

Universidad Rafael Landívar
Facultad de Ingeniería
Ingeniería Industrial

**“RECICLAJE DEL AGUA Y DE LOS LODOS
DERIVADOS DEL PROCESO DE PULIDO DE
PISO DE GRANITO”**

T E S I S

Presentada al Consejo de la
Facultad de Ingeniería de la
Universidad Rafael Landívar

Por:

ANA LUISA CACACHO CHEW

Previo a conferírsele el título de:

INGENIERA INDUSTRIAL

En el grado académico de

L I C E N C I A D A

Guatemala, mayo de 2,000.



Universidad Rafael Landívar
Facultad de Ingeniería

Reg. No. CON-1609-00

NOTIFICACIÓN

A: Señorita
ANA LUISA CACACHO CHEW (44623-92)
Estudiante

DE: Ingeniero
Carlos Alvarado Galindo
Secretario Facultad de Ingeniería

FECHA: 19 de mayo de 2000

Para su conocimiento y efectos, transcribo a Ud. el punto **DÉCIMOSEXTO** del acta 08-2000 correspondiente a la sesión del Consejo de la Facultad de Ingeniería de esta Universidad celebrada el 18 de mayo de 2000, el cual literalmente dice:

“**DÉCIMOSEXTO:** El Consejo de Facultad autorizó la impresión del informe final del Trabajo de Tesis siguiente:

Estudiante: ANA LUISA CACACHO CHEW (44623-92)

Carrera: INGENIERÍA INDUSTRIAL

Tema: “**EL RECICLAJE DEL AGUA Y DE LOS LODOS DERIVADOS DEL PISO DE GRANITO**”.

Atentamente,

c.c. Archivo
Ing. Jorge Lavarreda/DECANO
Expedientes

Universidad Rafael Landívar
Facultad de Ingeniería
Ingeniería Industrial

Guatemala, 9 de noviembre de 1999

Señores Consejo de Facultad de Ingeniería
Ing. Jorge Nadalini
Director de Escuela Ingeniería Industrial
Campus Central

Estimado Ingeniero Nadalini:

Tengo el agrado de informarle que he concluido el asesoramiento y revisión del documento final de trabajo de tesis de la estudiante Ana Luisa Cacacho Chew (carné 44623-92), titulado: "RECICLAJE DEL AGUA Y DE LOS LODOS DERIVADOS DEL PROCESO DE PULIDO DE PISO DE GRANITO".

Considerando que el presente trabajo llena con todos los requisitos de una tesis de grado y que además constituye un aporte para todas las fábricas de piso y para la eliminación de la contaminación ambiental en estos tipos de procesos, reconociendo su aprobación.

Atentamente,



Ing. Luis Alfonso Díaz Valle

AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD RAFAEL LANDIVAR

Rector:	Lic. Gonzalo de Villa y Vásquez, S.J.
Vicerrector General:	Licda. Guillermina Herrera Peña
Vicerrector Académico:	Dr. Charles J. Beime, S.J.
Vicerrector Administrativo:	Lic. Jorge Arauz Aguilar
Secretario General:	Lic. Renzo Lautaro Rosal
Director Financiero:	Ing. Carlos Vela Schhippers
Director Administrativo:	Arq. Víctor Paniagua
Subdirector Administrativo:	Arq. Mario Humberto Gabriel

AUTORIDADES DE LA FACULTAD DE INGENIERIA

Decano:	Ing. Jorge Lavarreda Grotewold
Vicedecano:	Ing. Federico Salazar Rodríguez
Secretario:	Ing. Carlos Alvarado Galindo
Director del Departamento de Ingeniería Industrial:	Ing. Jorge Edgar Nadalini Lemus
Director del Departamento de Ingeniería Mecánica Industrial:	Ing. Rodolfo Guerra Tezen
Director del Departamento de Ingeniería Civil Administrativa:	Ing. José Carlos Gil Rodríguez
Director del Departamento de Ingeniería Química Industrial:	Ing. Luis Vicente Chávez de León
Director del Departamento de Ingeniería de Informática y Sistemas:	Ing. Mario Enrique Sosa Castillo
Coordinador de Carreras Técnicas:	Ing. Carlos Alvarado
Representante de Catedráticos:	Ing. Karin Paz Abdo Ing. Eduardo Barrios Bathen
Representante Estudiantil:	Br. Yara Argueta Br. Mario Montenegro
Asesor de Tesis:	Ing. Luis Alfonso Díaz Valle

AGRADECIMIENTOS

A DIOS: Por haberme dado la vida y brindarme la oportunidad de adquirir todos estos conocimientos .

A LA VIRGEN MARIA: Gracias Madre por acompañarme y ayudarme en este caminar.

A MIS PADRES: Por todos sus esfuerzos, amor y sobre todo por guiarme para poder llegar a alcanzar mis sueños.

A MI ESPOSO: Por todo tu amor y apoyo. pero sobre todo por enseñarme que la vida es maravillosa. Te Amo.

A MI HIJA: Por que todos mis esfuerzos son para ti y tus futuros hermanitos.

A MIS HERMANAS: Por compartir conmigo los sueños e ilusiones y convencerme que se pueden lograr.

A MIS COMPAÑEROS AMIGOS Y MAESTROS:
Por compartir conmigo el camino del conocimiento.

Finalmente gracias a todas las personas que de una u otra manera me ayudaron a volver este sueño realidad.

INDICE

INTRODUCCION

1,1 INTRODUCCION.....	2
1,2 LO ESCRITO SOBRE EL TEMA EN GUATEMALA.....	3
1,3 MARCO TEORICO.....	4
1.3.1 TRATAMIENTO DE AGUAS DE PROCESOS Y DE DESECHOS INDUSTRIALES.....	6
1.3.2 METODOS DE DISPOSICION FINAL DE LOS DESECHOS SOLIDOS.....	8
1.3.3 PRODUCTIVIDAD.....	10
1.3.4 RENTABILIDAD.....	10
1.3.5 DIAGRAMA DE PROCESO.....	11

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

2,1 OBJETIVOS	14
2,2 HIPOTESIS	14
2,3 VARIABLES	15
2,4 DEFINICION DE VARIABLES.....	15
2,5 ALCANCES Y LIMITACIONES.....	16
2,6 APORTE	16

I. METODO

3,1 SUJETOS	18
3,2 INSTRUMENTOS.....	18
3,3 PROCEDIMIENTOS.....	19
3,4 DISEÑO EXPERIMENTAL.....	19

V. RESULTADOS

4,1 RESUMEN ORGANIZADO DE DATOS.....	21
4.1.1 DATOS GENERALES DE LA EMPRESA.....	21
4.1.2 FODA	21
4,2 DATOS GENERALES SOBRE EL PISO	22
4.2.1 MATERIALES	22
4,3 EL PROCESO	25
DIAGRAMA DE OPERACIONES DEL PISO	27
4.3.1 DESCRIPCION DEL PROCESO.....	29
4.3.2 PROCESO DE FABRICACION.....	30
4.3.3 MEZCLA PARA LA CARA VISTA.....	30
4.3.4 MORTERO Y PRENSADO.....	31
4.3.5 FORMADO Y PRENSADO.....	31
4.3.6 CURADO.....	32
4.3.7 PULIDO Y ACABADO DEL MATERIAL.....	32

4,4	EXTRACCION Y ANALISIS DE MUESTRAS.....	33
4.4.1	ANALIS DEL AGUA.....	33
	TABLA DE SEDIMENTACION.....	34
	GRAFICA DE SEDIMENTACION.....	35
4.4.2	ANALISIS DE LOS LODOS.....	36
4,5	ANALISIS DE RESULTADOS.....	36
	TABLA DE PRUEBA DE RESISTENCIA DE LOS LODOS.....	37
I.	DISCUSIONES	
5,1	CONFRONTACION DE RESULTADOS.....	39
5,2	DISCUSION DE RESULTADOS.....	39
5,3	DIAGRAMA ACTUAL DEL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES.....	40
5,4	DIAGRAMA PROPUESTO DE RECICLAJE DEL AGUA Y LODOS.....	41
5,6	DISEÑO DE SEDIMENTADORES.....	42
5,7	TANQUE SEDIMENTADOR.....	43
VI.	CONCLUSIONES	
6,1	CONCLUSIONES.....	49
VII	RECOMENDACIONES	
7,1	RECOMENDACIONES.....	51
VII	GLOSARIO	
8,1	GLOSARIO.....	53
IX.	REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	55
X.	ANEXOS	59

I. INTRODUCCION

1.1 INTRODUCCION

Guatemala es un país rico en recursos naturales; sin embargo, los problemas ambientales se han acrecentado paulatinamente debido al gran desarrollo industrial, los cambios que se han generado en el mundo a nivel económico, político y social, están llevando a los empresarios y estudiantes a tomar acción con respecto al impacto ambiental que pueden generar los procesos productivos.

El presente trabajo es un rediseño del proceso del tratamiento de agua para los desechos de los lodos generados en una fábrica de piso de granito; para ello se analizará el proceso actual en una fábrica que tiene aproximadamente 20 años de trabajar dentro de nuestro país.

Entre los problemas que van analizarse es la forma en que se desechan actualmente los lodos, las características físicas y químicas que contiene, el análisis de la contaminación que generan estos productos y la forma más viable en que se pueden eliminar los desechos para optimizar la utilización de los mismos; además, se elaborará una propuesta de la forma de reciclar los mismos. De las aproximadamente diez fábricas que existen en Guatemala ninguna reprocesa este lodo generado de la fabricación del piso; sin embargo, La Comisión Nacional del Medio Ambiente ha recomendado el análisis de los residuos de los mismos y solventarlo a través del reciclaje de estos subproductos.

Se estudiara la reducción de costos de fabricación por la reutilización de los lodos, lo que permitiría recuperar la inversión en menos tiempo, aumentando así la productividad de la empresa.

Para llevar a cabo este mejoramiento se utilizarán los conocimientos adquiridos en los cursos de Ingeniería y medio ambiente, Química, Ingeniería de Plantas, Manufactura de Clase Mundial, Ingeniería Económica, Resistencia de Materiales e Ingeniería de Métodos. Las herramientas a utilizar son Diagrama de Recorrido de los Materiales, Pruebas Físicas y Análisis Físicoquímicos.

El objetivo básico de la investigación será el disminuir la cantidad de contaminantes que se generan dentro de la Industria de Pisos e implementar nuevas tecnologías para mantener y preservar la vida, la sociedad y la industria en general, aprovechando eficientemente el uso de todos los recursos, para que éstos sean herencia de nuevas generaciones. Para cumplir con lo mencionado se elaborarán análisis y pruebas de los lodos los cuales determinaran las acciones a tomar y luego, con esos datos, se procederá a hacer los procedimientos para el rediseño de los procedimiento actual y finalmente el diagrama de la distribución de tuberías y residuos.

1.2 LO ESCRITO SOBRE EL TEMA EN GUATEMALA

Lo escrito en Guatemala, acerca del tema es muy poco ya que se inició el interés acerca del medio ambiente y la optimización de residuos unos años antes de la elaboración y el decreto 60-89 que fue en 1989; a partir de esta fecha la Comisión Nacional del Medio Ambiente junto con empresas nacionales han elaborado diseños que permiten el Tratamiento de Agua Efectivo haciendo de esto un inicio que permite prepararnos para la globalización. A continuación se presenta lo que se pudo recabar:

- Robles Agnew S. (1979) en su Tesis: " Estudio Preliminar del Tratamiento de las Aguas de Lavado de Café con Jacinto de Agua", su objetivo es determinar la forma en que se ha explorado el uso de procesos convencionales de agua, procesos químicos, procesos de fermentación aeróbica mediante el cultivo de hongos imperfectos y levadura para el tratamiento de agua. Indica que uno de los más populares es el uso de lagunas de evaporación. Por otro lado, llega a la conclusión en que los jacintos de agua son capaces de medrar en aguas de lavado de café y de reducir su carga de contaminantes expresada como demanda química de oxígeno y que los sólidos suspendidos en las aguas de lavado de café requieren de floculantes para sedimentar en un período razonable.
- Samuels Milson S. (1979) en su Tesis: " Uso de Polielectrolitos Como Auxiliares de la Coagulación en la Planta de Tratamiento de Agua de " Lo De Coy " ". Su propósito fue plantear la forma en que se pueden tratar las aguas por medio de sedimentación y cómo el análisis microbiológico que contiene el agua que trae las vertientes naturales. Muestra cómo y qué tipo de agua se puede utilizar sanitariamente y qué costos se manejan para poderlo alcanzar. Concluyó que la mayor cantidad de resultados obtenidos, muestran que es más económico dosificar con 2mg/lit de polielectrolitos, mas de dosis necesaria de sulfato de aluminio para cualquier turbidez de agua cruda.
- La Comisión Nacional del Medio Ambiente en su Reglamento de Requisitos Mínimos y sus Límites Máximos Permisibles de Contaminación para la descarga de Aguas Servidas, da la información completa acerca de las normas y forma en que cada industria debe manejar el agua y los tipos de desechos brindando los límites permisibles de contaminación. (1989)
- Instituto Centroamericano de Investigación y Tecnología Industrial. PROGRAMA DE ESTUDIOS AMBIENTALES (PEA)(1996). Tiene como objetivo explicar las ideas claves acerca del manejo de vertientes y qué instrumentos son utilizados a nivel industrial para evitar la contaminación ambiental; en él se explican muchos de los tratados internacionales y cómo éstos se han involucrado con la problemática actual acerca de la optimización de recursos. Se concluye que el buen manejo de los desechos de la industria permite aumentar la productividad. Incluye una pequeña explicación de lo que son las auditorías ambientales y la norma ISO 14,000.

