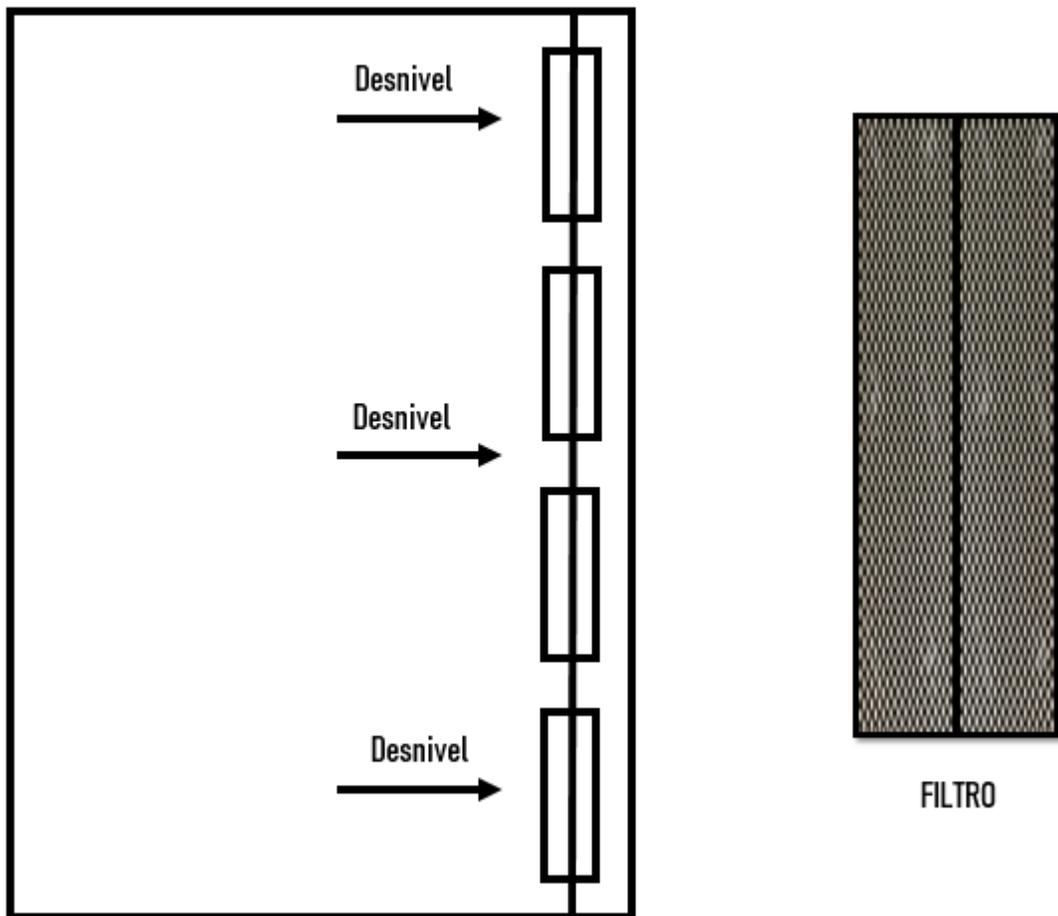
### 4.4.2.1. *Propuestas deslode*

- Determinar almacenamientos específicos para las rocas desechadas en la rampa dentro del proceso de deslode. Este debe ser específicamente para este material, se estima una ubicación adecuada en la parte izquierda de la rampa de deslode la cual tiene un acceso adecuado para los cargadores.
- Mantenimiento preventivo en la maquinaria para evitar desgaste y desperdicios en las mismas, cambios en máquinas ineficientes, es importante el buen funcionamiento del deslode, ya que es considerado como un proceso primario en el que se basa la producción y la cantidad de producto final, un adecuado funcionamiento de este representa el cumplir a cabalidad con la demanda y una mayor oferta de roca fosforica de 35, 30 y 25%.
- Con el nuevo almacenamiento en la rampa del deslode se estima una distancia más corta, disminución en el tiempo de transporte del trabajador ubicado en el centro de trabajo de la zaranda 1, menos fatiga y más rendimiento en esta área del proceso.
- Agregar un nuevo proceso antes del almacenamiento de los lodos, lo cual proporcione un desagüe más rápido y eficiente, este consiste en filtrar el material antes de pasar a los tanques, estos filtros deben ir ubicados en forma descendente en contenedores de concreto con filtros en la parte inferior del contenedor, después de (1 – 2) días allí se debe pasar a zona de almacenamiento, esto consiste en una rampa de concreto con muro de contención de 30 cm, la rampa debe contener sus desagües y filtros adecuados, el muro sin embargo es de vital importancia para evitar el despliegue y pérdida del material. Esto se debe realizar para parte final de los lodos de (35, 30 y 25) %.
- Mantener un orden estipulado dentro del mantenimiento y situación actual del proceso para evitar pérdidas de tiempo innecesarias y procurar mantener una solución óptima en caso de daños.

- Obtener un control eficiente con respecto al material que entra y sale del sistema, con jornadas de carga y evacuación estipuladas y organizadas de modo de evitar pérdidas de tiempo y pausas en el proceso.

