



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Mecánica

MANUAL DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA PLANTA DE ASFALTO DE CONTRAFLUJO

Gustavo Adolfo Cortéz Guevara
Asesorado por el Ing. René Abigail Rivera Pedroza

Guatemala, octubre de 2021

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**MANUAL DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA PLANTA DE ASFALTO
DE CONTRAFLUJO**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR

GUSTAVO ADOLFO CORTÉZ GUEVARA

ASESORADO POR EL ING. RENÉ ABIGAIL RIVERA PEDROZA

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE
INGENIERO MECÁNICO

GUATEMALA, OCTUBRE DE 2021

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada
VOCAL I	Ing. José Francisco Gómez Rivera
VOCAL II	Ing. Mario Renato Escobedo Martínez
VOCAL III	Ing. José Milton De León Bran
VOCAL IV	Br. Kevin Vladimir Armando Cruz Lorente
VOCAL V	Br. Fernando José Paz González
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada
EXAMINADOR	Ing. Mynor Roderico Figueroa Fuentes
EXAMINADOR	Ing. Milton Alexander Fuentes Orozco
EXAMINADOR	Ing. Herbert Samuel Figueroa Avendaño
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez.

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

En cumplimiento con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

MANUAL DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA PLANTA DE ASFALTO DE CONTRAFLUJO

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica, con fecha 22 de febrero de 2021.

Gustavo Adolfo Cortéz Guevara

Guatemala, 16 de septiembre de 2021

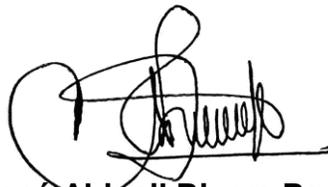
Ingeniero
Gilberto Enrique Morales Baiza
Director de Escuela de Ingeniería Mecánica
Facultad de Ingeniería
Universidad de San Carlos de Guatemala

Ingeniero Morales:

Atentamente me dirijo a usted para hacer de su conocimiento que he revisado y aprobado el trabajo de graduación titulado "Manual de Mantenimiento Preventivo para Planta de Asfalto de Contraflujo", desarrollado por el señor Gustavo Adolfo Cortéz Guevara, previo a optar por el título de Ingeniero Mecánico, estando de acuerdo con el contenido del mismo.

Agradeciendo su atención me suscribo.

atentamente,



René Abigail Rivera Pedroza
Ingeniero Mecánico Industrial
Colegiado 12377
ASESOR



USAC

TRICENTENARIA
Universidad de San Carlos de Guatemala

Facultad de Ingeniería

Escuela de Ingeniería Mecánica

Ref.EIM.129.2021

El Coordinador del Área Complementaria de la Escuela de Ingeniería Mecánica, luego de conocer el dictamen del Asesor y habiendo revisado en su totalidad el trabajo de graduación titulado: **MANUAL DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA PLANTA DE ASFALTO DE CONTRAFLUJO** desarrollado por el estudiante: **Gustavo Adolfo Cortéz Guevara** con Registro Académico: **199415618** y CUI **199415618** recomienda su aprobación.

“Id y Enseñad a Todos”



Ing. Carlos Humberto Pérez Rodríguez
Coordinador Área Complementaria
Escuela de Ingeniería Mecánica

Guatemala, septiembre 2021



USAC

TRICENTENARIA
Universidad de San Carlos de Guatemala

Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Mecánica

Ref.E.I.M.145.2021

El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica, de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor y con la aprobación del Coordinador del Área Complementaria del trabajo de graduación titulado: **MANUAL DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA PLANTA DE ASFALTO DE CONTRAFLUJO** del estudiante **Gustavo Adolfo Cortéz Guevara**, CUI **2448436510101**, Reg. Académico **199415618** y luego de haberlo revisado en su totalidad, procede a la autorización del mismo.

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"



Ing. Gilberto Enrique Morales Baiza
Director
Escuela de Ingeniería Mecánica

Guatemala, octubre 2021

/aej



USAC
TRICENTENARIA
Universidad de San Carlos de Guatemala

Decanato
Facultad de Ingeniería
24189101- 24189102
secretariadecanato@ingenieria.usac.edu.gt

DTG. 563.2021

La Decana de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica, al Trabajo de Graduación titulado: **MANUAL DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA PLANTA DE ASFALTO DE CONTRAFLUJO**, presentado por el estudiante universitario: **Gustavo Adolfo Cortéz Guevara**, y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:


Inga. Anabela Cordova Estrada
Decana



Guatemala, octubre de 2021

AACE/cc

ACTO QUE DEDICO A:

Dios	Señor mío, infinitas gracias por darme las oportunidades y bendiciones.
Virgen María	Gracias por interceder por mí ante tu hijo Jesucristo.
Mis padres	Pedro Cortez (Q.E.P.D.) y Virginia Guevara, por su amor, ejemplo y sacrificio.
Mis Hermanas	Silvia y Flor, por su constante e incondicional apoyo.
Mi esposa	Carolina López, por su apreciada compañía.
Mis hijas	Keila y Laura Cortez, por ser la luz en mi camino.
Mis sobrinos	Sara y Diego, gracias por su presencia.
Mi familia	Por los que no están y siempre creyeron en mí. Y a todos en general que significan mucho en mi vida.