- "Desarrollos y Aplicaciones de la Biotecnología". (ICAITI 1996). Es una conferencia de la Biotecnología Ambiental y el Procesamiento Limpio", desarrollado por Carlos, E. Rolz. Tiene como objetivo describir los sistemas de tratamiento de afluentes más comunes para su aplicación al final del tubo y que fines tiene en la optimización de materiales.

1.4 MARCO TEORICO

Los problemas ambientales se han acrecentado paulatinamente; el proceso de Urbanización ha avanzado aceleradamente. Guatemala crece a un ritmo muy superior a las posibilidades que tiene para dotarla de una infraestructura, servicios y fuentes de trabajo; es por ello de suma importancia que alcancemos los estándares ambientales y optimizar los recursos con los que contamos. La contaminación industrial, que afecta las aguas, suelos y aire, es un fenómeno que se ha extendido prácticamente a toda la región.

Hace falta una mayor eficiencia en el uso de los recursos, lo que se logra con una gestión ambiental más racional y prudente, que reconozca la diversidad natural y sociocultural. Urge establecer un verdadero proceso de selección de sistemas tecnológicos que se utilicen para la explotación de los desechos industriales.

La generación de residuos es considerada parte esencial de todo proceso de transformación, incluyendo el mecanismo más sofisticado como lo es el del hombre. La cantidad y características de los desechos es función de lo que se alimenta, el proceso en sí y su eficiencia. Desde este punto de vista existe una conveniencia evidente el reducir los residuos, ya que procesos, con menos residuos, significan mejor utilización de las materias primas y menos costo para deshacerse de ellos.

Se considera que un enfoque realista y que constituye una meta alcanzable es el que se refiere a las medidas y tecnologías que la industria puede llevar a cabo para minimizar sus descargas. Con el objeto de cumplir la normativa ambiental se presenta a continuación algunos conceptos que permiten saber bajo qué estándares legislativos se debe manejar nuestra industria que en este momento se considera que deben ser parte del desempeño administrativo de la empresa.

El Ing. Víctor Arias, es el encargado del manejo de aguas servidas en CONAMA, quien informó respecto a esta problemática y los daños que ocasiona el depositar este tipo de lodo en los barrancos y los efectos, a largo plazo, que genera en cualquier tipo de vertiente.

Compromisos Ambientales:

- A. La administración ambiental debería incluir no sólo las estrategias de control de la contaminación, debería llegar a ser un sistema integrado de responsabilidades del ciclo de vida del producto.
- B. Las metas ambientales cuantificables deben ser establecidas y deben ser parte del desempeño administrativo de la empresa.
- C. La filosofía de prevención de la contaminación debe involucrar a todo el personal y mejoramiento del ambiente ser parte de sus responsabilidades.
- D. El mejoramiento de los procesos y minimización de los desperdicios deberían ser uno de los principales puntos de dirección del esfuerzo.
- E. La seguridad y protección ambiental deberían estar integrada en productos y procesos.
- F. Los empleados deben ser informados de los progresos realizados para el mejoramiento del ambiente.

Estudio de Impacto Ambiental

Es un procedimiento que se debe realizar como parte de las acciones previas al desarrollo de un proyecto. Por esta razón es predictivo, basado en la experiencia del consultores, estimaciones, modelamiento, conocimiento de situaciones similares, etc.

Minimización de Residuos:

Se refiere a las acciones que se emprenden sobre residuos que han sido generados, tratados, almacenados o indispuestos. Incluye reducción en la fuente o actividad de reciclaje que emprende un generador y que resulta en :

- a) La reducción del volumen o cantidad del residuo.
- b) La reducción de la toxicidad o reducción del volumen, de tal manera que tales reducciones sean consistentes en la meta de minimizar amenazas presentes y futuras de daños a la salud y el ambiente.

Sistemas de Gestión Ambiental:

Es la parte del sistema general de gestión de la empresa que, define la política medioambiental y que incluye la estructura organizativa, las responsabilidades, las prácticas, los procedimientos, los procesos y los recursos para llevar a la práctica dicha política (AENOR, 1994).

Involucra decididamente a la administración de la empresa, brindándole un marco para declarar su compromiso con el ambiente y representa un medio para mostrar a los clientes, gobierno y comunidades interesadas, su nivel de actividad en la prevención de la contaminación.

Aguas servidas de metales y sales metálicas: Son las aguas servidas de las industrias que contengan en agua receptores superficiales, subterráneos o costeros de procedencia de la industria galvánica, galvanoplástica, bronceado, templado, limpieza de superficies con ácidos, tratamientos de zincado al fuego, fabricación de

acumuladores y baterías, industrias de esmaltado, de forjado, de pintura y de otras similares. (Decreto 60-89).

1.4.1 TRATAMIENTO DE AGUAS DE PROCESO Y DE DESECHOS INDUSTRIALES

La purificación del agua para uso industrial, puede ser muy compleja o relativamente simple, dependiendo de las propiedades del agua cruda y el grado de pureza requerida. Se emplean muchos métodos y combinaciones de ello, pero todos abarcan tres procesos básicos: tratamiento físico, químico y fisicoquímico.

Existe un cuarto proceso básico, el tratamiento biológico, que se emplea a menudo para purificar agua de desecho antes de descargarla. Este proceso aprovecha la acción de algunos microorganismos para inducir diversas reacciones. Generalmente el tratamiento del agua de desecho es mucho más complicado que el que se aplica al agua que intervendrá en un proceso.

Tratamiento Físico:

El tratamiento físico abarca los procesos mediante los cuales las impurezas se separan del agua sin producirse cambios en la composición de las sustancias. Los métodos más comunes son: sedimentación (que es del que se referirá en la presente tesis debido a que es el proceso actualmente utilizado en la planta), colado y filtrado, separación de fases líquidas múltiples, desgasificación, dilución, eliminación de arrastres, destilación y extracción, descarga subterránea y a los océanos.

Sedimentación:

En la sedimentación se aprovecha la acción que ejerce la fuerza de gravedad sobre las partículas más pesadas que el agua, que descienden depositándose sobre el fondo. Las aguas superficiales contienen diferentes contaminantes de materia en suspensión y este método se utiliza para clarificar el agua cruda, ya sea por sedimentación simple o mediante la adición de coagulantes químicos. Los recipientes en donde se lleva a cabo este proceso se denominan tanques de sedimentación.

El tamaño, peso y forma de la partícula, así como su resistencia a la fricción y viscosidad desempeñan un importante papel en el diseño de dichos tanques. Los cálculos teóricos se basan, casi siempre, en modificaciones de la ley de Stokes y suponen que las partículas son esféricas. Muchos son los factores que intervienen en el diseño y todos ellos deben modificarse según lo indique el sentido común y la experiencia. Para lograr una separación efectiva los tanques deben estar correctamente diseñados y seguirse el procedimiento especificado según el caso.

Los depósitos de sedimentación pueden construirse de tierra, madera concreto o acero; su forma puede ser rectangular o circular y el período de retención varía generalmente entre 4 y 12 horas. Cuando el agua contiene grandes cantidades de sólidos, los depósitos cuentan casi siempre con rastras mecánicas que mueven los lodos sedimentados hacia un foso colector, del cual los hace salir la carga hidráulica del

depósito. En otros casos se cuenta con válvulas manuales para la descarga de lodos que permiten eliminar parte del material sedimentado, siendo necesario desmontarlas periódicamente para efectuar una limpieza minuciosa.

En tanques rectangulares, se utiliza una cámara equipada con compuertas de evacuación o válvulas macho ajustables, y por lo general, el afluente se descarga a un canalón o una serie de ellos. Las unidades circulares están provistas de un distribuidor central y un colector de derrames en la periferia del tanque.

Algunas veces el funcionamiento de los depósitos rectangulares se ve afectado por corto circuitos que reducen el tiempo de retención teórico. Esto se puede resolver mejorando la distribución del flujo de entrada o mediante el uso efectivo de mamparas ubicadas en la entrada y, en ocasiones, un poco antes del vertedor del afluente. Dependiendo de la naturaleza de los sedimentos y de la materia suspendida, la sedimentación simple puede eliminar hasta el 70% del material. Cuando se utilizan coagulantes, esta cifra puede llegar hasta el 95%.

Muchas aguas industriales de desecho contienen sólidos sedimentales de tipo orgánico e inorgánico, que deben separarse antes de la descarga final. Estos sólidos se eliminan siguiendo el mismo proceso y se emplean depósitos de sedimentación similares. Generalmente, los períodos de retención son mucho más breves que para las aguas crudas, excediendo rara vez de dos o tres horas. Cuando los sólidos son de tipo orgánico, los períodos de retención prolongados pueden ser perjudiciales ya que se propicia la acción bacteriana. Esto puede dar como resultado la generación de condiciones anaeróbicas y de olores. Si se desprende una cantidad considerable de gas, el lodo sedimentado tenderá a flotar, nulificando la operación.

La flotación, por medio de aire, es muy eficaz para separar sólidos floculantes que sedimenten con mucha lentitud o tengan tendencia a flotar. El aire se dispersa a presión dentro del líquido que se encuentra en un recipiente cerrado e inmediatamente antes de descargar la mezcla al depósito receptor, se alivia la presión. Al subir el aire finamente disperso, hace flotar los sólidos hasta la superficie, donde forman una espuma que puede separarse. Este método permite la eliminación efectiva a costo mínimo.

1.4.2 METODOS DE DISPOSICION FINAL DE LOS DESECHOS SOLIDOS

La disposición final es el método adoptado para la eliminación o terminación de los desechos sólidos.

El desecho abarca todos los residuos de substancia dura y forma definida que utiliza el ser humano; aquí se denomina así a los desperdicios no putrecibles, excepto las cenizas; está formado por substancias combustibles y no combustibles.

1.4.2.1 Método o Procedimientos biológicos:

El destino final de los desechos sólidos biodegradables, es la descomposición de microorganismos dependiendo de la presencia o ausencia de oxígeno. Existen dos procedimientos:

A) **AEROBICO:** Descomposición rápida con productos finales completamente estabilizados, dióxido de carbono agua y materia inorgánica.

B) **ANAEROBICO:** Descomposición lenta con productos intermedios que son compuestos orgánicos más simples. Este proceso se da en dos etapas, primeramente los compuestos complejos, son metabolizados por las bacterias acidificantes y gases malolientes como ácido sulfúrico.

Seguidamente, las bacterias metanizadoras metabolizan los productos intermedios y los convierten en metano (CH_4) y dióxido de carbono (CO_2).

Este proceso es el que se da en el relleno sanitario. El metano es un gas importante tanto por su alto valor calorífico como por su peligrosidad.

La producción teórica de CH_4 , es de aproximadamente 50 libras por Kg. de desecho; de éste, es aprovechable entre el 10% y 50% del metano producido.

1.4.2.2 Método de Reciclaje:

Básicamente consiste en la recuperación de objetos desechados como basura, pero que podrían reutilizarse en la fabricación de productos para el comercio, tales como: la industria de plástico, del vidrio, del metal, de piso. Sin embargo, hay que considerar que los elementos a recuperar deben llenar ciertos requisitos para la reutilización.

La desventaja principal de este método es que necesita una infraestructura adecuada para el proceso, requiriendo por lo tanto, de una inversión inicial muy alta para la población; además de la cantidad requerida de basura para instalación de dicha planta. Como es un método complementario, lo que se produzca de desecho sólido, podría clasificarse "in situ" y vender el material clasificado a plantas fuera de la nuestra, que procesen dichos materiales.

Aunque ofrece ciertos inconvenientes y a menudo resulta antieconómica, suele practicarse la operación de recuperación (la que se inicia desde la fuente de generación; entre otros, la vivienda) junto con los métodos de eliminación. Los materiales recuperados han de ser adecuadamente almacenados hasta que sean utilizados, pues de lo contrario podrían provocar molestias. Este procedimiento requiere la participación, en el sentido de separar y almacenar los desperdicios, con propósitos

de recuperación; los ingresos que se obtengan, gracias a los productos recuperados, deben compararse contra los gastos adicionales que implica el sistema.

Como es lógico, antes de que la industria inicie actividades de procesar los desechos, debe buscar mercados para dichos productos.

1.4.2.3 Método de Relleno Sanitario:

El relleno sanitario consiste en depositar los desperdicios tanto orgánicos como inorgánicos, en una zanja, trinchera o cualquier terreno previamente preparado, sometiendo los desperdicios a una compactación, con el propósito de comprimirlos: posteriormente deben cubriese con una capa de tierra.

El procedimiento se ha definido como un método de eliminación que consiste en comprimir y cubrir por completo la acumulación de los desperdicios de cada día.

Cuando el proceso de compactación y recubrimiento de los desperdicios se realiza dos veces por semana, se le denomina relleno sanitario modificado.

CONSIDERACIONES:

Lo mismo que en otros métodos de eliminación, para que la operación del relleno sanitario resultare satisfactoria, es necesario realizar una evaluación preliminar minuciosa de las condiciones locales tales como: la distancia de la fábrica al lugar del relleno, las condiciones propias del terreno, viviendas cercanas, etc. Al contrario de otros métodos, el relleno sanitario tiene el propósito de eliminar por completo todos los residuos.