***Filtro zona final deslode.***

**Ilustración 27 zona de filtro propuesta**



Elaboración: autor

Realizar una superficie para almacenamiento del material, delimitado por un pequeño muro en ladrillo para evitar desperdicios o pérdida del material,

determinar una zona de filtros en la parte superior derecha del área de almacenamiento de la mina húmeda del 35 una zona de filtros, para facilitar el flujo de agua que sale del material con una respectiva caída hacia esta zona donde se utilizará malla N° 100 - 120, de esta manera el material se logra fraguar de manera más rápida.

El agua será dirigida por unos ductos los cuales van a caer a las piscinas donde se recolecta el agua y ser reutilizada.

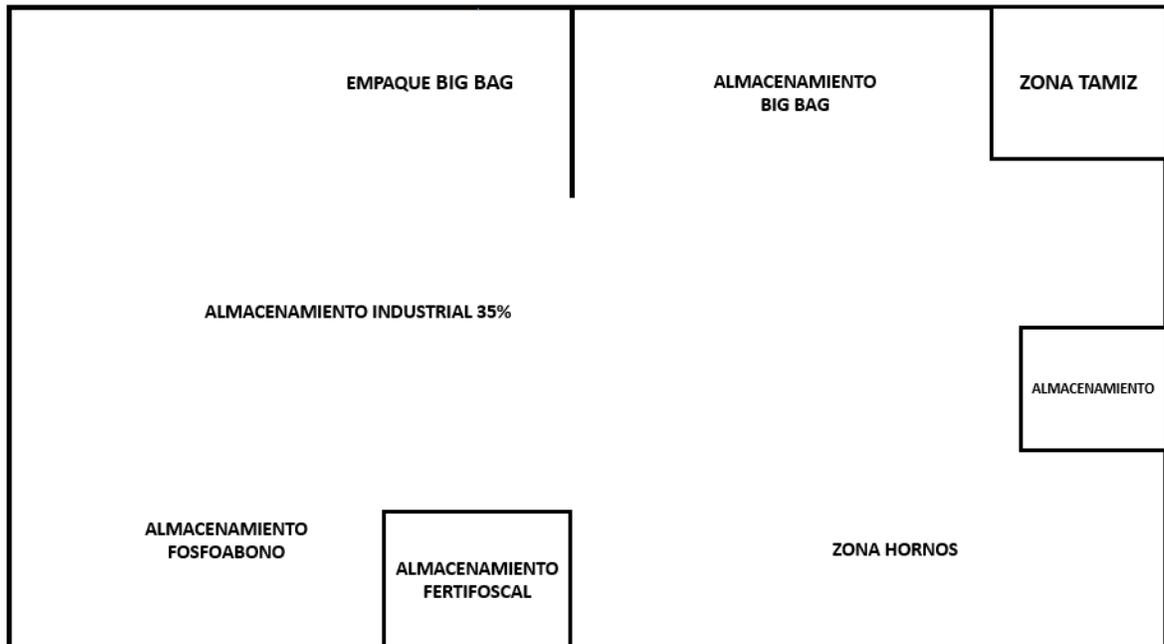
#### 4.4.2.2. *Propuestas de mejora en secado*

Las siguientes recomendaciones hacen referencia a las falencias detectadas con el estudio de métodos anteriormente realizado:

- Realizar un programa de mantenimiento preventivo en las maquinas, para desarrollar soluciones efectivas sobre el mal estado del producto al finalizar el proceso, las observaciones deben ir en un orden especifico según fecha y estado actual de la maquinaria de igual manera soluciones oportunas al presentarse algún tipo de falencias.
- Realizar procesos de fraguar el agua en el material con el fin de obtener un material en el estado indicado para ser procesado, se recomienda un manejo adecuado en el material según los pedidos establecidos, un control indicado entre materiales y producto final.
- Organizar y determinar una distribución de planta que satisfaga las necesidades del proceso de fertifoscal, con la prioridad de establecer un proceso de cernido antes de moler el material y de esta manera lograr separar este y almacenar el que se encuentra con las dimensiones adecuadas.
- Establecer ductos que recupere el material que se desperdicia, ajustar el proceso con mejora en la maquinaria, al recuperar el material que se determina como perdido se deduce un aumento en la producción.
- Organizar de forma adecuada las actividades de los cargadores con el fin de mantener un mejor control en el proceso, estableciendo horarios de carga, evacuación, entre otros.

## **Propuesta área de tamiz, fertifoscal 30%**

**Ilustración 28 area de tamiz propuesta**



**Elaboración: autor**

Actualmente en el proceso se procede a recolectar el material saliente de los hornos y se pasa por el molino para al finalizar ser almacenado en su bodega.