AGRADECIMIENTOS A:

Universidad de San Carlos de Guatemala	Por ser mi alma mater, sitio donde camine hacia un futuro prometedor para mí y mi familia.
Facultad de Ingeniería	Cuna de mis sueños como profesional, ente que con sus docentes iluminó mi camino.
Instituto Nacional Central para Varones	Por mostrarme el camino del esfuerzo y la dedicación para continuar con mis estudios.
Mis Amigos	Marlon Barneond, Keneth Hernández y René Rivera, por su constante apoyo y motivación para culminar mi carrera.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	V
LISTA DE SÍMBOLOS	VII
GLOSARIO	IX
RESUMEN	XI
OBJETIVOS.....	XV
INTRODUCCIÓN.....	XVII
1. CONCEPTOS BÁSICOS DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO	1
1.1. Definición de mantenimiento industrial	1
1.2. Mantenimiento preventivo.....	2
1.3. Actividades principales del mantenimiento preventivo	2
1.4. Funciones del manual de mantenimiento	4
2. GENERALIDADES DE LA PLANTA DE ASFALTO	5
2.1. Historia	5
2.2. Tipos	5
2.3. Plantas de asfalto en frio y en caliente	7
2.4. Diferencia de mezcla asfáltica	9
2.4.1. Tipos de asfalto.....	10
2.4.2. Tipos de agregados	11
2.5. Conceptos de planta de asfalto de contraflujo	12
2.6. Descripción de segmentos de una planta de asfalto de contraflujo.....	13
2.7. Descripción de los sistemas de los segmentos de una planta de asfalto de contraflujo.....	15

3.	SISTEMA DE DOSIFICACIÓN	17
3.1.	Función del sistema de dosificación	17
3.2.	Partes que componen el sistema de dosificación	17
3.3.	Sistema de secado	19
	3.3.1. Función del sistema de secado	20
	3.3.2. Partes que componen el sistema de secado	21
3.4.	Sistema de filtrado	22
	3.4.1. Función del sistema de filtrado	22
	3.4.2. Partes que componen el sistema de filtrado	23
3.5.	Sistema de mezclado	24
	3.5.1. Función del sistema de mezclado	24
	3.5.2. Partes que componen el sistema de mezclado	24
4.	SISTEMA DE TRANSPORTE Y ABASTECIMIENTO	27
4.1.	Función del sistema de abastecimiento	27
4.2.	Partes que componen el sistema de abastecimiento	27
4.3.	Sistema de transporte de desplazamiento	29
	4.3.1. Función del sistema de abastecimiento	29
	4.3.2. Partes que componen el sistema de abastecimiento	29
4.4.	Sistema de control	30
	4.4.1. Función del sistema de control	30
	4.4.2. Partes que componen el sistema de control	31
5.	GENERALIDADES DEL MANUAL DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO	35
5.1.	Mantenimiento cada 250 horas	35
5.2.	Mantenimiento cada 500 horas	36
5.3.	Mantenimiento cada 750 horas	38

5.4.	Mantenimiento cada 1000 horas	39
5.5.	Mantenimiento cada 2000 horas	39
5.6.	Mantenimiento cada 5000 horas	40
CONCLUSIONES		41
RECOMENDACIONES.....		43
BIBLIOGRAFÍA.....		45

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

1.	Planta contraflujo	14
2.	Ajuste dosificador.....	18
3.	Secador de aridos.....	21
4.	Identificación general de los componentes sistema de filtrado.....	23
5.	Sistema de mezclado	25
6.	Identificación general de componentes	28
7.	Identificación general de los componentes	30
8.	Panel de control.....	32
9.	Periodo de sustitución de lubricantes.....	38

TABLAS

I.	Mantenimiento de reductores	37
----	-----------------------------------	----

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
mm	Milímetro
nm	Nanómetro
Ton	Tonelada
Ton/h	Tonelada por hora de producción

GLOSARIO

Agregados	Materiales duros e inertes, áridos utilizados en la fabricación de mezcla asfáltica.
Agregado pétreo	Árido compuesto de partículas duras, de forma y tamaño estable.
Árido	Material pétreo compuesto de partículas duras, de forma tamaño estable.
Asfalto	Sustancia negra, bituminosa, sólida o semisólida, dependiendo de la temperatura, cuyos componentes predominantes son bitúmenes que se dan en la naturaleza o por la destilación de petróleo, utilizado en la fabricación de cementos asfálticos.
Atomizador	Elemento utilizado para dividir en partes sumamente pequeñas, especialmente un líquido.
Bachada	Volumen que genera un mezclador de planta intermitente por período. Calibración Ajuste de la planta de asfalto con el fin que tenga la precisión deseada al operar.

Bitumen	Material altamente viscoso de color negro formado por diversas sustancias orgánicas, principalmente hidrocarburos.
Cemento asfáltico	Material obtenido por refinación de residuos de petróleo, y que debe satisfacer requerimientos establecidos para su uso en la fabricación de mezcla asfáltica en caliente. Para su trabajabilidad es necesario su calentamiento.
Cribado	Seleccionar por tamaños los agregados pétreos por medio de sistemas mecánicos de cribas; tamices.
Emulsión asfáltica	Dispersión por medios mecánicos de asfalto en agua, a la cual se incorpora un emulsificador para mantener estable la dispersión.
Energización	Alimentar con energía eléctrica un circuito o cualquier elemento conductor.
Gilsonita	Una forma muy pura de asfalto encontrada en Utah y Colorado; utilizado para hacer pinturas, barnices y linóleo.
Granulometría	Es la distribución por tamaños de las partículas de un árido. Para conocer la distribución de tamaños de las partículas que componen una muestra de árido se separan estos mediante cedazos o tamices.

Parafínica

Familia de hidrocarburos que se caracteriza por la fórmula general C_nH_n .

RESUMEN

Es apropiado constituir que la planta de asfalto de contraflujo está conformada por varios segmentos, concluyendo que es necesario implementar un manual de mantenimiento para unificar estos y hacer de ello un soporte al propietario de la máquina en mención. Con esto apoyaremos no solo al propietario sino a las próximas ediciones de las plantas de asfalto de contraflujo, donde tendrán un punto de inicio para coordinar el plan de mantenimiento adaptando los cambios sugeridos por él fabricante y distribuidor de las mismas.