Los lugares seleccionados como vertederos de desechos, deben evaluarse con respecto al tipo de: suelo, drenajes, vientos dominantes, caminos de acceso; otro factor que debe considerarse es la posibilidad de contaminar el terreno y los materiales.

Se considera que el tipo de suelo más conveniente para un relleno sanitario es el que presenta características de impermeabilidad ya que impide que los lixiviados se infiltren, además la característica de impermeabilidad facilita el drenaje de éstos hacia lugares predispuestos. Se debe tener mucho cuidado de no interceptar una corriente de agua subterránea.

Se debe:

- Depositar los desperdicios, sin ninguna compactación disminuye considerablemente la eficacia del proceso.
- Circular temporalmente el lado de sotavento del relleno para impedir que el viento esparza los materiales. Se consigue de forma económica con malla metálica.
- Las reglas que norman la operación y conservación del relleno sanitario, deben ser ampliamente divulgadas, de manera que todos los interesados tengan conocimiento de ellas. Es un detalle importante cuando se permite el transporte por parte de particulares.
- Deben publicarse avisos, en el lugar donde se localice.

- El terreno debe tener personal de seguridad, para impedir la descarga donde no se deba.

1.4.2.4 Incineración:

Control químico de crecimiento biológico; este sistema no se utiliza en este caso debido al tipo de material a eliminar.

1.4.3 PRODUCTIVIDAD

Es la eficiencia en el uso de los recursos de una organización, medida por el volumen de producción satisfactoria o empleado por hora-hombre o por jornada-hombre.

El término productividad, con frecuencia se confunde con el término producción. Hay personas que piensan que a mayor producción, más productividad. Esto no es necesariamente cierto. Para evitar dicha confusión, se definirán ambos conceptos a continuación:

Productividad abarca la utilización eficiente de los recursos (insumos) al producir bienes y/o servicios (productos).

Producción es la actividad de producir bienes y/o servicios.

Al observarlo en términos cuantitativos, la producción es la cantidad de productos que se produjeron, mientras la productividad es la razón entre la cantidad producida y los insumos utilizados. Se dice que la productividad es la resultante de la aplicación racional de los adelantos tecnológicos y de la administración científica al capital, al equipo, a la materia prima y al factor humano, obteniéndose, por este medio, una mayor cantidad de bienes y servicios en menos tiempo.

1.4.4 RENTABILIDAD

Es la relación entre el valor de la producción, ventas totales, menos los incurridos en ella, por una parte, y el capital empleado por la otra. También se le conoce con el nombre de Rendimiento Patrimonial.

El camino para aumentar la rentabilidad, es aumentar la productividad. Por incremento de la productividad se entiende el aumento en la producción por hora de trabajo. El mejor método debe compaginarse con las mejores técnicas o habilidades disponibles a fin de lograr una eficiente interpelación entre hombre-máquina.

1.4.5 DIAGRAMA DE PROCESO

Es la representación gráfica relativa a un proceso industrial o administrativo. Se usan generalmente ocho tipos de diagramas de proceso, cada uno de los cuales tienen aplicaciones específicas. Debido al tipo de proceso y a las necesidades del presente trabajo, a continuación se presentan los diagramas a utilizar:

DIAGRAMA DE OPERACIONES DE PROCESO:

Se utiliza para analizar las relaciones existentes entre operaciones. Es conveniente para estudiar operaciones e inspeccionar sobre ensambles en que intervienen componentes. Es útil en el trabajo de distribución de equipo de la planta.

Este diagrama muestra la secuencia cronológica de todas operaciones de taller o en máquinas, inspecciones, márgenes de tiempo y materiales a utilizar en un proceso de fabricación o administrativo, desde la llegada de la materia prima hasta el empaque o arreglo final del producto terminado. Señala la entrada de todos los componentes y subconjuntos al ensamble con el conjunto principal.

Como ya se ha mencionado anteriormente, para determinar cuánto tiempo y esfuerzo se deben dedicar a mejorar un método actual o planear un nuevo trabajo, es necesario determinar el volumen esperado, las posibilidades de que se repitan los negocios, la duración del trabajo, la probabilidad de cambios en el diseño y el contenido de mano de obra en el trabajo. Una vez estimados, se debe proceder a reunir toda la información acerca de los detalles de fabricación. lo que actualmente no se realiza ya que en la fábrica procesan los residuos con sedimentación; los desechos que resultan de la misma en su mayoría, son carbonato de calcio y agua, los cuales se tiran en un barranco sin darle ningún otro uso, por lo que contaminan el mismo y las áreas alternas. Para encontrar una solución óptima requerimos de todas las bases mencionadas anteriormente ya que se requiere del análisis de costos, de diseño, de especificaciones e inspecciones para verificar si los procedimientos se llevan a cabo.

II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En los últimos años ha existido un crecimiento rápido de las industrias, el agua uno de los elementos vitales para este desarrollo, así como todos los recursos naturales han sufrido cambios drásticos, por lo que requieren de tratamientos especiales para optimizar los recursos y no dañar a la naturaleza. Estos tratamientos pueden ser de distinta índole dependiendo de las necesidades que se presenten en la industria que se maneje: físicos, químicos, fisicoquímicos y actualmente biológicos o reutilizando los desechos en algún nuevo proceso.

La Globalización y el libre Mercado, nos esta exigiendo mejores procesos y mejor manejo de recursos, los problemas ambientales se han acrecentado paulatinamente y el proceso de urbanización ha avanzado aceleradamente en nuestro país, hace falta una mayor eficiencia en el uso de recursos. La generación de residuos es considerada parte esencial de todo proceso de transformación, existe una conveniencia evidente de reducir los residuos, ya que procesar con menos residuos significa mejor utilización de materias primas y menor costo para deshacerse de ellos.

Con la Globalización las leyes y normas para la industria se volverán más exigentes y debemos estar preparados para dichos cambios, todo ello implica prepararnos para poder competir ante estándares de calidad elevados y procesos efectivos y eficientes haciendo que se optimicen al máximo cada uno de nuestros recursos.

La industria nacional ha manejado durante años procesos químicos en donde las aguas servidas y desechos caen a ríos, lagos, barrancos o en cualquier otra área de nuestro medio ambiente que a corto o mediano plazo generaran problemas graves para nuestro desarrollo. Guatemala no puede quedarse atrás; debemos ser más competitivos desde todo punto de vista. La Comisión Nacional del medio ambiente (CONAMA) ha tenido como objetivo analizar y mejorar la eficiencia del tratamiento de agua de las industrias para aumentar el porcentaje de utilización y optimización de la pureza del agua haciendo de esta forma, que aumente la productividad; y evitando principalmente la contaminación ambiental.

Las industrias que manejan o desechan sólidos son las que tienen más enfocado este problema y deben buscar nuevas alternativas especialmente las que no contienen productos biodegradables, como en este caso, la industria de piso en la que sus componentes sólidos químicos pueden generar los problemas ambientales más graves, es por ello el interés de la búsqueda de nuevas alternativas para manejar estos desechos.

El problema actual en la fábrica de piso es que se utiliza un proceso de sedimentación para el tratamiento de agua; los residuos de los lodos que contienen carbonato de calcio y agua que se obtienen de éste, se cargan a un camión el cual lo tira en un barranco produciendo en el mismo contaminación. Por esta razón CONAMA se ha dirigido a los fabricantes de piso para que éstos ya no tiren los residuos y mejoren así su proceso.

El proceso actual es relativamente sencillo, el piso ya construido recibe un pulido final en una máquina especial para el mismo, al pulirlo saca un líquido lechoso. Este afluente es descargado en un primer tanque de 1000 metros cuadrados el cual tiene un rebalse que cae en otro tanque de las mismas medidas teniendo otro rebalse que también desemboca en otro hasta pasar cuatro tanques; al llegar a último el agua pasa a una tubería y es nuevamente utilizada en el proceso. Los residuos que van quedando en cada tanque; aun húmedos, se sacan a un camión que los transporta hasta el barranco. Según cálculos actuales se tiran aproximadamente un metro cúbico de lodos cada día en el mencionado barranco.

El problema a investigar es el siguiente:

¿Cuál es el proceso que permite la reutilización de los residuos del pulido de piso haciendo que aumente la productividad en la industria, sin contaminar el ambiente?

2.1 OBJETIVOS

2.1.1. Objetivo General:

Determinar cuál es el Diseño de Tratamiento de Agua que permite la reutilización de los residuos de pulido de piso sin contaminar el ambiente.

2.1.2. Objetivos Específicos:

- Verificar el grado de Contaminación Ambiental que tiene los lodos del pulido de piso.
- Analizar la rentabilidad que puede brindar un proceso que reutilice los desechos del tratamiento de agua.
- Brindar opciones para el Tratamiento de Agua o Reutilización de Desechos a la planta para que cualquiera de ellas llegue a ser implementada.

2.2 HIPOTESIS:

El proceso de Tratamiento de Agua Optimo depende de la cantidad de desechos y contaminación que produce, y el nivel de productividad que brinda a la fábrica.

(El proceso que mejora las condiciones ambientales y aumenta la productividad es el conocido como rápido).

2.3 VARIABLES:

2.3.1 Variables Independientes:

- Proceso de tratamiento de agua utilizado
- Productividad
- Contaminación ambiental

2.3.2 Variables Dependientes:

- Porcentaje de remoción de contaminantes
- Porcentaje de sólidos totales
- Cantidad de litros/segundo
- Maquinaria y Equipo

2.4 DEFINICION DE VARIABLES:

VARIABLE	DEF. CONCEPTUAL	DEF. OPERACIONAL
Proceso utilizado	Es el proceso utilizado para la eliminación de contaminantes dentro del agua, en la fábrica.	Es el tipo de tratamiento de agua que tenga métodos permisibles: físicos, químicos, económicos que colaboren a disminuir la cantidad de desechos o que éstos puedan ser reutilizados para cualquier otro proceso industrial.
Maquinaria y equipo	Artificio para aprovechar o regular la acción de una fuerza, o para producir o facilitar la ejecución de un trabajo, junto con todos los materiales e instrumentos que requiere el proceso.	Materiales o recursos que se utilizan para procesos de alguna materia para luego obtener un producto determinado.
Porcentaje de remoción de contaminantes	El porcentaje con que se eliminan los contaminantes dentro de un proceso o tratamiento de agua.	La cantidad de remoción de la contaminación ambiental.
Cantidad en l/seg.	Razón de litros entre el tiempo que determina que cantidad de agua se maneja dentro del proceso.	Medida que permite conocer la cantidad producida de agua contaminada y los lodos involucrados.

2.5 Alcances y limitaciones:

2.5.1 Alcances:

Por medio de los tratamientos de agua alternativos se determinará cuales son los que más se adaptan al sistema operado en la fábrica de piso de granito.

Se recomendará acerca de que fin se le pueden dar a los desechos sólidos y que otra función pueden tener.

Por otro lado se elaborará un diagrama de la forma en que quedará instalado el nuevo proceso y como se adaptará para el tratamiento de agua.

2.5.2 Limitaciones:

Durante el análisis no se podrán elaborar pruebas de cómo funcionaría cada diseño ya que el costo para la implementación de cada proceso es muy elevado y son costos que no puede cubrir la empresa; por lo que solamente se brindaran las mejores opciones y dentro de las mismas se recomendará la que más se adapte.

En caso de que se pueda llegar a reprocesar el lodo, el análisis de mercado de este subproducto queda en manos de los fabricantes de piso.

2.6 Aporte:

La investigación brindará una guía a las fábricas de piso o procesos similares para conocer que alternativas tienen para optimizar los procesos productivos y obtener la utilización óptima de los materiales sin contaminar el ambiente.

Brindará a la sociedad un ambiente más sano y más puro en el cual pueda tener nuestro país un desarrollo sostenible en el que podremos ser mejores competidores con empresas que elaboren productos similares.

Concientizará al lector acerca de la importancia de utilizar los desechos de forma productiva. Como un estudio puede ayudarles a diagnosticar y analizar la situación actual de sus empresas para luego poder implementar algún sistema que les permita la optimización de recursos; eliminando los desechos.

III. METODO

3.1 SUJETOS:

Dentro de los sujetos de estudio tendremos a la Fábrica de Piso de Granito, los lodos que se desechan en la misma y el agua.

La fábrica está localizada en la zona 7 de la ciudad capital; es una empresa familiar la cual cuenta con aproximadamente cincuenta empleados y ha laborado en nuestro país por veinte años.

Durante todo este tiempo se ha interesado por ser una empresa competitiva tanto en la fabricación del piso como en la calidad; esta es la razón por la cual desean enfocar sus esfuerzos a la problemática presentada en este trabajo.

Uno de los sujetos de estudio será la maquinaria a instalar que involucra diferentes tipos y diseños; de ella dependerá la optimización de los recursos.

3.2 INSTRUMENTOS:

Se elaborarán análisis químicos y físicos, además se utilizarán todas las normas nacionales e internacionales de contaminación ambiental.

Uno de los recursos a utilizar es el de una máquina de impermeabilización del pase de agua provocando aguas bajas en erosión de forma física.

Se utilizarán herramientas químicas para eliminar aguas duras que eviten la tuberculación y eliminen la unión con el manto freático y de esta manera se elimine totalmente la contaminación.

También se utilizarán pruebas físicas de resistencia de materiales como los respectivos floculantes que pueden ayudar al desarrollo de las mismas.

Por otro lado con los mismos análisis de los lodos, se buscará la posibilidad de obtener un piso de otra categoría colocándoles color con pigmentos de hierro como por ejemplo de jardinería.