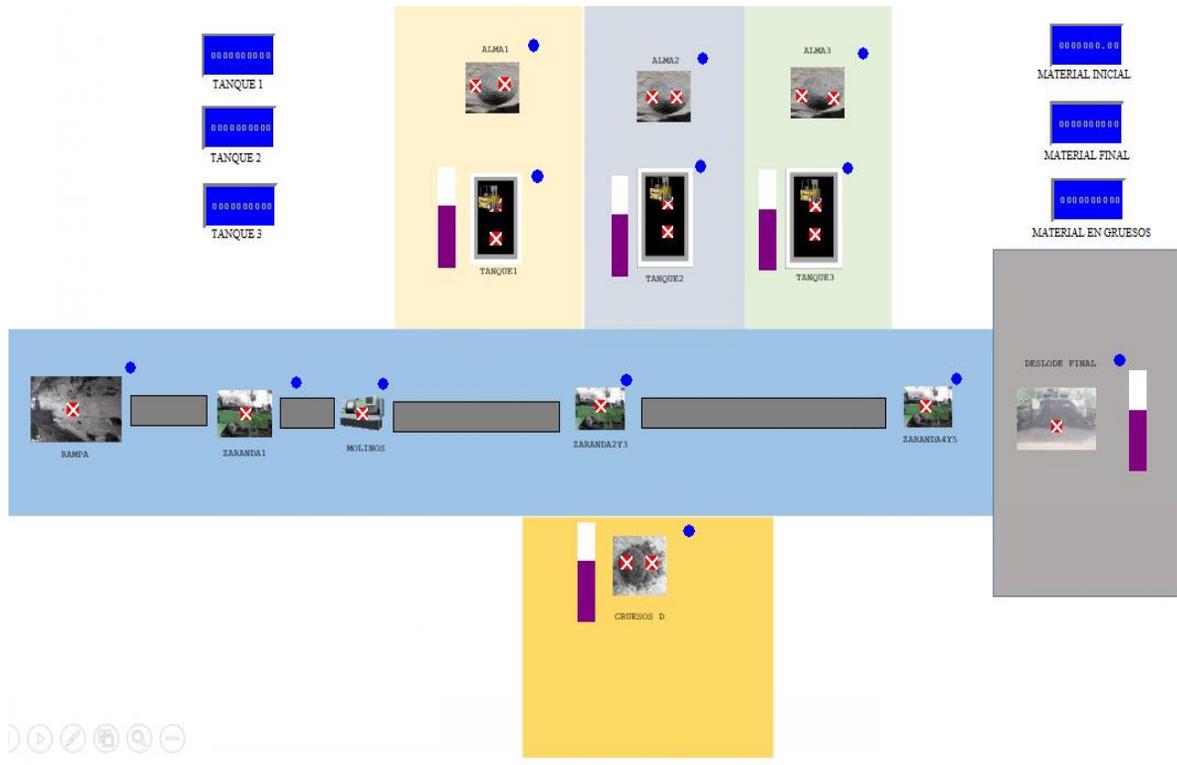
Con la propuesta se quiere favorecer al proceso aumentando su rendimiento al pasar por el tamiz y almacenar el material, esto disminuye el tiempo del proceso y se puede llegar a recuperar material muy fino que se desperdicia dentro del proceso.

La propuesta dentro del proceso del fertifoscal del 30%, se dirige a realizar un área de tamiz el cual se encargará de dividir el material y agilizar el proceso ya que solo la parte irregular y con mayor dimensión pasará a los molinos y se almacenará el que mantenga las dimensiones óptimas.

### 4.4.3. Verificación de mejoras por simulación

#### 4.4.3.1. Deslode

Ilustración 29 Simulación deslode



Elaboración: autor software ProModel

Según la ilustración 29 se puede observar la correspondiente simulación al proceso del deslode donde se pueden observar las locaciones y la distribución según las propuestas de mejora.

## I. Resumen entidades

**Tabla 36 resumen entidades**

Nombre	Total Salidas	Cantidad actual En Sistema	Tiempo En Sistema Promedio (Min)	Tiempo En lógica de movimiento Promedio (Min)	Tiempo Esperando Promedio (Min)	Tiempo En Operación Promedio (Min)	Tiempo de Bloqueo Promedio (Min)
GRUESOS	232	0	21625,22	4,294	0	1,754	21619,18
LODOS 30	1303	0	21671,22	4,615761	0	0,638	21665,96
LODOS 28	1086	0	21517,43	4,762769	0	1,754	21510,92
LODOS 25	1480	0	21927,98	5,002805	0	2,838	21920,14
MINA 35	6834	3	21641,67	4,394	0	26,755	21610,52
MINA	0	18337	0	0	0	0	0

Elaboración: autor software ProModel

**Ilustración 30 resumen entidades**



Elaboración: autor software ProModel

En la tabla 36 se observa que la cantidad total mensual 10935 toneladas

Teniendo en cuenta los estudios realizados

en una hora se deslodian 13,5ton

En un mes

$$13,5\text{ton/h} \times 720 \text{ h/mes} = 9720 \text{ ton/mes}$$

teniendo en cuenta la simulación en un mes se deslodian 10935 ton/, se observa un aumento de 1215 ton