El manual de mantenimiento para la planta de asfalto de contraflujo será una herramienta para el departamento que efectúa el mantenimiento, una guía práctica para la realización del mismo, alcanzar a monitorear los controles necesarios que conlleva un eficiente mantenimiento preventivo, y evitar contratiempos debido a la detención no programada del equipo, logrando con esto minimizar los tiempos muertos ocasionados por fallas.

Al unificar los diferentes sistemas de la planta de asfalto de contraflujo, ganaremos tiempo al utilizar un solo documento de apoyo y aumentar la eficiencia del personal a cargo del mantenimiento.

OBJETIVOS

General

Proporcionar una guía al propietario, del mantenimiento de una planta de asfalto de contraflujo, unificando los sistemas y segmentos, brindando al departamento de mantenimiento un soporte al implementarlo, logrando minimizar los tiempos muertos en el procedimiento del mismo.

Específicos

1. Elaborar un manual de mantenimiento que brinde apoyo, colaborando con el departamento que realiza los mantenimientos de la planta de asfalto.
2. Proponer la metodología a implementar, para el correcto proceso de mantenimiento, minimizando así los tiempos muertos.
3. Describir herramientas básicas para el correcto mantenimiento en la planta de asfalto de contraflujo.
4. Elaborar el manual de mantenimiento preventivo.

INTRODUCCIÓN

El constante progreso de la comunicación ha permitido la innovación de equipo de construcción, que con las nuevas tecnologías implementen nuevos componentes que satisfagan la ininterrumpida necesidad de materia prima para la cimentación de carreteras que contribuyan al desarrollo de comunidades que necesitan la viabilidad hacia distintos puntos fuera de sus fronteras, así como también al mantenimiento de las ya construidas.

La planta de asfalto es un conjunto de máquinas que genera una producción constante de asfalto que la conforman distintos segmentos, tales como el sistema de dosificación que mantiene una exactitud en la cantidad requerida de los agregados, el sistema de secado que funciona a través de la aplicación de calor logrando la remoción de humedad y calentamiento de los agregados, sistema de filtrado que contribuye a la producción constante y baja emisión de contaminantes hacia la atmosfera, sistema de mezcla que logra en justo tiempo la homogeneidad de la misma, sistema de control que controla los segmentos y la producción, sistema de transporte y abastecimiento de mezcla facilitando su transportación hacia el proyecto en construcción o mantenimiento.

1. CONCEPTOS BÁSICOS DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

1.1. Definición de mantenimiento industrial

El objetivo del mantenimiento, es optimizar la disponibilidad del equipo al menor costo posible, tratando de minimizar las fallas que puedan ocurrir, a fin de evitar paradas en su operación. A continuación, se hace un listado de los objetivos del Mantenimiento¹.

- Objetivos del Mantenimiento
 - Evitar, reducir, y en su caso, reparar, las fallas sobre los bienes.
 - Disminuir la gravedad de las fallas que no se puedan evitar.
 - Evitar detenciones inútiles o paradas de máquinas.
 - Evitar accidentes.
 - Evitar incidentes y aumentar la seguridad para las personas.
 - Conservar los bienes productivos en condiciones seguras y preestablecidas de operación.

¹ PALENCIA GARCÍA, Oliverio, *Gestión Moderna del Mantenimiento Industrial*. 2012. 76 p.

- Balancear el costo de mantenimiento con el correspondiente al lucro cesante.

1.2. Mantenimiento preventivo

El mantenimiento preventivo es una técnica científica del trabajo industrial, que en especial está dirigida al soporte de las actividades de producción y en general a todas las instalaciones empresarias².

1.3. Actividades principales del mantenimiento preventivo

El mantenimiento preventivo es, además, aquel que incluye las siguientes actividades:

- Inspección periódica de activos y del equipo de la planta, para descubrir las condiciones que conducen a paros imprevistos de producción, o depreciación perjudicial.
- Conservar la planta para anular dichos aspectos, adaptarlos o repararlos, cuando se encuentren aun en una etapa incipiente.
- Ventajas del mantenimiento preventivo:
 - Disminuye el tiempo ocioso, hay menos paros imprevistos.
 - Disminuye los pagos por tiempo extra de los trabajadores de mantenimiento en ajustes ordinarios y en reparaciones en paros imprevistos.

² PASTOR TEJEDOR, Ana Clara. *Gestión Integral de Mantenimiento*. 1997, 84 p.

- Disminuye los costos de reparaciones de los defectos sencillos realizados antes de los paros imprevistos.
- Habrá menor número de productos rechazados, menos desperdicios, mejor calidad y por lo tanto el prestigio de la empresa crecerá.
- Habrá menor necesidad de equipo en operación, reduciendo con ello la inversión de capital y aumenta la vida útil de los existentes.
- Mayor seguridad para los trabajadores y mejor protección para la planta.
- Cumplimiento con los cupos y plazos de producción comprometida.
- Conocer anticipadamente el presupuesto de costos de mantenimiento.
- Conocer los índices de productividad por sector.
- Alcance del mantenimiento preventivo
 - Un buen programa de mantenimiento preventivo incluirá la mayor parte de los bienes físicos de la planta; se asegurará de incluir funciones estacionales del equipo mismo.
 - El mantenimiento preventivo es relativamente moderno el desarrollo y aceptación que ha tenido en los últimos tiempos ha supuesto el que se haya aplicado, en ocasiones, un poco indiscriminadamente.
 -

1.4. Funciones del manual de mantenimiento

Un manual de mantenimiento describe las normas, la organización y los procedimientos que se utilizan en una empresa para efectuar la función de mantenimiento. Donde en cada una de las etapas se describen los procedimientos y las operaciones necesarias para administrar el proceso de mantenimiento de una forma amplia.