3.2.1

Para la planeación, programación y costos, se necesitaran usar tablas de rendimientos en base, además se utilizará paquetes o software de computación como:

- 1. MICROSOFT PROJECT**
- 2. MICROSOFT EXCEL**
- 3. MICROSOFT WORD**

3.2.2

Para el estudio del agua y lodos, se tomarán muestras del lugar las cuales se cotejarán con el muestrario y los estándares del laboratorio de la Universidad.

3.3 PROCEDIMIENTO:

Se realizarán las siguientes actividades:

1. Observación de la situación actual de la fábrica
2. Recolección de datos necesarios para el análisis por medio de extracción de muestras de los lodos.
3. Elaboración de pruebas químicas y físicas
4. Análisis de las pruebas y situación actual.
5. Identificación de los principales problemas y puntos críticos.
6. Determinación de las soluciones respectivas y de las mejoras que se deben aplicar.
7. Elaboración del balance del proceso.
8. Elaboración del diseño del proceso.
9. Cálculos de costos promedio.
10. Medición de la eficiencia.
11. Presentación y discusión de resultados.
12. Conclusiones y recomendaciones.

3.3 DISEÑO EXPERIMENTAL:

Debido a la naturaleza del proyecto, no se contará con un diseño estadístico.

IV. RESULTADOS

4.1 RESUMEN ORGANIZADO DE DATOS

4.1.1 DATOS GENERALES DE LA EMPRESA

Sector Industrial

- **Competencia Actual:** todas las fábricas que producen piso de granito.
- **Competencia Potencial:** todas las fábricas e importadores de piso de cualquier tipo.
- **Proveedores:** todos los que surten la materia prima para el piso.
- **Productos sustitutos:** pisos cerámicos, tortas de concreto y cemento o cualquier otro tipo de material que pueda colocarse como piso.
- **Clientes:** constructores

Sistema de Negocio

- **Adquisición:** materia prima y materiales
- **Investigación y desarrollo:** buscan constantemente nuevas alternativas de piso y desarrollarse conforme el mercado internacional.
- **Operación:** integración de las materias primas hasta obtener el producto terminado.
- **Venta y Distribución:** a distribuidores, la fábrica es el centro de ventas y distribución, por otro lado se promociona por vía directa a constructoras.
- **Producto:** piso de granito.

Estrategia de Mercado

- **Genérica de Porter:** Liderato en Costos
- **Producto Mercado:** Diferenciación

4.1.2 FODA

- **Fortalezas:** Experiencia en la construcción de piso, variedad de producto nuevo, buenos recursos tecnológicos y humanos para el crecimiento, capacidad para crecimiento.
- **Oportunidades:** Abarcar otros segmentos del mercado, brindar el mantenimiento de piso para la empresa, construcción de otro tipo de pisos.
- **Debilidades:** Contaminación del polvo que se genera del pulido de piso, falta de optimización en los materiales, mala distribución en planta.
- **Amenazas:** Empresas extranjeras y nacionales que están a la vanguardia con otros tipos de materiales y tecnología. Que cumplan con todas las normas ambientales del agua.

4.2 DATOS GENERALES SOBRE EL PISO

4.2.1 MATERIALES:

Las baldosas de piso de granito se fabrican dosificando de forma adecuada las siguientes materias primas:

- Cemento portland (gris y/o blanco)
- Agua
- Polvo de mármol
- Arenas
- Triturados gruesos y/o chinás
- Pigmentos colorantes
- Aditivos

CEMENTO PORTLAND GRIS:

Se usa mezclando con arenas para formar el dorso de las baldosas y en algunos casos, en la cara vista.

Estos cementos deben cumplir los requisitos establecidos en la Norma UNE 80.301, siendo recomendable la clase 35 para el dorso y la clase 45 para la cara vista. La clase de un cemento viene determinada por su resistencia mínima a compresión en N/mm² a los 28 días, medida en probetas de mortero normalizado, según se especifica en la Norma UNE 80.101.

El cemento portland es un material en polvo sumamente fino que, amasado con la debida proporción de agua, tiene la propiedad fundamental de fraguar y endurecerse adquiriendo consistencia pétreas.

El cemento procede del clinker, producto obtenido por fusión de mezclas homogéneas de materiales arcillosos y calizas convenientemente dosificados. Estas mezclas calcinadas, una vez enfriadas, molidas en frío, previa adición de un agente regulador de fraguado, generalmente yeso, para dar lugar al centro propiamente dicho.

La finura, el tiempo de fraguado y la estabilidad de volumen son determinantes físicos de la calidad de un cemento, junto con las resistencias mecánicas y su composición química.

CEMENTO PORTLAND BLANCO:

Se utiliza junto con los áridos, el polvo de mármol, los colorantes y el agua para formar la que se pisa. El cemento portland blanco es un conglomerante hidráulico que, respecto a propiedades mecánico-resistentes, no es distinto de los cementos grises de su misma clase y categoría. Difiere de ellos, sin embargo, en algunas materias primas

utilizadas en la fabricación del clínker y que puede ser utilizado en una amplia gama de aplicaciones para las que no es apto el cemento gris por su coloración.

Para la fabricación de piso de granito, estos cementos deben tener un elevado índice de blancura (característica especial de este tipo de cemento), facilidad para ser trabajados y alcanzar una resistencia mecánica mínima a la compresión de 45N/mm² a los 28 días.

En la dosificación de la cara vista de un piso de granito de calidad pueden utilizarse proporciones de una parte de cemento por 1- 1.5 de polvo de mármol.

POLVO DE MARMOL:

El polvo de mármol o arenilla, que se mezcla con el cemento blanco para formar el mortero de la cara vista del piso de granito, se obtiene, generalmente, a partir de triturados finos de mármol, cuya composición química se corresponde a la del carbonato cálcico cristalizado.

El polvo de mármol desempeña un papel decisivo en el comportamiento de las mezclas de la cara vista, el cual está relacionado con la distribución y el tamaño de las partículas que los constituyen, las cuales han de pasar en su totalidad por el tamiz.

Para orientarse sobre las características del polvo mármol conviene determinar su composición o análisis granulométrico. En general, la cantidad de impalpables en el polvo de mármol no debe sobrepasar el 30% del peso del cemento que interviene en la mezcla polvo-cemento.

TRITURADOS Y ARIDOS:

Los triturados pétreos utilizados para la cara noble del piso, proceden de rocas naturales y deben ser objeto de una especial atención para asegurarse que reúnan la resistencia mecánica suficiente y la estabilidad química necesaria.

Deberán considerarse las características de dureza, resistencia y densidad, que en principio son factores muy importantes, y, de acuerdo con estas características, se deberá fijar la presión de la prensa.

En lo posible, estos productos deben utilizarse lavados para evitar el polvo adherido, las impurezas de arcilla y otros materiales perjudiciales que puedan afectar al fraguado, al endurecimiento o a la coloración. Los áridos utilizados en la fabricación del piso abarca desde el polvo hasta los pedazos de mármol.

Según la naturaleza y el tamaño de los áridos empleados, se puede establecer una división entre distintos tipos de baldosas de piso, que varía según cada fabricante. Así se puede hablar de piso granítico, basáltico, calizo o bien, de piso micrograno, aglomerado, encauchado, etc.

ARENAS:

Se usan para la formación del revés o dorso junto con el cemento portland gris. Su limpieza y grado de humedad son de gran importancia para definir las características del dorso de las baldosas.

Su procedencia es diversa y pueden ser tanto arenas de cantera como de río; pero deben estar exentas de arcilla y materia orgánica.

Mezclando ambos tipos se llega a conseguir el grado de humedad necesario para lograr una perfecta unión entre las dos capas que forman la baldosa. Su tamaño máximo no debe ser mayor de 5mm.

PIGMENTOS O COLORANTES:

Son los que modifican el color del mortero de la cara vista. Estos han de ser químicamente compatibles con la cal liberada en la hidratación del cemento y su composición química no debe influir sobre las reacciones de hidratación y endurecimiento del cemento. Deben ser estables y no sufrir alteraciones al ser expuestos a la intemperie, por lo que no es aconsejable utilizar colorantes de naturaleza orgánica, ya que éstos no tienen la estabilidad suficiente para ser utilizados. Los colorantes son muy finos.

La proporción de colorantes a utilizar puede llegar hasta el 2.5 ó 3% en casos normales referido al peso del cemento. Mayor cantidad, por tratarse de compuestos muy finamente molidos, podría rebajar la resistencia del cemento.

Los pigmentos deben estar convenientemente homogeneizados para que no se produzca una coloración irregular; por lo tanto, es conveniente mezclarlos con el cemento en seco antes de preparar la pasta. Serán especialmente incitados los pigmentos a base de óxidos metálicos que cumplan las siguientes condiciones:

Contenido en óxido metálico	> 90%
Materiales volátiles	< 1%
Sales solubles en agua	< 1%
Residuo sobre tamiz	< 0.5%
Cloruros y sulfatos solubles	
En agua	< 0.1%
Contenido en óxido de calcio	< 5%

AGUA:

Podrán ser utilizadas, tanto para el amasado como para el curado, todas las aguas que no perjudiquen al fraguado o endurecimiento de los morteros.

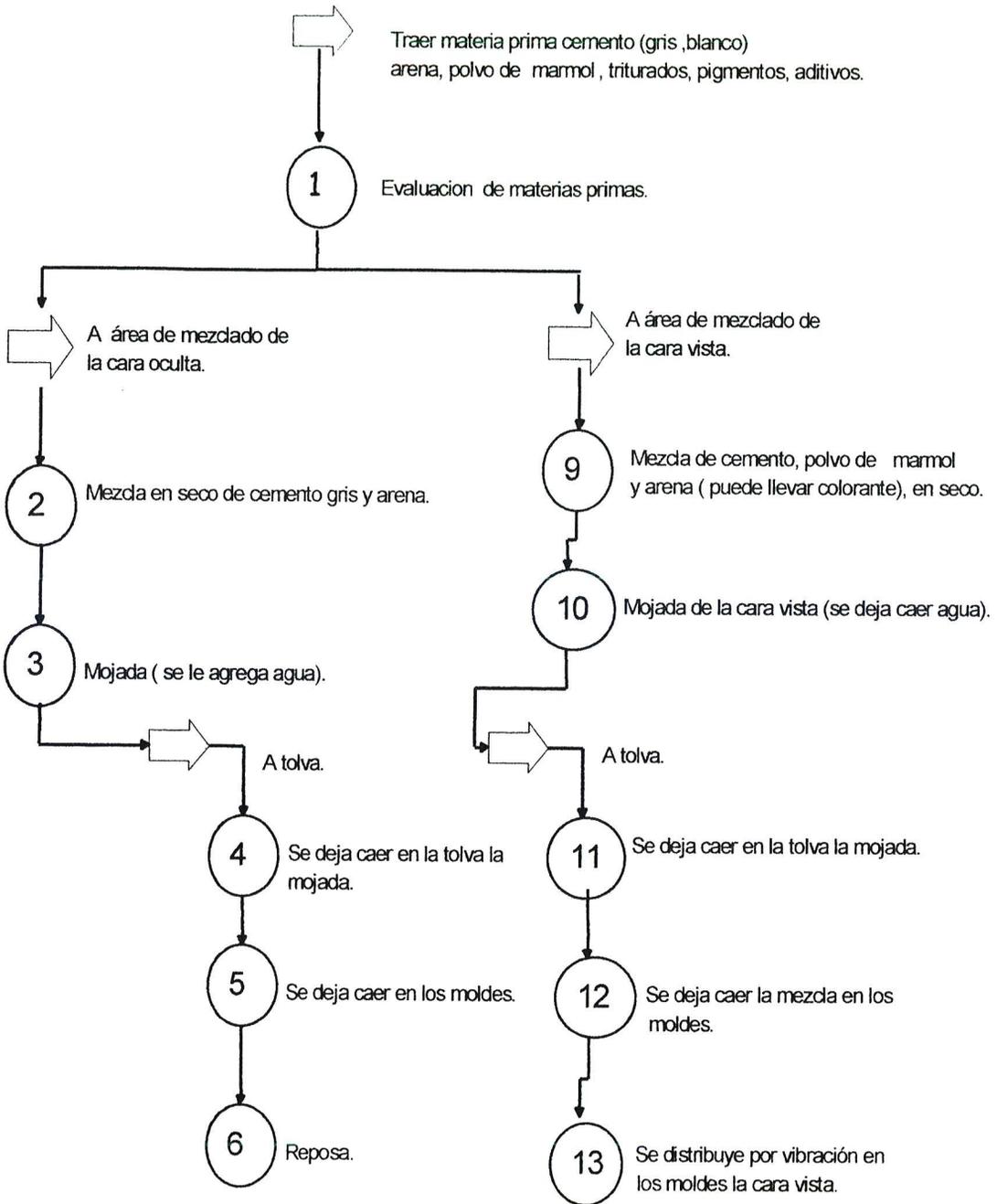
ADITIVOS:

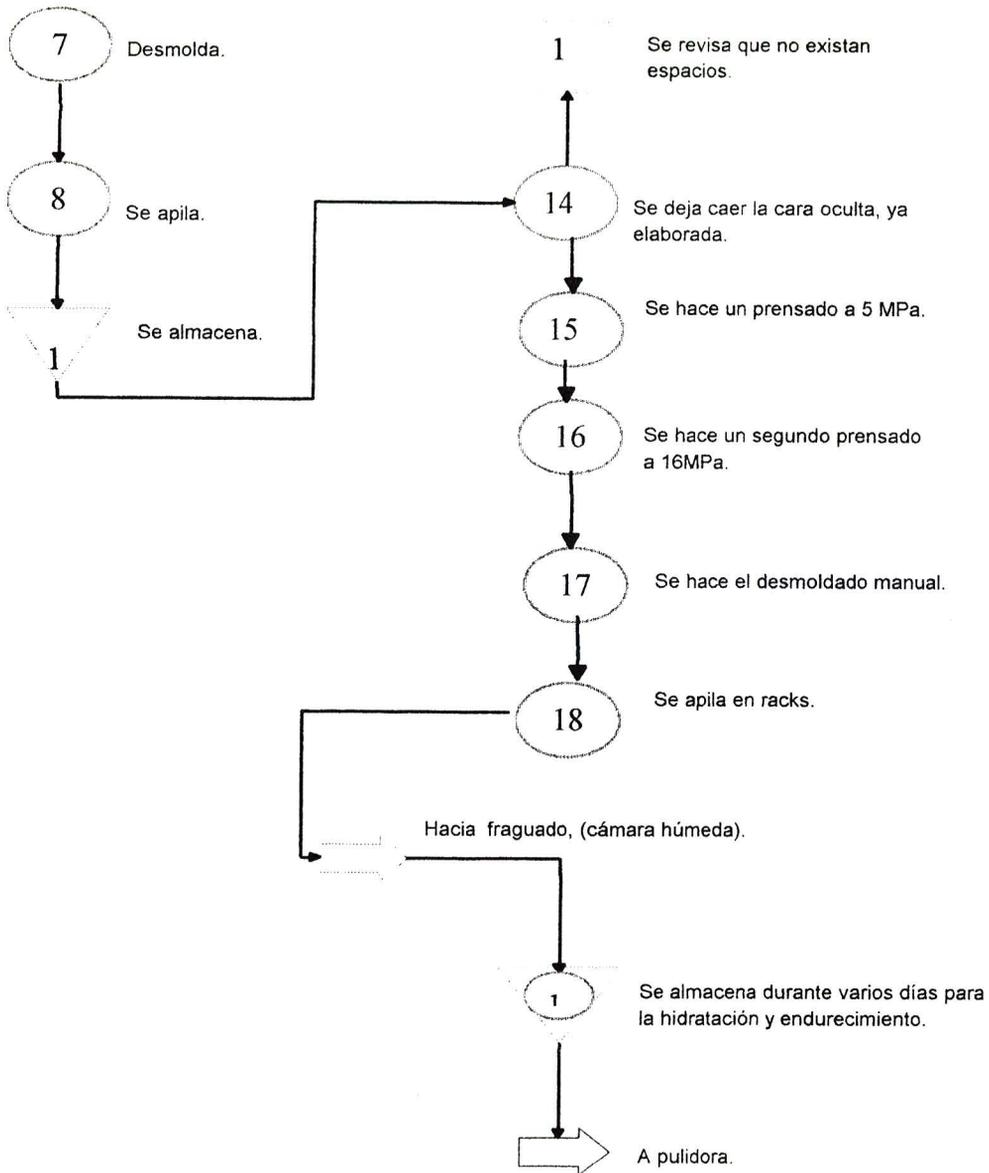
Se podrán utilizar aditivos siempre que se justifique, mediante los oportunos ensayos, que la substancia agregada en las proporciones previstas produce el efecto deseado sin perturbar las demás características del hormigón o mortero. Los más utilizados son los hidrofugantes.

4.3 EL PROCESO

La fábrica cuenta con el proceso de piso, tal y como se presenta en el siguiente diagrama adjunto.

DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO DE PISO DE GRANITO(DIAGRAMA 1)







Resumen



1 inspección operación



22 operaciones



1 operación almacenaje



2 almacenajes



7 transportes



1 inspección

4.3.1 La descripción del proceso es la siguiente:

1. Se descargan los materiales a utilizar (cemento, polvo de mármol y arena) los cuales ya están analizados por sus proveedores según necesidades.
2. Se lleva la materia prima a la mezcladora.
3. Se hace la mezcla de la cara vista. Actualmente se tienen operarios que hacen la mezcla y alcance una total homogeneidad.
4. Se va dejando caer la mojada en una tolva al alcanzar la homogeneidad en la mezcla se dejan caer los colorantes dependiendo del piso que se esté trabajando.
5. Se añade agua para terminar de amasar y así alcanzar una buena mezcla y ésta la va dejando caer en los moldes
6. Paralelamente se trabaja la cara oculta.
7. Se mezcla el cemento gris y el agua.
8. Se deja caer en la tolva la mojada de la cara oculta, ésta lleva mucho menos agua ya que la mezcla debe quedar bastante seca; su misión es absorber el agua de la cara vista.
9. Se trasladan las mezclas a la compactadora.
10. Se coloca en el molde de la cara vista la mezcla de la misma y se hace vibrar para que se distribuya en todo el molde.
11. Se hace girar en diversas estaciones para eliminar burbujas de aire y granos que no permitan que quede parejo el piso.
12. Se procede a realizar la cara del revés.
13. En moldes se deja caer la mezcla y se empareja en el mismo.
14. Se deja secar hasta formar un mortero.
15. Al llegar a esta estación se deja caer el mortero de la cara del revés.
16. Se revisa que el mortero quede bien repartido y llene completa o parcialmente el molde.
17. Luego se prensa el material.
18. Prensa 1: a 60 atmósferas
19. Prensa 2: 160 atmósferas
20. Conforme sale de la prensa, el operario desmolda el material.
21. Se van apilando en racks.
22. Se transporta hacia el cuarto de curado, lo que consiste en dejar que la pieza endurezca para obtener una resistencia suficiente.
23. El cuarto de curado, esta encerrado para que no entre aire y de esta manera el piso sude.
24. Se sacan los racks con las piezas de piso y se trasladan hacia la pulidora.
25. Dos operarios toman las piezas de los racks y lo introducen en la pulidora.
26. Se pule el piso con unas muelas montadas en un plato giratorio hechas de carborundo y/o diamante mezclado con otros materiales.
27. Paralelamente se alimenta la pulidora de altas cantidades de agua, la cual va pasando por el piso y que tiene doble función lubricar y bajar la temperatura.
28. Finalmente, se saca el piso por el lado extremo y se van apilando.
29. El agua se deja caer en tres tanques para que sedimente.
30. Se le aplica un floculante para acelerar la sedimentación.
31. Se succiona el agua y reutiliza en la pulidora.

32. Se succionan los polvos y
33. Se colocan en un camión
34. Se dejan caer en un barranco.

4.3.2 PROCESO DE FABRICACION

La elección de las materias primas para la fabricación del piso de granito es una de los factores básicos para la obtención de un buen piso de granito. La dosificación de sus componentes es el índice de los resultados finales obtenidos y repercute sobre las posibles aplicaciones que se le quiera dar al material una vez finalizada su elaboración.

Si bien, una mezcla rica en el cemento supone un coste elevado en la fabricación, una mezcla pobre se traduce en una merma de las propiedades físicas del material.

Las proporciones que se indican a continuación pueden sufrir variaciones, pero se ciñe bastante bien a las usadas por los industriales del ramo que fabrican un piso de granito de calidad.

La dosificación de cemento blanco se sitúa entre el 20 y el 27% en el peso de materiales secos en al cara vista en función del tamaño máximo de árido utilizado. Este cemento debe tener una buena resistencia mecánica a la flexotracción para que se pueda pulir y para que se puedan obtener superficies brillantes, aparte de una buena resistencia al desgaste.

La dosificación de cemento gris en la cara de revés se sitúa entre el 25 y el 35 en peso de materiales secos. Es importante señalar que en algunos modelos puede usarse el cemento gris en la cara vista.

La cantidad de polvo de mármol a usar en la mezcla de la vista, debe exceder el 28 en peso de materiales secos para que la mezcla resulte homogénea.

La cantidad de árido a utilizar en la cara vista, debe oscilar entre un 50 y un 75% en peso del total de materiales secos. Es importante que el mortero usado en la composición de la cara noble no tenga, en ningún caso, un volumen inferior al de los huecos que dejan entre sí los granos de árido.

4.3.3 MEZCLA PARA LA CARA VISTA

La mezcla de los componentes de ésta se puede efectuar tanto en una hormigonera del eje horizontal como en una mezcladora de plato; lo importante es que se consiga una homogeneidad en toda la pasta. La dosificación para obtener el óptimo de resistencia y compactación es la siguiente:

- 1 parte de cemento en peso.
- 1 a 1.5 partes en peso de polvo de mármol.
- 4 ó 5 partes en peso de árido

En cuanto a los otros componentes que intervienen en la cara noble, el colorante se añade en una proporción que puede variar de un 0 a un 3% y los aditivos en el porcentaje adecuado según su finalidad.

Por otro lado, es de gran importancia la cantidad de agua de amasado, ya que debe ser la menor posible, siempre y cuando la pasta asiente bien durante el vibrado; dicha cantidad se sitúa alrededor de un 15% del volumen total de la mezcla. Un exceso o defecto en la dosificación del agua provoca serios defectos en el material que pueden ir desde una elevada porosidad a una falta de ligazón de la pasta.

4.3.4 MORTERO DEL REVES

Para su confección se utiliza cemento gris y arena. La arena debe estar libre de arcillas y margas; no poseer más del 15% de impalpables y no contener sustancias orgánicas.

En general, es recomendable que la cantidad de cemento del mortero esté relación con la cantidad y calidad del cemento blanco de la cara vista, mayor cantidad de arena en la cara del revés. Ello se debe a que las dos caras han de tener similar resistencia a la flexión, con el fin de evitar abobamientos en la fase de fraguado del material al secarse más rápidamente una cara que la otra.

Las mezclas de revés deben ser bastante secas, ya que su principal misión es la de absorber el agua de la cara vista durante la fase de prensado y de fraguado.

4.3.5 FORMADO Y PRENSADO

En esta fase se conforma la pieza como tal en cuanto a tamaño y demás características.

Se realiza en prensas compuesta por una gran mesa giratoria sobre la que van colocados un número variable de piezas en función del tamaño de las mismas. Así, en una primera estación, se vierte sobre el molde el material de la cara noble.

A continuación, existen varias estaciones en las que el material contenido en el molde experimenta una vibración, con el fin de que la pasta quede bien repartida y sin burbujas de aire en su interior, con lo que se elimina la posibilidad de que existan poros producidos por la salida del aire al secarse el material. La primera fase de vibración suele hacerse con una frecuencia de 50 periodos por segundo y la segunda, a 100.

La siguiente estación de la mesa realiza el vertido del mortero de la cara de revés anteriormente confeccionada. El siguiente paso es el prensado del material, el cual es conveniente realizarlo en dos etapas: un prensado previo a unas 50 atmósferas de presión un segundo prensado que se debe realizar a partir de 160 atmósferas. Por

último, la fase que resta, es desmoldar el material que puede ser realizada manual o automáticamente.

El tiempo en que la pieza deber permanecer en cada una de las estaciones depende, en gran medida, del modelo que se fabrica.

4.3.6 CURADO

Esta operación consiste en dejar que la pieza endurezca para obtener una resistencia suficiente que le permita ser colocada sin alteraciones y soportar las tensiones a las que se vera sometida posteriormente. No se debe olvidar que uno de los principales componentes es el cemento, por lo que debe realizar su reacción de hidratación de forma adecuada para obtener las características precisas.

Esta operación es muy importante y el efectuarla correctamente o no, determina, en gran manera, la calidad posterior.

El curado se puede realizar por medios naturales o artificiales. El secado natural consiste en dejar que el material endurezca de forma espontanea sin someterlo a ningún procedimiento. Hay que evitar las corrientes de aire, las bajas temperaturas, la sequedad del ambiente y los cambios bruscos de temperatura. Con ello se consigue un curado óptimo del producto.

Una forma muy aconsejable de realizar el curado natural, aunque más costosa, consiste en introducir el piso recién prensado en cámaras húmedas herméticas durante varios días. El curado del material en forma artificial consiste en acelerar su endurecimiento con ayuda de vapor húmedo en cámaras especiales.

4.3.7 PULIDO O ACABADO DEL MATERIAL

En esta fase del proceso de fabricación, la pieza se rectifica, con el fin de que quede perfectamente nivelada, pulida o abrillantada, y de que adquiera el aspecto característico de la cara vista, sin presentar rugosidades.

El pulido se efectúa con unas muelas montadas en un plato giratorio que va rozando el material en sucesivas pasadas. La composición de las muelas es de carborundo y/o diamante mezclado con otros elementos, como suelen ser la piedra pómez o el cemento. La dureza de la muela debe estar en consonancia con la del piso con el objeto de maximizar su uso.

Las pulidoras suelen ser de dos tipos: rotativas o lineales. En todas ellas, se inicia el desbaste con un grano de muela grande de 24, 36,60, para ir disminuyendo según el acabado que se precisa hasta granos de 120, 400 (afinado) y 800(abrillantado). La clasificación de los granos de las muelas esta basada en una serie de 5 tamices normalizados (por ejemplo, 1.18mm, 0.85mm, 0.71mm, 0.60mm y 0.50 mm para el grano 24) con los que se controla el tamaño de los granos que

formaran las muelas. A partir de las muelas de grano 230, este control se efectúa según un proceso basado en la velocidad de sedimentación de las partículas especificado en la NORMA FEPA 42 F 1984f parte 3ra. Pueden realizarse otros tipos de acabado superficial.