aproximadamente del 11,11 %

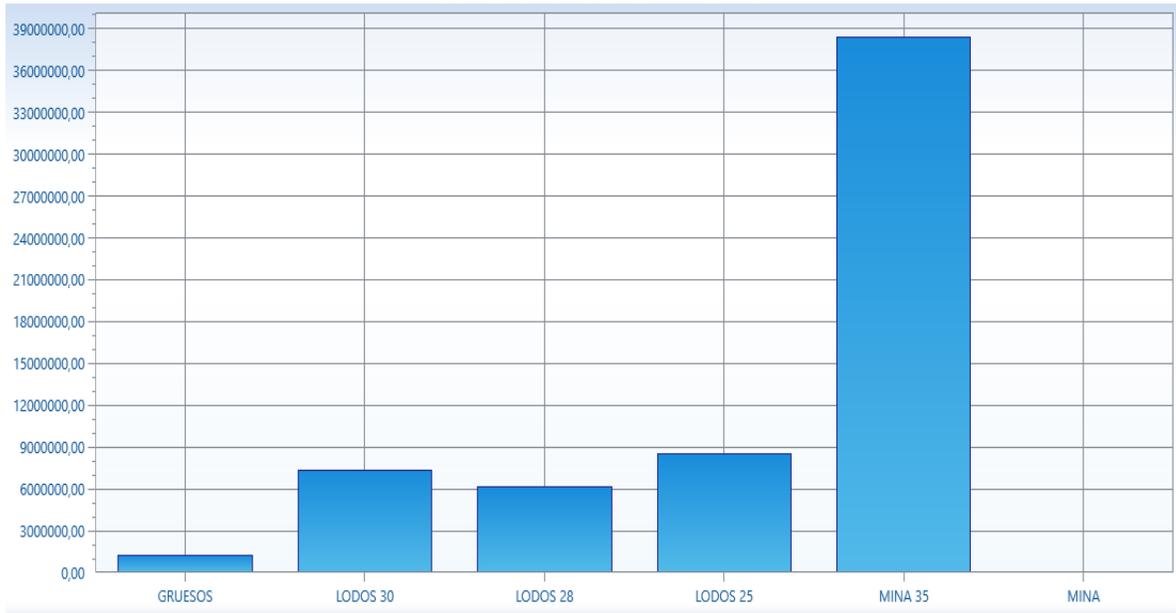
## II. costes entidades

**Tabla 37 costes entidades**

Nombre	Salidas Explícitas	Total Costo	% Costo Total
GRUESOS	232	1294251	2,091008
LODOS 30	1303	7407556	11,96774
LODOS 28	1086	6217441	10,04497
LODOS 25	1480	8566858	13,84072
MINA 35	6834	38409931	62,05556
MINA	0	0	0

Elaboración: autor software ProModel

**Ilustración 31 costes entidades**



**Elaboración: autor software ProModel**

Se puede observar en la tabla 37 que las entidades que más costo consumen en la de mina húmeda por la actividad que presenta dentro del proceso y teniendo en cuenta el costo de la mina en bruto necesaria

### III. Resumen locaciones

**Tabla 38 resumen locaciones**

Nombre	Tiempo Programa do (Min)	Capacidad	Total Entradas	Tiempo Por entrada Promedio (Min)	Contenido Promedio	Contenido Máximo	Contenido Actual	% Utilización
RAMPA	43500,395	25000	29275	33949,840 49	22847,6 4	25000	18337	91,3905 8
ZARANDA1	43500,395	3	10937	0,167	0,04198 8	1	0	1,39958 8
MOLINOS	43500,395	7	9634	0,2	0,04429 4	1	0	0,63276 9
ZARANDA2 Y3	43500,395	3	9634	0,167	0,03698 5	1	0	1,23284 6
ZARANDA4 Y5	43500,395	3	8316	0,167	0,03192 6	1	0	1,06418 3
GRUESOS D	43500,395	17	232	0,083	0,00044 3	1	0	0,00260 4
TANQUE2	43500,395	144	1086	0,3337688 77	0,00833 3	1	0	0,00578 7
TANQUE3	43500,395	54	1480	0,3708054 05	0,01261 6	1	0	0,02336 3
DESLODE FINAL	43500,395	23000	6836	23,996695 44	3,77103 3	7	2	0,01639 6
ALMA1	43500,395	120000	1303	0	0	1	0	0
ALMA2	43500,395	132000	1086	0	0	1	0	0
ALMA3	43500,395	142000	1480	0	0	1	0	0
DUCTO1	43500,395	6	10937	0,288	0,07241	1	0	0,58936 9
DUCTO2	43500,395	8	9634	0,197	0,04362 9	1	0	0,49259 8
DUCTO3	43500,395	6	9634	0,552	0,12225 1	1	0	0,45039 6
DUCTO4	43500,395	18	8316	0,917	0,17530 4	1	0	0,43825 9
TANQUE1	43500,395	42	1303	0,3937613 2	0,01179 5	1	0	0,02808 2

Elaboración: autor software ProModel

Se logra observar en la tabla 38 que la locación de mayor actividad es la de rampa ya que allí es donde se realiza el trabajo duro de remover la tierra agregar el agua y partir los terrones de mina, esto implica la utilización de recurso humano y por lo tanto donde se realiza la mayor utilización