Debido a la importancia mantenimiento en la prolongación de la vida útil de los equipos, y en el mantenimiento de su funcionamiento adecuado, se han determinado diez pasos generales que debe poseer una rutina de mantenimiento. Estos pasos generales son los que constituyen la base de las rutinas para cada equipo; su aplicabilidad es determinada por las características específicas de cada equipo. Estos pasos son:

- Inspección de condiciones ambientales
- Limpieza integral externa
- Inspección externa del equipo
- Limpieza integral interna
- Inspección interna
- Lubricación y engrase
- Reemplazo de partes intercambiables
- Ajuste y calibración
- Revisión de seguridad eléctrica
- Pruebas funcionales completas

2. GENERALIDADES DE LA PLANTA DE ASFALTO

2.1. Historia

La empresa inicia operaciones en el año 2000, brindando los servicios para el mantenimiento de la red vial, así como el diseño, construcción de carreteras públicas y privadas. En los años siguientes, logro expandir su cobertura en el diseño, construcción, mantenimiento de tramos de carretera dentro de los diferentes Departamentos de Guatemala.

2.2. Tipos

Una planta de asfalto es un conjunto de equipos mecánicos y electrónicos en donde los agregados son combinados, calentados, secados y mezclados con asfalto para producir una mezcla asfáltica con todas las especificaciones requeridas, es decir, que contengan los sistemas que permitan calibrar la dosificación de agregados, cemento asfáltico y la temperatura necesaria para su mezclado:

- Plantas continuas son de características más simples, adecuadas especialmente para concretos asfálticos a los que no se les exija especificaciones de gran rigidez.
 - Importancia de plantas continuas, una de las cosas más importantes en las plantas son el muestreo y los ensayos. Los datos obtenidos de estos ensayos son los instrumentos con los cuales se controla la calidad del producto. Por esta razón, se debe tener

mucho cuidado para seguir correctamente los procedimientos de muestreo y de ensayo. El muestreo es especialmente importante, una de las fallas más comunes radica en que las muestras analizadas en los ensayos no son representativas del lote de donde provienen. Es importante contar con agregados y asfalto que cumplan con todas las especificaciones, así como con una planta calibrada según el diseño de la mezcla asfáltica, esto es un requisito indispensable para elaborar concretos asfálticos satisfactorios en lo que respecta a producción, pero no hay que perder de vista que la colocación es determinante para conseguir un comportamiento adecuado de la mezcla aplicada, es decir, todo el trabajo realizado hasta la producción se puede perder por una inadecuada colocación.

- Procedimiento o pasos de una planta de asfalto continua, el proceso de elaboración en este sistema, consiste en los siguientes pasos: Dosificación de agregados, homogeneización, secado, inyección de asfalto, mezclado, elevación, almacenamiento y carga de camión. Dependen de las condiciones especiales del tendido de carpeta como pueden ser: temperatura ambiente, distancia de acarreo, facilidad de colocación, número de camiones disponibles, entre otros. La dosificación de los agregados y asfalto es básica, dado que no hay manera de dosificarlo por unidad de peso directamente, sino por flujo de material.

- Características de una planta de asfalto continua, son de características más simples, adecuadas especialmente para concretos asfálticos a los que no se les exija especificaciones de gran rigidez. En una planta continua preciso mantener una dosificación volumétrica continua de los materiales.
- Componentes de una planta de asfalto continua: Tolva fría, compuerta de alimentación en frío, elevador de material en frío, mezclador de tambor, colector de polvo, chimenea de escape, elevador de material caliente, depósito de cemento asfáltico caliente, unidad de cribado, tolvas calientes, depósito de relleno mineral, cuba de pesado de asfalto y cabina de control.

2.3. Plantas de asfalto en frío y en caliente

El principio básico de las plantas para mezcla asfáltica en caliente, es la dosificación exacta de los agregados, siendo, ésta por peso, al igual que la del cemento asfáltico en una forma fluida, siendo esto en los límites de temperatura requeridos, de esta forma se obtiene una mezcla de gran calidad según el diseño establecido.

Las plantas para mezcla asfáltica en caliente pueden clasificarse de la siguiente manera:

- De acuerdo a la forma de producción:
 - Continuas: como su nombre lo indica, en este tipo de plantas llegan al mezclador cada uno de los agregados: agregado grueso, agregado fino, relleno mineral y el cemento asfáltico en forma

continua. Los mecanismos de alimentación están sincronizados con el objeto de que la cantidad de material suministrada en todo momento guarde las proporciones debidas. La diferencia fundamental entre las plantas continuas del tipo convencional y las de tambor mezclador se centra en que en las plantas convencionales el secado de los agregados ocurre antes del mezclado, de forma independiente, y en las plantas de tambor mezclador los procesos de secado y mezclado ocurre en el mismo barril; siendo más simple en las segundas.

- Convencionales
- Tambor mezclador Intermitentes
- De bachada por peso de mazada
- Según su capacidad de producción: Se clasifican según su capacidad de producción en Ton / hora
- De acuerdo a su movilidad:
- Plantas Intermitentes
 - En este tipo de plantas, la dosificación de los agregados se realiza pesando en un recipiente interno (mezclador) cada uno de los agregados calientes, almacenados en los silos del agregado cribado de manera sucesiva y acumulativa, en un orden predeterminado hasta obtener el peso total para ser mezclado. Este peso total está determinado por la capacidad del mezclador y los

pesos de cada uno de los agregados, por la proporción establecida de granulometría prevista en el diseño del tipo de mezcla. La dosificación del cemento asfáltico en este tipo de plantas puede realizarse de las siguientes maneras: a) Por peso: Se pesa en un recipiente y luego se vierte sobre el mezclador. b) Por medida directa del volumen: El cemento asfáltico se vierte en un recipiente de volumen conocido, que generalmente sirve de cuerpo de bomba para su inyección. c) Por medida indirecta del volumen: Mediante bombas continuas de caudal constante que suministra la cantidad de cemento asfáltico durante un tiempo establecido.