4.4 EXTRACCION Y ANÁLISIS DE MUESTRAS

Para la extracción de las muestras se sacaron por separado las de agua y las de los polvos y los resultados obtenidos son los siguientes:

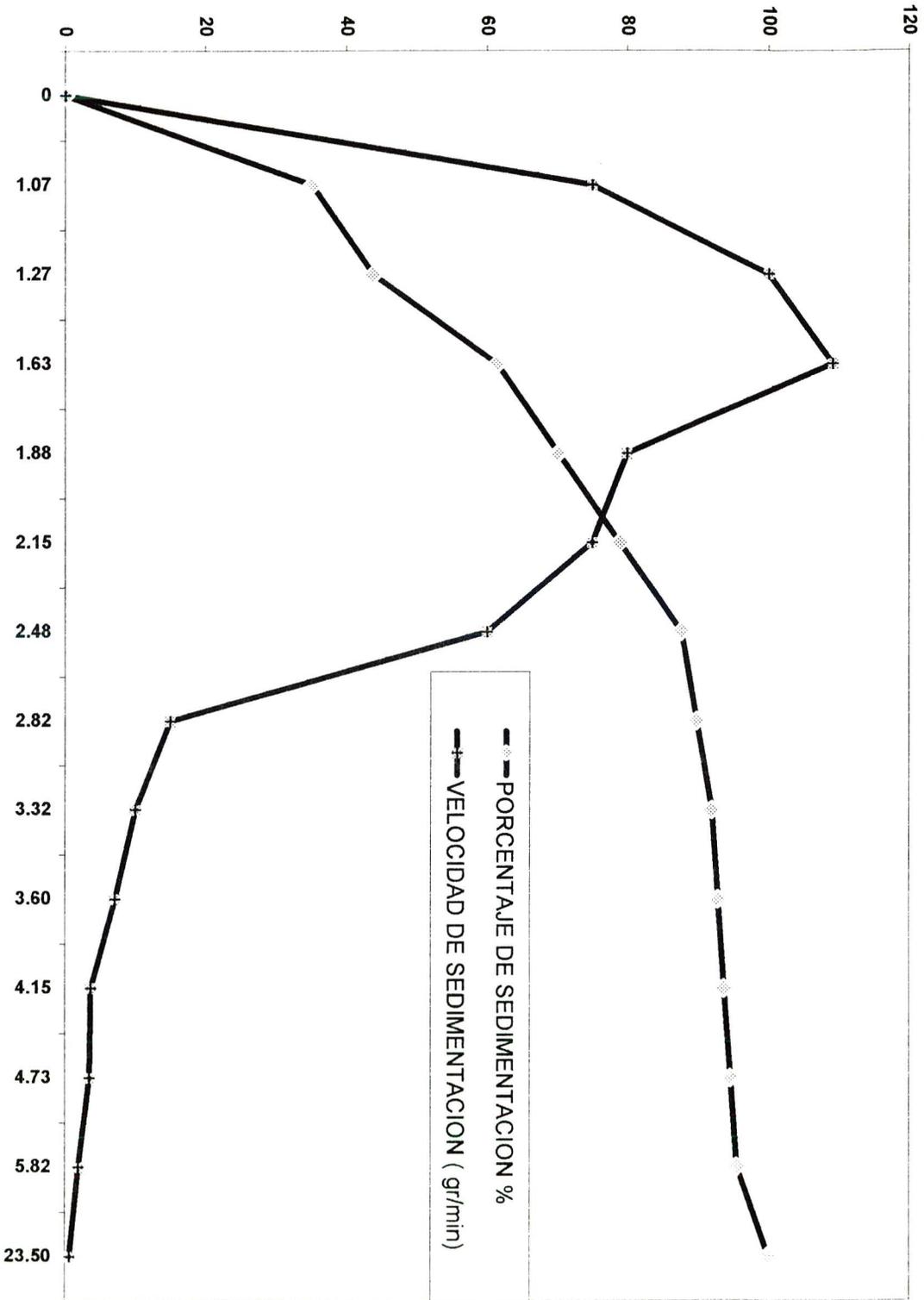
4.4.1 ANÁLISIS DEL AGUA:

1. La cantidad nominal de agua utilizada en la pulidora es de 20m³/ hora. El agua derivada del piso es reutilizable, ya que para su verificación se utilizaron los métodos aprobados por CONAMA
2. La viscosidad de la lechada es de 114 cp
3. La densidad de este líquido es de 1.0 gr/cm³
4. El porcentaje de sólidos totales en la lechada es de 3.08%, mientras que el porcentaje de sólidos en el sedimento es de 35.1%.
5. El pH de la solución es de 7.4 y sale al efluente a una temperatura de 27°C.
6. Dentro del análisis del agua se obtuvo el resultado de la sedimentación el cual se encuentra en la tabla 1 y gráfica 1 de las siguientes páginas, donde se puede observar que, el tiempo de sedimentación del 87% de los lodos, es de 2.19 minutos.

**TABLA DE SEDIMENTACION
(TABLA 1)**

TIEMPO DE SEDIMENTACION (minutos)	PORCENTAJE DE SEDIMENTACION %	VELOCIDAD DE SEDIMENTACION (gr/min)
0	0	0.00
1.07	35.09	75.00
1.27	43.86	100.00
1.63	61.40	109.09
1.88	70.18	80.00
2.15	78.95	75.00
2.48	87.72	60.00
2.82	89.91	15.00
3.32	92.11	10.00
3.60	92.98	7.06
4.15	93.86	3.64
4.73	94.74	3.43
5.82	95.61	1.85
23.50	100	0.57

VELOCIDAD Y PORCENTAJE
DE SEDIMENTACION



GRAFICA 1
SEDIMENTACION DE LODOS

PRUEBA DE RESISTENCIA DE LOS LODOS TABLA 1

Se elaboraron cinco pruebas con diversos porcentajes de lodos como se describe a continuación:

El total de la mezcla fue 650 grms

	PRUEBA 0	PRUEBA 1	PRUEBA 2	PRUEBA 3	PRUEBA 4	PRUEBA 5
PORCENTAJE DE LODOS (%)	3%	4.00%	5%	6.00%	8.00%	10%
CANTIDAD EN GRAMOS (grms)	0	3.25	6.5	9.75	13	16.25
CANTIDAD DE LA MEZCLA ORIGINAL(grms)	650	646.75	643.5	640.25	637	633.75
TOTAL DE TODAS LAS MEZCLAS	650	650	650	650	650	650
RESISTENCIA DE COMPRESIÓN (N/M2)	3.5	3.3	3	3.2	3.4	3.3

5. DISCUSIONES

5.1 CONFRONTACION DE RESULTADOS:

Como se informó en el Marco Teórico existen muchos modelos y sistemas de desechos y tratamientos tanto del agua como de los desechos sólidos. Debido al proceso del piso muchos de ellos no son aplicables por tal razón se desarrolló el sistema que se propone en la presente , basado en las necesidades que se tienen durante todo el proceso de piso.

Uno de los costos más altos de la elaboración del piso es la materia prima y dentro de ella, la que más se consume es el cemento y la arena; a partir de este elemento clave se desarrolló el análisis tanto físico como químico para poder utilizar el subproducto que se obtiene luego del pulido de piso.

La contaminación ambiental es el factor más importante que desea presentar el presente trabajo y como se podrá observar, si se llega a aplicar bien el sistema se podrá eliminar el problema en un 100% ya que actualmente solamente se está reciclando el agua y no en las condiciones idóneas.

5.2 DISCUSION DE RESULTADOS

Actualmente, como se pudo analizar en la sección de resultados, la empresa utiliza cuatro pozos acuachados en pares (Diagrama 2);, es decir posee cuatro pares de pozos, para la reutilización del agua a través de floculantes para sedimentar.

En las próximas páginas se puede encontrar el diseño y balance del proceso sugerido, el cual cuenta con el ingreso del agua al pulido del piso y luego envía la lechada a los sedimentadores (según diagrama 3), que funcionará a través de tuberías externas de las cuales se irá de pozo en pozo extrayendo el agua de la parte de arriba y evacuándola por una sola tubería. Por otro lado los pozos cuentan con una zona de evacuación inferior para los lodos, los cuales se transportarán hacia un filtro prensa que los compactará y eliminará el agua que aún queda en los lodos. Del filtro prensa se sacan los polvos y se transportarán al inicio del proceso para luego utilizarlo como materia prima de la mezcla del mortero de la cara oculta .

Las ventajas alcanzadas con el sistema sugerido son:

1. El ahorro obtenido en el agua como en la materia prima.
2. La limpieza y facilidad para el manejo de los desechos.
3. La reutilización de los desechos como materia prima en la cara oculta del piso.
4. La más importante, la eliminación de la contaminación ambiental tanto en el agua como en los lodos que se desechan actualmente en un barranco.

DIAGRAMA ACTUAL DEL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DIAGRAMA 2

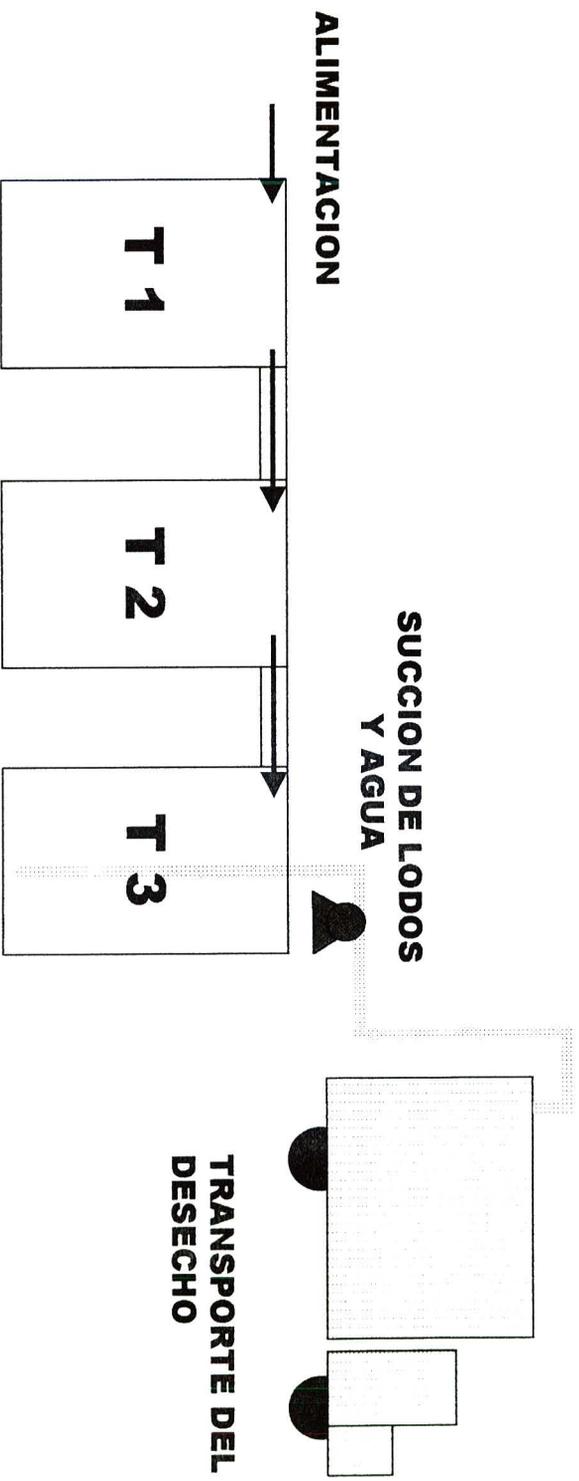
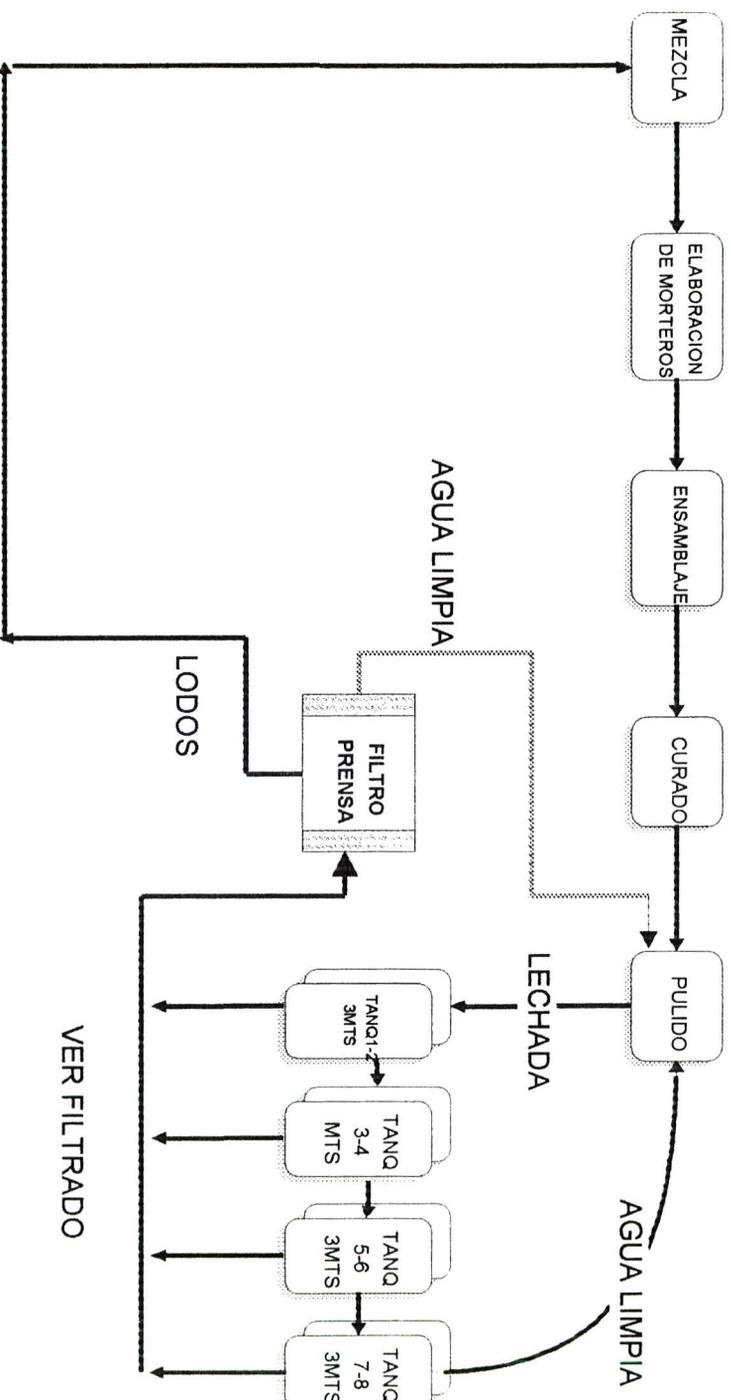


DIAGRAMA PROPUESTO DE RECICLAJE DEL AGUA Y LODOS DIAGRAMA 3



Dentro de lo que es la sedimentación se pudo observar y analizar que el floculante que actualmente se utiliza está bien pero, debe ser controlado en base a la velocidad que se presenta en la gráfica (1) la cual está relacionada con el flujo de líquido que se produce por minuto.