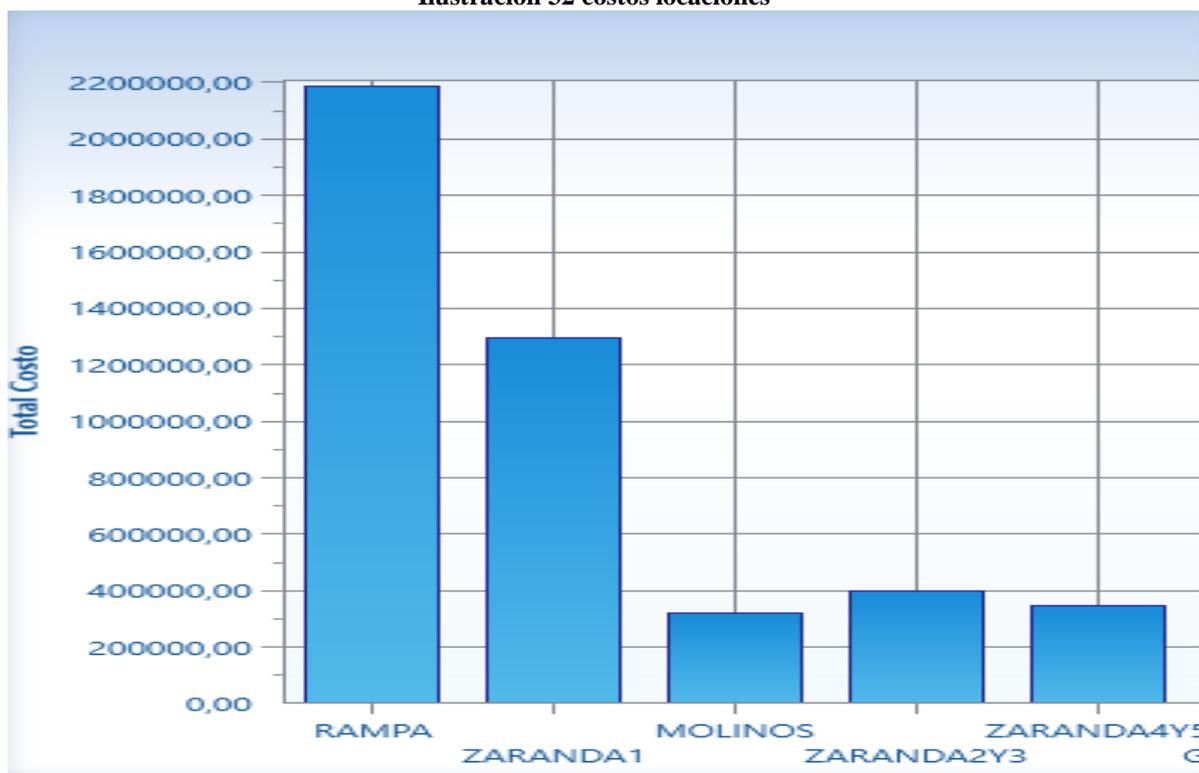
#### IV. Costos locaciones

**Tabla 39 costes locaciones**

Escenario	Réplica	Período	Nombre	Costo de Operación	% Costo de Operación	Costo de Recursos	% Costo de Recursos	Total Costo	% Costo Total
Baselina	1	1	RAMPA	2187600	48,02531	0	0	2187600	48,02531
Baselina	1	1	ZARANDA1	1296952	28,47254	0	0	1296952	28,47254
Baselina	1	1	MOLINOS	321133,3	7,049976	0	0	321133,3	7,049976
Baselina	1	1	ZARANDA2Y3	402219,5	8,830095	0	0	402219,5	8,830095
Baselina	1	1	ZARANDA4Y5	347193	7,622075	0	0	347193	7,622075