2.4. Diferencia de mezcla asfáltica

La mezcla es la capa de superficie para pavimentos, constituida de agregados pétreos, mezclados con material bituminoso; en planta central, en caliente o en frío, o bien en el camino. La mezcla puede ser de textura abierta o cerrada dependiendo de las características de graduación de los agregados pétreos, las mezclas asfálticas en caliente están constituidas por dos materiales: agregados pétreos y cemento asfáltico. Los agregados pétreos se clasifican por tamaños, generalmente divididos en tres grupos: Agregados gruesos, agregados finos y rellenos minerales. Cada uno de los componentes de la mezcla tiene una función especial y depende del diseño y de la dosificación de los mismos, asegurar que no se descuide ninguna de esas funciones.

La función del agregado pétreo es soportar las cargas aplicadas a la estructura del pavimento, donde intervienen las resistencias al desgaste por fricción y la adherencia entre los fragmentos individuales de los agregados. Los agregados con formas angulosas y superficie áspera hacen más estables las mezclas asfálticas.

En las mezclas se utilizan agregados que están natural o artificialmente bien graduados, esto significa que existirán espacios determinados, entre estos; el agregado fino sirve para rellenar estos vacíos. El agregado fino influye en la densidad, y por lo tanto en la resistencia, la granulometría influye en la manejabilidad. Cuando se utiliza un exceso de agregado grueso, la mezcla se hace áspera y dura para manejarse. Cuando se usa un exceso de relleno mineral la mezcla se hace viscosa y también difícil de manejar.

2.4.1. Tipos de asfalto

Los asfaltos son materiales aglomerantes de color oscuro, constituidos por complejas cadenas de hidrocarburos no volátiles y de elevado peso molecular. Estos pueden tener dos orígenes; los derivados de petróleos y los naturales. Los asfaltos naturales, se han producido a partir del petróleo, pero por un proceso natural de evaporación de las fracciones volátiles, dejando las asfálticas solamente. Estos pueden encontrarse como escurrimientos superficiales en depresiones terrestres, dando origen a lagos de asfalto, como los de las islas Trinidad y Bermudas.

También aparecen impregnando los poros de algunas rocas, denominándose rocas asfálticas, como la gilsonita. Así también se encuentran mezclados con elementos minerales, como pueden ser arenas y arcillas en cantidades variables, debiendo someterse a posteriores procesos de purificación, para luego poder ser utilizadas en pavimentación. En la actualidad, no es muy utilizado este tipo de asfalto por cuanto adolece de uniformidad y pureza

Los asfaltos más utilizados en el mundo hoy en día, son los derivados de petróleo, los cuales se obtienen por medio de un proceso de destilación industrial del crudo. Representan más del 90 % de la producción total de asfaltos. La

mayoría de los petróleos crudos contienen algo de asfalto y a veces casi en su totalidad. Sin embargo, existen algunos petróleos crudos, que no contienen asfalto. Con base en la proporción de asfalto que poseen los petróleos se clasifican en: Petróleos crudos de base asfáltica. Petróleos crudos de base parafínica. Petróleos crudos de base mixta (contienen parafina y asfalto). El asfalto procedente de ciertos crudos ricos en parafina no es apto para fines viales, por cuanto precipita a temperaturas bajas, formando una segunda fase discontinua, lo que da como resultado propiedades indeseables, tal como la pérdida de ductilidad. Con los crudos asfálticos esto no sucede, dada su composición.

2.4.2. Tipos de agregados

Los agregados pétreos o agregados simplemente, lo constituyen los áridos de partículas duras de forma y tamaños establecidos. Los agregados se dividen principalmente en tres grupos: agregados gruesos, agregados finos y rellenos minerales. La mayoría de los agregados duros son: arenas, piedra triturada, grava natural y escoria, en Guatemala es de mucho uso las arenas, material de grano fino, procedente de la desintegración natural de las rocas o de la desintegración de areniscas fáciles de desmenuzar; también es de uso común las arenas artificiales procedentes de la trituración de materiales.

Los agregados para pavimentos asfálticos son generalmente clasificados de acuerdo a sus orígenes o fuente; de la forma siguiente: Agregados naturales, para su obtención se han utilizado pocos o ningún proceso, solo para la extracción del banco de materiales; se encuentran hechos de partículas producidas por procesos puramente naturales como lo son la erosión natural, procesos de degradación tales como la acción del viento, agua, movimiento del

hielo. Agregados procesados, son todos aquellos que para su utilización han sido molidos.

Existen dos fuentes básicas de agregados procesados: Gravas naturales, que son molidas para hacerlas más apropiadas para su uso en la producción de mezclas asfálticas y fragmentos de roca sólida de tamaño considerable que deben ser reducidas antes de utilizarlas. Agregados sintéticos, algunos son el producto de procesos químicos o procesamiento físico de materiales, otros de procesos industriales como refinería, y otros son producidos específicamente para ser utilizados como agregados, por medio de procesamiento de materia prima. La escoria, producida en el proceso de fundición de hierro en un alto-horno, es el agregado de mayor uso, la escoria es reducida a pequeñas partículas, por apagamiento en agua y triturándola después de que se ha enfriado.

Los agregados sintéticos manufacturados, son relativamente nuevos en la industria de producción de mezcla asfáltica, dentro de estos tenemos: arcilla incinerada, roca empaquetada de barro, tierra diatomea procesada, vidrio volcánico, escoria procesada y otros materiales.