Al contemplar en la gráfica (1) a los cinco minutos se tiene sedimentado el 96% de los lodos por lo que la sedimentación y el reciclaje del agua puede darse a esa velocidad, sin embargo el proceso en general requiere que sea menor la velocidad como se observa en el balance de masas.

Los sedimentadores conectados en serie permitirán que los desechos alcancen mejor evacuación y el ritmo de llegar al filtro prensa sea regular. Por otro lado, hará que el agua salga mucho más limpia ya que actualmente el agua que se reutiliza y llega a la pulidora esta con un alto porcentaje de lodos por succionarla de la parte de arriba con una manguera lo que no permite que el piso alcance el brillo que podría tener. Otro de los puntos, dentro de lo que es el pulido, es que uno de los fines de utilizar agua dentro de la máquina es el control de la temperatura y al salir de la máquina entra bastante alta y por ello vuelve a entrar a temperatura alta ;con el sistema de sedimentadores en serie se logrará obtener una mayor eficiencia en lo que es el enfriamiento en máquina.

Por otro lado el filtro prensa tiene tres factores básicos que se deben analizar , flujo, % sólidos y manta a utilizar. Para la implementación del filtro prensa se tiene la gráfica de la pendiente que relaciona el volumen, el área y el caudal a partir de la ecuación:

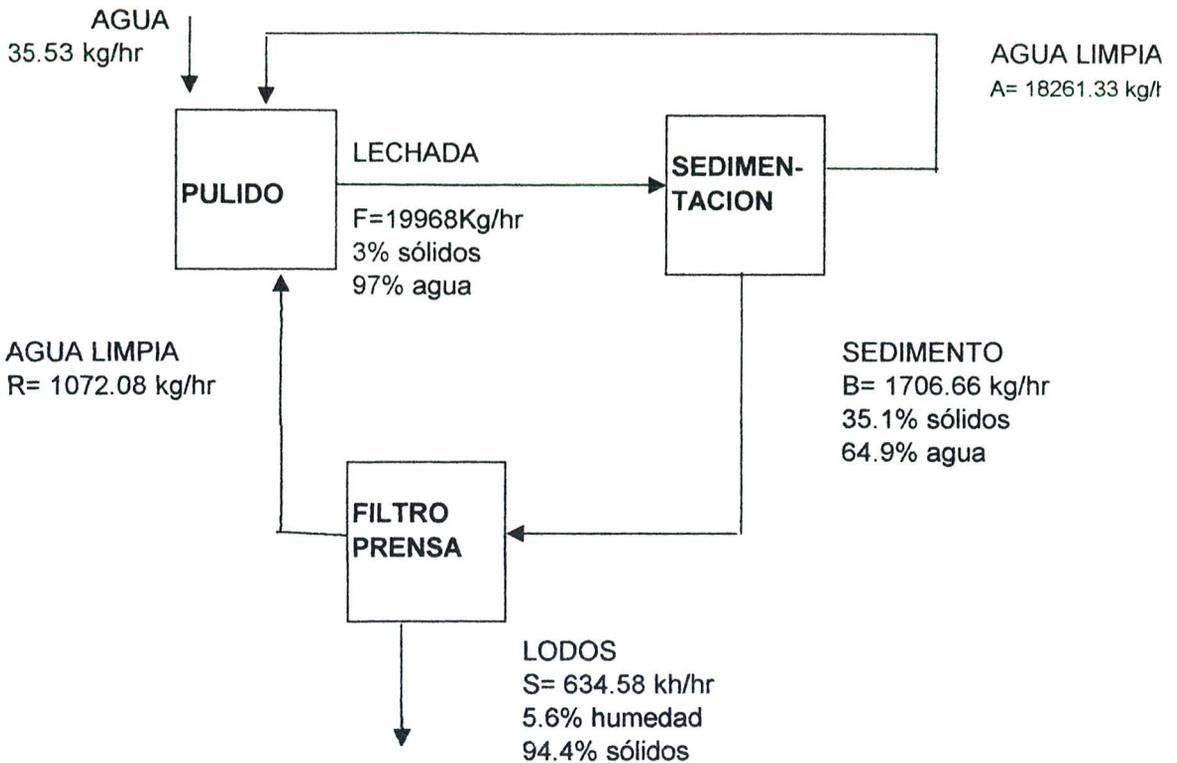
$$\frac{Q}{V/A} = aP^x Q + b P$$

Luego se debe relacionar la velocidad por el tiempo, se recomienda como un trabajo futuro el diseño del filtro prensa para el tipo de proceso y fluido ya mencionado.

Uno de los puntos que se analizaron para la reutilización de los polvos fue percatarse de la relación que existe entre la resistencia que tiene la mezcla original y la mezcla a diversos porcentajes como se muestra en la tabla 1. Es importante darse cuenta que no hubo ninguna relación entre el porcentaje que se utilizó de lodos y la resistencia del piso por lo que se considera que no es significativo para cambiar las características del mismo y podría utilizarse sin ningún inconveniente.

La cantidad para la reutilización de polvos se encuentra en un 9.6% por lo que se podría utilizar en su totalidad el residuo del piso sin tener pérdida alguna en los materiales. (Ver el diagrama 4 y 5 páginas 48 y 49).

BALANCE DE MASAS DE TRATAMIENTO DE AGUA Y LODOS



Balace de agua en el sedimentador

entra= sale+ acumulación
 considerando un proceso estable
 entonces acumulación =0 por lo que Entra= Sale

$$FX0.97 = A+B(0.649)=19968X0.97 \quad \text{ECUACION 1}$$

Balace de masa en el filtro prensa

$$S X 0.944 = 19968 X 0.03$$

$$S = 634.58 \text{ Kg/ Hr}$$

Sólidos a reprocesar en la mezcla = $634.58\text{Kg/hr} \times 0.944 = 599.04 \text{ kg/hr}$

Es decir, que diariamente se consume en cemento

202 sacos o 19392 Lbs
8796,06 Kgr

De arena tenemos

48480 Lbs de arena amarilla o
21990,15 Kgr

Entonces la cantidad total en Kilogramos de la mezcla es: 30786.22 Kg/día

Por otro lado, la planta trabaja al 62% de eficiencia, por lo que la cantidad de lodos recuperados en el filtrado es de

$599 \text{ Kg/ Hr} \cdot 0.62 = 371.38 \text{ kg/hr}$
y se trabajan 8 horas diarias por lo que tenemos **2971,04 Kg/ día**

Entonces la cantidad a reprocesar será de:

Reproceso= lodos recuperados / total de mezcla

Reproceso= $2971.04/30786.22 \cdot 100=9.65 \%$

Cantidad ahorrada de mezcla por año reprocesando 9.65%:

$2971.04 \text{ kg/día} \cdot 320 \text{ días/año} = 95052.8 \text{ kg/año}$

Costo de la mezcla:

costo de 240 lb de arena = Q12.00

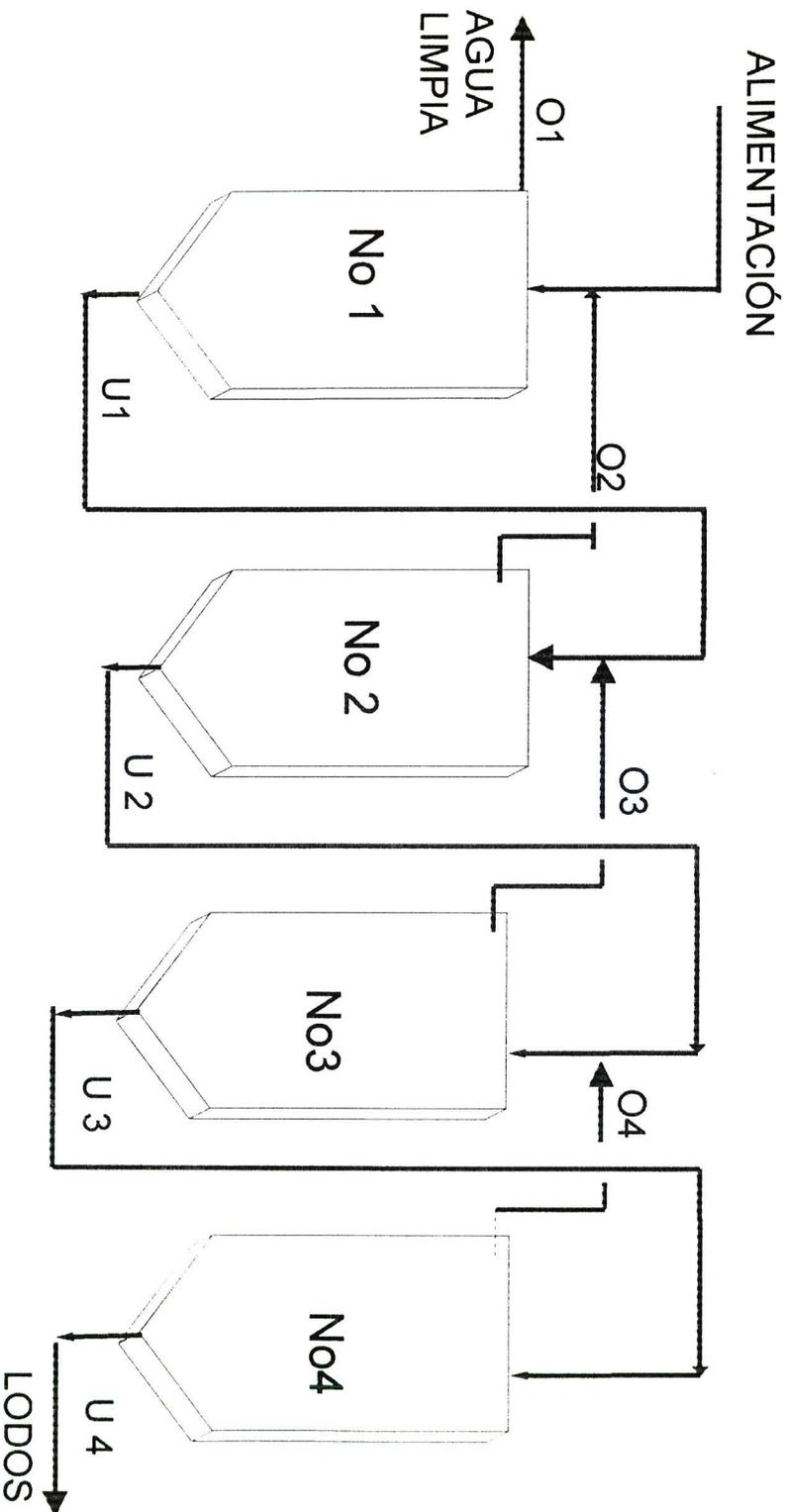
costo de 96 lb de cemento = Q27.00

Costo por kilo de mezcla = $Q 39.00/336\text{lb} \cdot 2.2 \text{ lb/kg} = Q0.2553 / \text{kg mezcla}$