Elaboración: autor software ProModel

**Ilustración 32 costos locaciones**

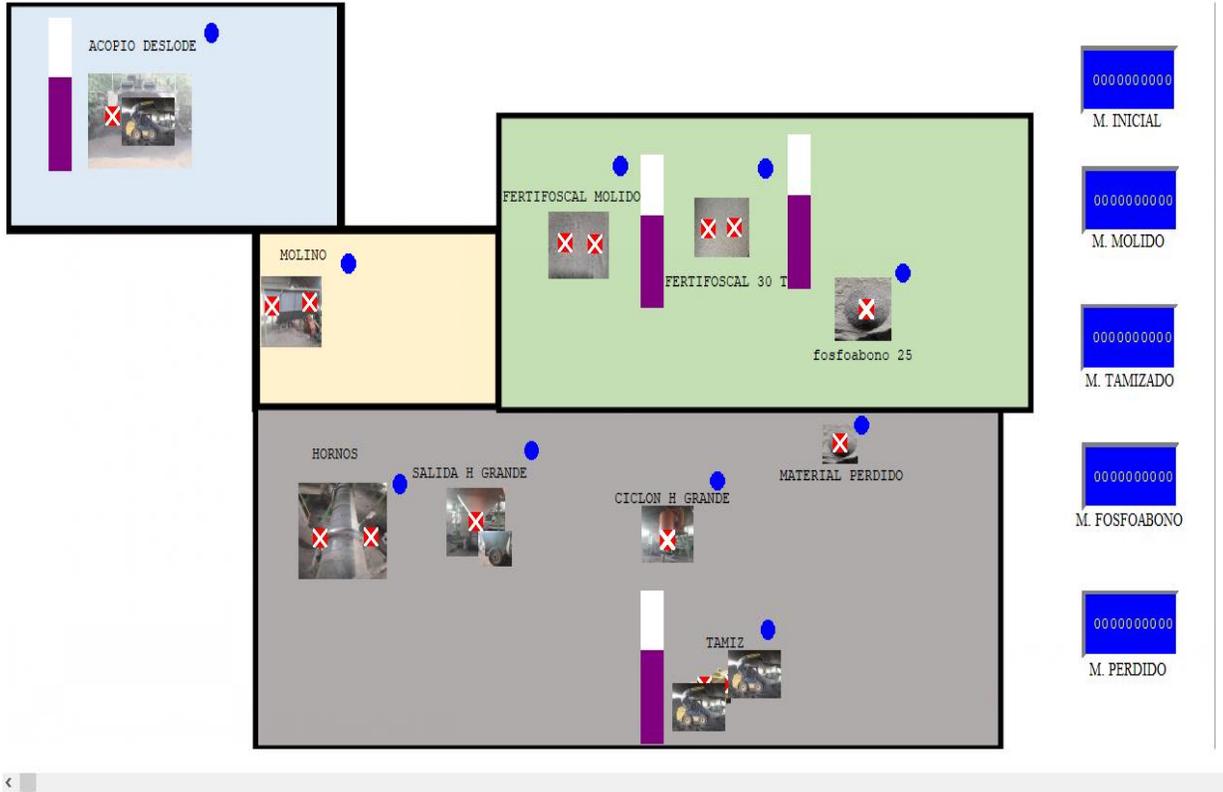


**Elaboración: autor software ProModel**

Según la tabla 39 Los costos de locaciones esta denotada como mayor el de la rampa gracias a que esta locación tiene el valor de los 3 recursos humanos necesarios para el cumplimiento eficiente de la actividad, sin embargo, las locaciones siguientes contienen el valor de agua y energía, que es lo necesario para un buen funcionamiento

#### 4.4.3.2. Secado fertifoscal

Ilustración 33 simulación secado fertifoscal



Elaboración: autor software ProModel

En la ilustración 33 se puede observar la simulación correspondiente al proceso de secado para fertifoscal con 30% de fosforo, teniendo en cuenta las propuestas de mejora realizadas, allí encontramos una distribución con respecto a la asignación de un tamiz que ayude a separar el material fácilmente y sin gastos de recursos como energía y recurso humano adicional, esto aumentando la producción y disminuyendo los costes

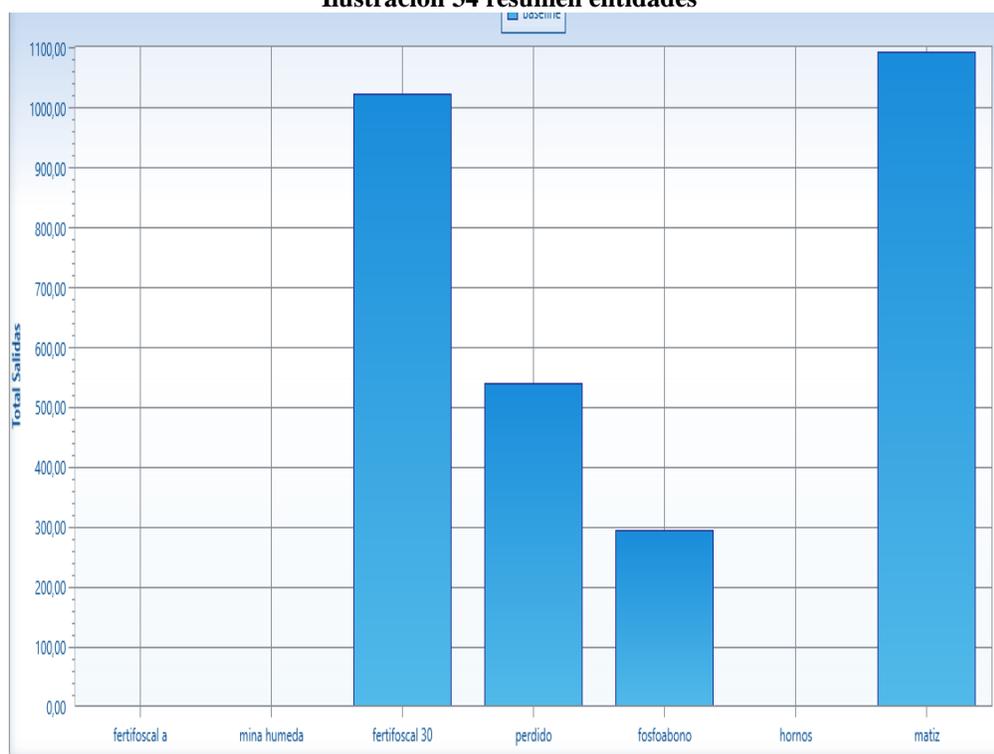
## I. Resumen entidades

**Tabla 40 resumen entidades**

Nombre	Total Salidas	Cantidad actual En Sistema	Tiempo En Sistema Promedio (Min)	Tiempo En lógica de movimiento Promedio (Min)	Tiempo Esperando Promedio (Min)	Tiempo En Operación Promedio (Min)	Tiempo de Bloqueo Promedio (Min)
fertifoscal a	0	1	0	0	0	0	0
mina humeda	0	766	0	0	0	0	0
fertifoscal 30	1024	0	9736,888	9693,888	0	43	0
perdido	540	0	9669,453	9615,453	0	54	0
fosfoabono	295	0	9736,732	9684,818	0	51	0,914508
hornos	0	2	0	0	0	0	0
matiz	1096	0	9797,024	9746,024	0	51	0

**Elaboración: autor software ProModel**

**Ilustración 34 resumen entidades**



**Elaboración: autor software ProModel**

Como logramos observar dentro de la tabla 40 se visualiza que la cantidad total de producto final está dado por:

- Fertifoscal molido: 1024 toneladas al mes
- Fertifoscal tamizado: 1096 toneladas al mes

En total se obtuvo 2120 toneladas al mes

Según los datos obtenidos en una hora se realizan 2,9 ton/h

$$2,9 \text{ ton/h} \times 720 \text{ h/mes} = 2088 \text{ ton/mes}$$

Aumento en 32 toneladas la producción en el mes

Al año serian 384 toneladas

Correspondiente a 1,5 % mensual

Anual el 18,11%

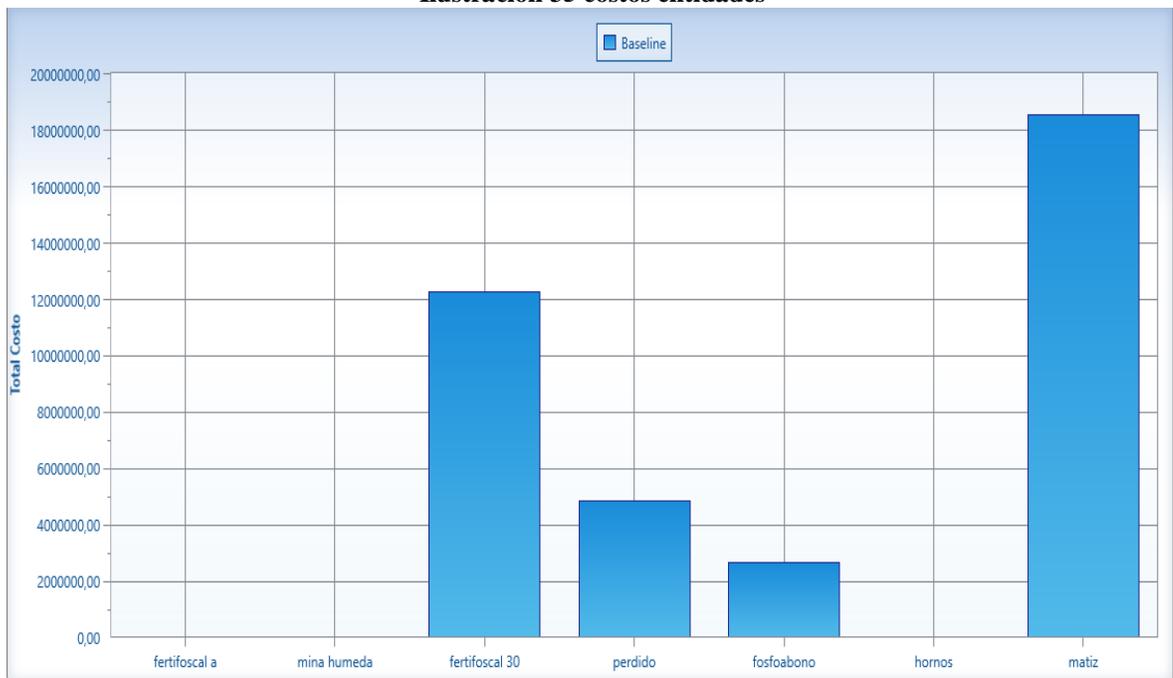
## II. costes entidades

Tabla 41 costos entidades

Nombre	Salidas Explícitas	Total Costo	% Costo Total
fertifoscal a	0	0	0
mina humeda	0	0	0
fertifoscal 30	1024	12282283	31,98007
perdido	540	4884255	12,71741
fosfoabono	295	2668250	6,947474
hornos	0	0	0
matiz	1096	18571263	48,35504

Elaboración: autor software ProModel

Ilustración 35 costos entidades



Elaboración: autor software ProModel

Para los costes en lo que se observa en la tabla 41 se observa que la entidad con mayor costo gracias al movimiento que obtiene es el del tamiz, asociando los costos de traslado y almacenamiento

### III. Resumen locaciones

**Tabla 42 resumen locaciones .**

Nombre	Tiempo Programado (Min)	Capacidad	Total Entradas	Tiempo Por entrada Promedio (Min)	Contenido Promedio	Contenido Máximo	Contenido Actual	% Utilización
ACOPIO DESLODE	43472	765	3724	8845,571	757,75	765	765	99,05228
HORNOS	43472	834	2959	13,99988	0,952927	1	1	0,11426
SALIDA H GRANDE	43472	65	2958	17,16267	1,167813	2	2	1,796636
CICLON H GRANDE	43472	74	836	7,319958	0,140768	2	1	0,190228
MOLINO	43472	543	1024	2	0,047111	1	0	0,008676
FERTIFOSCAL MOLIDO	43472	732	1024	2	0,047111	1	0	0,006436
TAMIZ	43472	125	2120	3,43466	0,167498	1	0	0,133999
FERTIFOSCAL 30 T	43472	56	1096	12	0,30254	1	0	0,540249
MATERIAL PERDIDO	43472	765	540	11	0,13664	1	0	0,017861
fosfoabono 25	43472	1	295	8	0,054288	1	0	5,428782

Elaboración: autor software ProModel

Como se observa en la tabla 43 en el proceso de secado de fertifoscal en el acopio es donde se observa mayor utilización ya que los movimientos aquí están dependiendo del material de arribo o llegada y en la distribución de esta hacia los hornos, donde empieza el proceso