2.5. Conceptos de planta de asfalto de contraflujo

Una planta de asfalto contraflujo es la producción de concreto asfáltico en caliente para pavimentación de vías, rutas, carreteras, calles y aeropuertos.

La producción de la planta se relaciona con los siguientes factores

- Humedad de los áridos
- Temperatura de la mezcla bituminosa

- Temperatura ambiente
- Altitud

Las condiciones de operación para la producción nominal

- Humedad máxima de los áridos es de 3 %
- Temperatura de mezcla bituminosa es 150 °C
- Altitud máxima es de 1 000 m
- Altitud mayor que 4 000 m

2.6. Descripción de segmentos de una planta de asfalto de contraflujo

A continuación, se presenta los segmentos de la planta de contraflujo

1. Dosificador de áridos;
2. Cinta dosificadora;
3. Cinta transportadora;
4. Cámara de aspiración;
5. Cámara de combustión;
6. Quemador;
7. Secador;
8. Compresor;
9. Mezclador;
10. Separador estático;
11. Filtro de mangas;
12. Caracol secundario;
13. Sistema de transporte y almacenamiento estándar;
14. Extensiones del dosificador;
15. Señalización de carreteras.

- 16. Anillo de RAP;
- 17. Válvula rotativa;
- 18. Extractor;
- 19. Tablero de fuerza;
- 20. Cabina de mando

Figura 1. **Planta contraflujo**



Fuente: Ciber Equipamentos Rodoviários Ltda. Manual de operación. Planta de asfalto.

2.7. Descripción de los sistemas de los segmentos de una planta de asfalto de contraflujo

Dosificador de áridos está formada con planchas de acero al carbono resistentes al desgaste, tiene formato piramidal invertido, con ángulos de inclinación dimensionados para dar mayor escurrimiento al material.

Pueden ser triples o cuádruples y tienen como función almacenar los áridos y alimentar la cinta dosificadora posicionada en la parte inferior del dosificador.

- La cinta dosificadora se acciona a través de un motovariador de engranajes paralelos. La variación en la velocidad de la cinta se consigue a través de convertidor de frecuencia que aumenta o disminuye la velocidad conforme el caudal necesario para la producción especificada. Es también a través de la celda de carga que se detecta el pasaje de material sobre la correa. En modo automático, el accionamiento del vibrador del silo, ocurre al momento de falta de material, auxiliando su escurrimiento.
- La cinta transportadora tiene la función de recolectar todo el árido virgen que fue pesado en las correas dosificadoras y transportarlo hasta el tambor secador.
- La cámara de aspiración también es parte del sistema de purificación de la planta. En la cámara se hace la primera selección de partículas, de forma que solamente las menores sean succionadas a los sistemas de purificación primarios y secundarios. Las partículas mayores se precipitan en su interior y son reincorporadas en el árido. Es también a través de la cámara de aspiración el acceso a la zona interna del tambor secador.

- La cámara de combustión: construida en planchas de acero al carbono resistentes a altas temperaturas, tiene la función de colectar los áridos que ya se secaron dentro del tambor secador. En su parte interior queda posicionado el colector de áridos secos que por gravedad va al mezclador.

3. SISTEMA DE DOSIFICACIÓN

3.1. Función del sistema de dosificación

El dosificador es alimentado por la parte superior por medio de palas cargadoras, donde los áridos, por gravedad, escurren y salen directamente en la zona de dosificación en la cinta dosificadora.

Posee un sistema de vibración automática en el caso de que falte material en el puente de pesaje. Tiene, también, una compuerta con regulación de altura, tanto para dosificación de material como para retirar algún cuerpo extraño que se encuentre en el árido. Gomas de cierre en el lateral y en la parte opuesta a la compuerta evitan el escape de áridos por los lados del dosificador e impiden que entre piedras debajo de las guías, lo que ocasionaría cortes en la cinta.

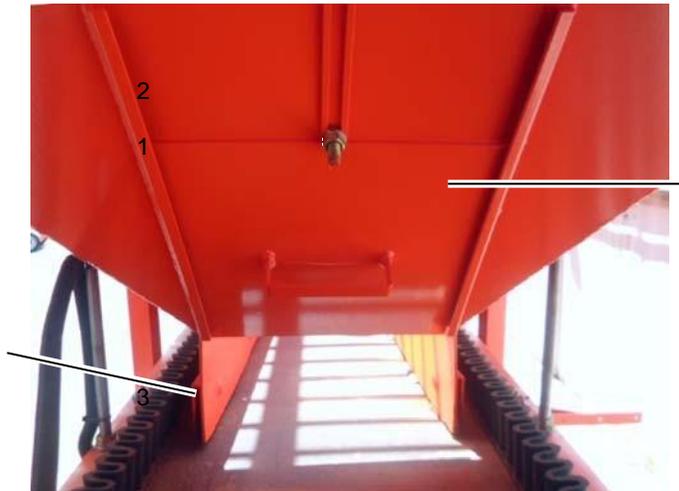
3.2. Partes que componen el sistema de dosificación

El dosificador de áridos debe ser regulado de forma que permita un caudal de áridos necesario para la dosificación.

Se debe siempre evitar aberturas de compuertas inferiores a 100mm con relación a la lona del transportador. Alturas menores hacen que el material tenga más dificultad de salir del dosificador de forma homogénea. Conforme podemos ver en la fig. 2, el regulado de la compuerta (1) es bastante simple. Bastando soltar la tuerca (2) y deslizar la compuerta (1) para arriba y abrir más la compuerta o para abajo si se desea cerrar la abertura. En seguida, reapretar la tuerca, que deben ser muy bien apretada para evitar que la compuerta se desregule.