Ahorro anual por reproceso de lodos

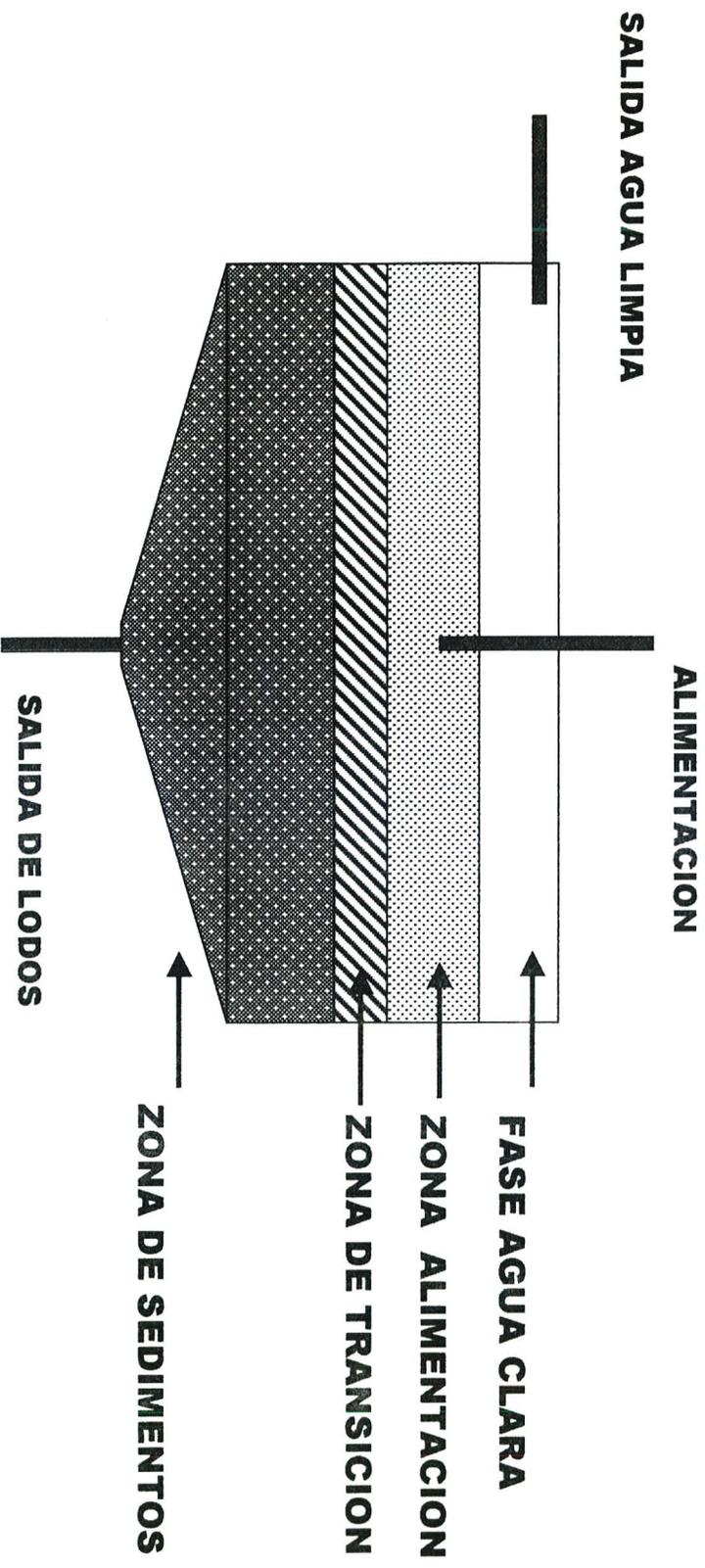
$95052.8 \text{ kg/año} \cdot Q0.2553 / \text{kg} = Q 24266.98$

DIAGRAMA PROPUESTO DISEÑO DE SEDIMENTADORES CONTINUOS DIAGRAMA 4



CONCENTRACIÓN DE LODOS No 4 > No3>No 2 >No 1

DETALLE DE TANQUE SEDIMENTADOR DIAGRAMA 5



6. CONCLUSIONES

6.1 CONCLUSIONES:

1. La contaminación ambiental generada de los lodos y del agua del piso de granito se elimina a través del reciclaje de los lodos por medio de un sistema de sedimentación en serie, compactando los lodos a través de un filtro prensa y desechando los mismos o reutilizándolos en el proceso del piso para la mezcla de la cara oculta.
2. La contaminación que generan los lodos derivados del piso de granito según el Decreto 60-89 de CONAMA es respiratoria y visual, ya que al secarse su densidad es debajo de 1, por lo que el polvo que se genera, afecta a las personas y a los animales.
3. Con la implementación del sistema propuesto se evitará que cualquier Institución Ambiental , restrinja el desempeño de la fábrica.
4. La reutilización de los lodos permite ahorrar Q 24,266.98 anualmente y optimiza la utilización del agua que actualmente se consumen 35.53 Kg/Hr de agua municipal. Sin embargo, su mayor beneficio, es en la facilidad de eliminación del desecho y la Seguridad Industrial con la que se puede desarrollar la empresa.
5. Actualmente ,la planta trabaja a un 60% de su eficiencia, debido a que la forma de abastecer la pulidora es manualmente y no alcanzan la velocidad que la máquina tiene para poder pulir.
6. La buena clarificación del agua permite que el piso alcance un mejor acabado en abrillantado y pulido ya que el nivel de grano que llevaría, sería cero.

VII. RECOMENDACIONES

7.1 RECOMENDACIONES

De lo desarrollado durante el trabajo se sugiere lo siguiente:

1. Colocar los sedimentadores en serie para alcanzar la optimización en los materiales y el desecho de los sólidos permitiendo un buen reciclaje.
2. Se sugiere comprobar si el polvo ,luego de pasar por el filtro prensa funciona como recubrimiento plástico.
3. Se recomienda, para un futuro análisis ver si la mezcla tiene la capacidad de utilizarse como aislante térmico combinado con cemento y algún refractario.
4. Debido a que una de las finalidad del agua es funcionar como enfriador, se sugiere comprobar si se puede utilizar un pequeño enfriador en el momento en que ingresa el agua en la pulidora.
5. Si no se implementa el sistema se sugiere que el agua se succione solamente del último pozo ya que la cantidad de sólidos que ingresan es muy alta y reduce totalmente la eficiencia de pulido de la máquina.
6. Implementar y mejorar las buenas prácticas de manufactura para eliminar la contaminación en la empresa y empleados.

VIII.GLOSARIO

8.1 GLOSARIO:

Residuos: Se define como residuos a aquellas sustancias u objetos móviles, sin uso directo, de los cuales el poseedor quiere deshacerse o está requerido a deshacerse de acuerdo a las leyes nacionales vigentes. (EPA/RCRA C-1004, 1995)

Residuos Peligrosos: Se define como residuos peligrosos los sólidos pastosos, líquidos, así como gaseosos contenidos o no, en recipientes, que por su reactividad química o sus características tóxicas, explosivas, corrosivas, biológicas y otras, pueden causar daños a la salud o al medio ambiente. No se incluye residuos radioactivos. (EPA/RCRA C-1005, 1995)

Bioactividad: Es la característica de ciertos materiales biológicos que conservan la presencia viva de microorganismos que pueden ser patógenos para el ser humano. (EPA/RCRA, 1004, 1995)

Desarrollo Sostenible: Desarrollo que satisface las necesidades del presente, sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer las propias. (UICN, "Cuidar la tierra", 1996).

Administración Ambiental: Son los principios y metas ambientales que deben ser parte del desempeño administrativo de la empresa y un compromiso ineludible. (PEA, 1996).

Auditoría Ambiental: Es un instrumento de análisis que comprende una evaluación sistemática, documentada, periódica y objetiva de la eficiencia de los procedimientos destinados a la protección del ambiente, que se realiza para facilitar el control de las operaciones, determinar si se satisfacen las metas y reorientar las acciones de prevención si fuera necesario. (PEA, 1996)

Aguas servidas: Son las aguas o desechos procedentes de las industrias, explotaciones agropecuarias y municipalidades del país, que se depositan en los cuerpos receptores de aguas superficiales, subterráneas o costeras. Se consideran dos tipos de aguas servidas:

- Descarga directa: la que va directamente de la entidad generadora al cuerpo de agua receptor.
- Descarga indirecta: es la de aquellas entidades generadoras en las que su sistema de afluentes está conectada al sistema público del alcantarillado. (Decreto 60-89)

Sedimentación: Este término se refiere a la remoción de partículas más pesadas que el agua a clarificar, haciendo uso de la fuerza de la gravedad. Este proceso es el más usado en el tratamiento de agua a potabilizar y de aguas servidas. (EPA/RCRA, C-1003, 1995)

Del Programa de Estudios Ambientales se sacaron los siguientes términos: (ICAITI, 1996)

Filtración: Es un procedimiento de clarificación de agua en el que se hace una mezcla sólido-líquido pase por un medio poroso que retiene los sólidos y deja pasar el líquido.

Adsorción: Se refiere a la penetración del ion o la molécula dentro del complejo molecular.

Coagulación: Algunos especialistas en el tratamiento de agua utilizan este término para denominar el fenómeno de la desestabilización coloidal.

Floculación: Es la aglomeración de los coloides descargados.

Gradiente de Velocidad: Siempre que ocurre, en un líquido, una turbulencia provocada por un agitación, hay diferentes velocidades en cada punto en que cambia la velocidad se le llama gradiente de velocidad.

Corrosividad: Es la característica de ciertas sustancias de afectar los materiales con que entran en contacto, destruyendo su estructura molecular y con ella reduciendo su capacidad y resistencia mecánicas.

Reactividad: Es la característica de ciertas sustancias para reaccionar violentamente en la presencia de alguna otra.

Explosividad: Es la característica de algunos materiales de generar una combustión instantánea o una reacción química espontánea.

Toxicidad: Es la propiedad de cierta sustancia de causar la muerte o daños biológicos severos a los organismos vivos.

Inflamabilidad: Es la propiedad de ciertas sustancias de iniciar su ignición en condiciones normales de temperatura.

IX.REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

8.1 REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Evertt, A. (1988). **Administración de la Producción y las operaciones.** (4ta ed). México, Prentice Hall Hispanoamericana.

Colo, M. (1978). **Agua su Calidad y Tratamiento.** Centro Regional de ayuda Técnica. Agencia para el Desarrollo Industrial. México.

CONAMA. (1989) . **Reglamento de requisitos mínimos y sus límites máximos permisibles de contaminación para la descarga de aguas servidas.** Acuerdo gubernativo número 60-89. Presidente de la República. Guatemala.

Cruz, O. (1995). **Disposición Final de los Desechos Sólidos en la Ciudad de Antigua Guatemala.** Tesis Inédita. Universidad San Carlos de Guatemala.

Cruz, J. (1979). **Tratamiento Terciario de Aguas Servidas de Origen Doméstico e Industrial por medio de Jacintos de Agua.** Escuela Regional de Ingeniería Sanitaria a nivel Post-grado. Universidad San Carlos de Guatemala.

ICAITI. (1996). **Programa de estudios ambientales.** Guatemala.

Leytayf, J. (1994). **Seguridad, Higiene y Control Ambiental.** México, McGraw-Hill.

Niebel, B (1990). **Ingeniería Industrial- Métodos, Tiempos y Movimientos.** (8a ed), México, Ediciones Alfaomega.

Robles, S. (1979). **Estudio preliminar del tratamiento de las aguas de lavado de café con jacinto de agua.** Tesis Inédita . Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala.

Samuels, S. (1979). **Uso de polielectrolítos como auxiliares de la coagulación en la planta de tratamiento de agua "Lo de Coy".** Tesis Inédita. Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala.

------(1982). **Manual de Aguas para usos Industriales.** Tercera ed. American Society for testinf an Materials. Philadelphia, Pennsylvania. ASTM. Editorial Limusa, México.

REFERENCIAS DE EXPERTOS

Encargado de Aguas Servidas. CONAMA. **Ingeniero Víctor Arias.**

X. ANEXOS

	ANCHO MM	LARGO MM	ALTURA INICIAL MM	ALTURA FINAL MM	VOL. INICIAL MM3	VOL.FINAL MM3	VELOCIDAD PISOS/MINUTO
PISO 1	300	300	27.5	24	2475000	2160000	28.3
PISO 2	400	400	27.5	24	4400000	3840000	26.7

ANEXO 3

DETERMINACION DE CANTIDAD DE PULIDO

$$V1 \cdot V2 = 2160000 - 2475000 = \boxed{315000 \text{ MM}^3}$$

ENTONCES

$$315000 \frac{\text{MM}^3}{\text{UN}} \cdot \frac{1 \text{ CM}^3}{(10 \text{ MM})^3} \cdot \frac{1 \text{ Grms}}{\text{CM}^3} \cdot 28.3 \frac{\text{UN}}{\text{MIN}} \cdot 60 \frac{\text{MIN}}{\text{HR}} \cdot \frac{1 \text{ Kg}}{1000 \text{ Grms}} = \boxed{599.05 \frac{\text{Kg POLVO}}{\text{HR}}}$$

LA DENSIDAD RELATIVA

$$R_0 = \frac{1.12 \text{ GR}}{\text{CM}^3}$$

MEZCLA AL 3% DE SOLIDOS

Para calcular la cantidad de lechada que sale se elaboró la siguiente ecuación

$$\text{LECHADA} = \frac{599.05 \text{ Kg}}{\text{HR}} \cdot \frac{\text{POL}}{0.03 \text{ Kg POLVO}} = \boxed{19968.48 \text{ Kg LECHADA}}$$

AHORA LA CANTIDAD DE AGUA QUE SE VA OBTENER ES:

$$97\% \frac{\text{AGUA}}{\text{LECHADA}} \longrightarrow 19968.48 \times 0.97 = 19369.42 \frac{\text{Kg/HR}}{\text{LECHADA}} = \boxed{19.369 \text{ M}^3/\text{HORA DE AGUA}}$$

58