#### IV. Costos locaciones

Tabla 43 costos locaciones

Nombre	Costo de Operación	% Costo de Operación	Costo de Recursos	% Costo de Recursos	Total Costo	% Costo Total
ACOPIO DESLODE	0	0	0	0	0	0
HORNOS	4831400	95,90932	21396200	66,5211	26227600	70,50051
SALIDA H GRANDE	0	0	0	0	0	0
CICLON H GRANDE	0	0	0	0	0	0
MOLINO	68266,67	1,355179	1058133	3,289752	1126400	3,027794
FERTIFOSCAL MOLIDO	0	0	0	0	0	0
TAMIZ	137800	2,735502	2915000	9,062777	3052800	8,20601
FERTIFOSCAL 30 T	0	0	6795200	21,12638	6795200	18,26568
MATERIAL PERDIDO	0	0	0	0	0	0
fosfoabono 25	0	0	0	0	0	0

Elaboración: autor software ProModel

Según la tabla 43 se determina que el costo de operación mensual es de 4.179.200 pesos/mensuales

Con los datos obtenidos se calcula que el costo de operación es de

$8900 \text{ pesos/h} \times 24 \text{ h/día} = 213600 \text{ pesos/día}$

$213600 \text{ pesos/día} \times 24 \text{ días} = 6.408.000 \text{ pesos/mes}$

Se establece una reducción de 2.228.800 pesos al mes

Correspondiente al 34,78%

## 5. CONCLUSIONES

- 5.2. Se logró dar diagnóstico actual a los procedimientos que componen la producción dentro de la empresa con el fin de establecer criterios de mejora, aportando una fundamentación acertada en cuanto a los métodos utilizados y los tiempos de operación. Estableciendo que la operación que mayor tiempo requiere es el llenado de los tanques, aunque estos no representan influencia dentro de la producción con respecto al producto insignia (fosfoindustrial del 35%), de igual manera el deslode es el proceso crítico dentro de la producción influyendo al final en la producción y determinando las bases de capacidad en el secado considerado con un tiempo base de 3,81 min la tonelada.
- 5.3. Se estandarizaron los procesos y sub-procesos en la empresa con el fin de aportar datos reales y otorgar información óptima de la producción, de esta manera saber los índices de rendimiento por operación y saber las falencias que impiden unas capacidades mayores. Determinando que el procedimiento crítico es el deslode ya que sin el material final de este proceso se debe detener de igual manera el proceso de secado, aportando pérdidas y falencias con respecto al material.
- 5.4. Se obtuvo las capacidades específicas de la producción estas aportando gran información con respecto a las metas de producción impuestas, aportando una herramienta confiable para próximos informes de producción, en los parámetros determinados se puede encontrar el material perdido, este va desde el 13% en los hornos.
- 5.5. Se propusieron mejoras con respecto a críticas constructivas en las diferentes áreas de producción de la empresa y para los productos finales, con el fin de otorgar mayor rendimiento y mayor producción. Al aplicar acertadamente y en el tiempo adecuado las mejoras recomendadas se garantiza un mejor rendimiento en los procedimientos que realiza la empresa a fin de incrementar la producción. Las mejoras propuestas se realizaron en base a falencias observadas, estas aplicadas e la parte de filtros en el deslode, mejor almacenamiento e inclusión y modificación de actividades dentro de la producción.

## **6. RECOMENDACIONES**

- 6.1. Dar seguimiento continuo a las diferentes áreas de producción, con respecto a cada corte de explotación para obtener datos actuales, teniendo en cuenta que en cada corte los rendimientos del material son diferentes, según las concentraciones de fosforo que se obtengan.
  
- 6.2. Establecer una ruta de seguimiento continuo a las operaciones para consolidar los cambios en las capacidades del material, gracias a las variaciones que se pueden llegar a cabo por parte de la composición del material de explotación

## 7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Camelo, M. (2010). Desarrollo tecnológico de un biofertilizante con base en la bacteria diazotrófica *Azotobacter chroococcum* ., 1–47.
- Cardona Marquez, M. J. (2016). Mejoramiento del tiempo de operación en procesos de ensamble bimanual basado en técnicas de optimización computacional, 107.  
Retrieved from <http://www.bdigital.unal.edu.co/53949/>
- Contrato, C. R. U. C. (2018). Roca Fosfórica.
- FAO. (2007). *Utilización de las rocas fosfóricas para una agricultura sostenible. Boletín FAO Fertilizantes y Nutrición Vegetal* (Vol. 13). Retrieved from <http://www.fao.org/3/a-y5053s.pdf>
- Gonzales, J. O. (2014). Nacimiento y desarrollo del estudio de tiempos y el estudio de métodos
- Kanawaty, G. (1995). *Introducción al Estudio del Trabajo. Cuarta Edición (Revisada)*. Retrieved from <https://teacherke.files.wordpress.com/2010/09/introduccion-al-estudio-del-trabajo-oit.pdf>
- Las, L. D. E., Fosforicas, R., & Su, P. (2008). Minerales Zeol{í}ticos.
- Sladogna, M. G. (2017). PRODUCTIVIDAD- DEFINICIONES Y PERSPECTIVAS.