Debido a los cierres laterales (3) el material sólo se desplaza por la salida de la compuerta

Figura 2. **Ajuste dosificador**



Fuente: Ciber Equipamentos Rodoviários Ltda. Manual de operación. Planta de asfalto.

- Armado de las extensiones
 - Las extensiones del dosificador tienen la función de aumentar su volumen interno. Son transportadas articuladas junto a los dosificadores para que la planta no sobrepase el límite máximo de altura permitido para transporte convencional en carreteras. Por eso necesitan ser colocadas en la posición de trabajo en el momento de la llegada a la cantera de obras.

- El dosificador de áridos tiene algunos opcionales que pueden ser adicionados a su configuración estándar. Abajo sigue la relación y un breve descriptivo de la función de cada uno de ellos:
 - Sensor de nivel;
 - Rejilla de separación de impurezas;
 - Motovibradores adicionales;
 - Dosificador cuádruple

La cinta dosificadora se acciona a través de un motovariador de engranajes paralelos. La variación en la velocidad de la cinta se consigue a través de conversor de frecuencia que aumenta o disminuye la velocidad conforme el caudal necesario para la producción especificada. Es también a través de la celda de carga que se detecta el pasaje de material sobre la correa. En modo automático, el accionamiento del vibrador del silo, ocurre al momento de falta de material, auxiliando su escurrimiento.

En el eje conducido hay un sensor de medición de rotación, el “*pick-up*”, que corrige la velocidad de la cinta dosificadora para garantizar la dosis correcta

3.3. Sistema de secado

Construido de planchas de acero al carbono resistentes a altas temperaturas, el secador tiene como principal función retirar la humedad del árido y del RAP, homogeneizarlos y descargarlos en la temperatura correcta dentro del mezclador.

El secador fue proyectado para no deformarse, incluso en las más severas condiciones de trabajo. El sistema de fijación del anillo de rodaje en el cuerpo del secador fue proyectado con un sistema que absorbe sus dilataciones térmicas, provenientes de la quema del combustible en su interior.

El secador deberá trabajar con humedad promedio del 3 % para producción nominal de la planta, siendo que, la producción disminuyó en la medida en que la humedad aumenta.

Una manera de mantener baja la humedad del árido es cubriéndolo con lonas, principalmente la arena y el polvo de la piedra, ítems con mayor absorción de agua.

3.3.1. Función del sistema de secado

El secador consiste de un cilindro en movimiento de rotación, teniendo en su interior una serie de cajas que mueven el árido y forman diferentes tipos de cortinas dentro del secador.

El Ciclo de RAP integrado está compuesto de casco externo de calentamiento por conducción y reducción interna de diámetro que promueve la homogeneización y efectivo intercambio térmico en un largo alcance de secado. El RAP permanece totalmente oculto a la llama evitando las más altas temperaturas radiantes. Evita la liberación de “*blue smoke*”, agente contaminador nocivo. Estos diferentes tipos de cortinas son las que hacen las diferentes formas de absorción de la humedad. Son ellas también que hacen la mezcla y el avance de los áridos dentro del secador.

3.3.2. Partes que componen el sistema de secado

Identificación general de los componentes

1. Anillos de rodaje;
2. Cuerpo principal;
3. Bancos de rodillo menor;
4. Cuña resorte.

Figura 3. Secador de áridos



1. Anillos de rodaje;
2. Cuerpo principal;
3. Bancos de rodillo menor;
4. Cuña resorte.

Fuente: Ciber Equipamentos Rodoviários Ltda. Manual de operación. Planta de asfalto.

3.4. Sistema de filtrado

El filtro de mangas tiene la función de retener las partículas arrastradas por la corriente de gases de extracción proveniente del secador. Esto evita la emisión de contaminantes sólidos al ambiente y posibilita la recuperación de finos. El material colectado en el filtro de mangas se inyecta al mezclador, garantizando la calidad granulométrica de la mezcla bituminosa.

3.4.1. Función del sistema de filtrado

Los gases de combustión que participan del proceso de secado y calentamiento de los áridos en el secador son aspirados por la tubería de gases. Durante este proceso una gran cantidad de polvo es arrastrada por la corriente de gases y se adentra en el sistema de extracción. Se define polvo como la parte de menor granulometría de los áridos utilizada en la producción de la mezcla bituminosa.

Parte de este polvo es capturado por el precolector, pasando al filtro de mangas sólo en partículas más finas. El precolector tiene una descarga que conduce el polvo colectado al mezclador.

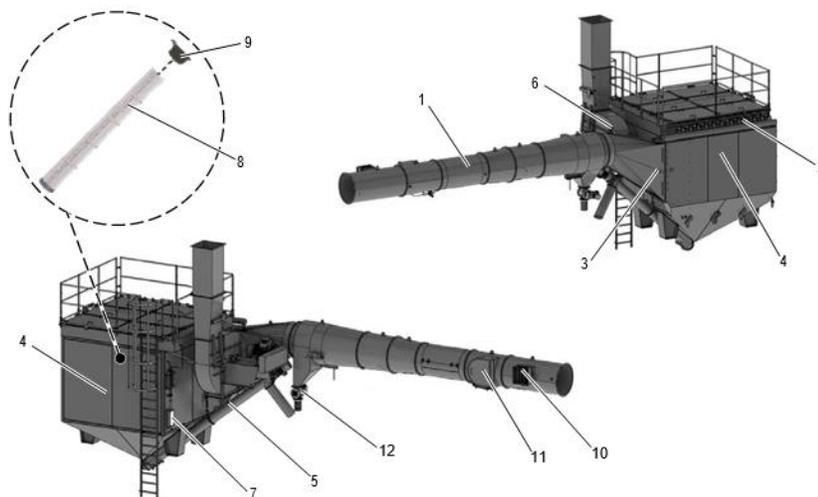
Las partículas no capturadas por el precolector siguen juntamente con los gases de aspiración al filtro de mangas. En el filtro, las mangas funcionan como una barrera mecánica a las partículas, permitiendo el paso sólo de los gases. El polvo se deposita sobre la superficie del tejido de la manga y, en períodos predeterminados, recibe un pulso de aire comprimido en su interior realizando la limpieza. El pulso de aire provoca el desprendimiento del polvo que se decanta en el fondo del filtro y es conducido, a través de caracol transportador, hasta el mezclador. Después de pasar por las mangas, los gases son expelidos por el

extractor libres de contaminación por material en partículas provenientes de los áridos.

3.4.2. Partes que componen el sistema de filtrado

Se describen los componentes que conforman el sistema de filtrado en la figura 4.

Figura 4. Identificación general de los componentes sistema de filtrado



1. Tubería de extracción;
2. válvulas de diafragma;
3. sensor de temperatura;
4. cuerpo del filtro;
5. caracol del filtro;
6. extractor;
7. manómetro de columna de agua;
8. mangas;
9. cuff;
10. dämper aire frío;
11. válvula de seguridad;
12. válvula rotativa

Fuente: Cyber Equipamentos Rodoviários Ltda. Manual de operación. Planta de asfalto.

3.5. Sistema de mezclado

El mezclador es un conjunto mecánico de la planta que tiene por objetivo mezclar el CAP (Cemento Asfáltico de Petróleo) a los áridos. La mezcla se hace en una zona externa al secador donde no existe contacto directo del CAP con la llama del quemador, garantizando así, que el CAP no pierda ningún tipo de propiedad. Es también en el mezclador que se incorpora el *filler*.

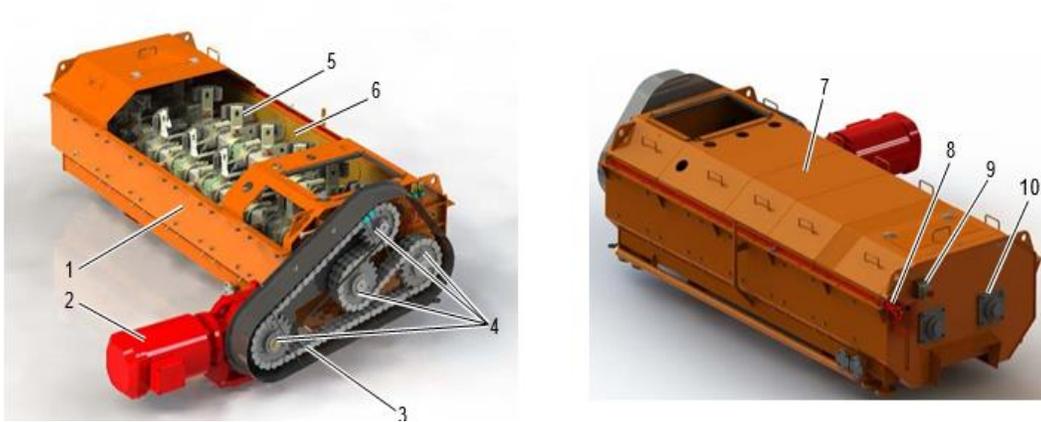
3.5.1. Función del sistema de mezclado

El mezclador es tipo *pug mill* de doble eje con brazos bipartidos atornillados a los ejes, teniendo en sus extremos paletas con altura regulable y reversible. El accionamiento del mezclador se hace a través de motorreductor con sincronismo de los brazos a través de dos cajas de transmisión angular. La carcasa del mezclador está revestida internamente por placas de desgaste de alta resistencia a la abrasión. En la parte externa existen cámaras de paso de aceite térmico que mantiene todo el sistema calentado, evitando así pérdida de temperatura de la mezcla bituminosa.

3.5.2. Partes que componen el sistema de mezclado

Se describen las partes del sistema de mezclado

Figura 5. Sistema de mezclado



1. Carcasa con sistema de calentamiento;
2. Motorreductor;
3. Correa;
4. Engranajes;
5. Brazos / paletas;
6. Revestimiento interno;
7. Tapas:
8. Sistema de seguridad
9. Botón de emergencia
10. Cojinetes.

Fuente: Ciber Equipamentos Rodoviários Ltda. Manual de operación. Planta de asfalto.

4. SISTEMA DE TRANSPORTE Y ABASTECIMIENTO

4.1. Función del sistema de abastecimiento

El sistema de abastecimiento estándar de la planta está compuesto por un elevador de arrastre y un silo de 1 m³.

De igual función y dimensiones, el sistema es fabricado en dos modalidades: con articulación.

La opción con articulación requiere solamente izamiento del elevador, desplazamiento, montaje y fijación.

Ya la opción sin articulación, necesita de una grúa para retirarlo del transporte, colocación, montaje y fijación en el local adecuado y definitivo.

4.2. Partes que componen el sistema de abastecimiento

Principio de funcionamiento

El elevador de arrastre tiene la función de transportar la mezcla bituminosa del mezclador hasta el silo de almacenamiento. El elevador es totalmente cerrado, con sistema de transporte interno con cadena y paletas. Su accionamiento se hace a través de un motorreductor de engranajes paralelos y la corriente es conducida en la parte interna a través de guías de acero. Las planchas de desgaste del fondo y las protecciones laterales son de alta resistencia a la abrasión. El silo de almacenamiento tiene por finalidad almacenar

mezcla bituminosa producida en la planta. Su capacidad de almacenamiento es de 1 m³ y tiene sistema de abertura manual o automática de la compuerta. La abertura se hace a través de un cilindro neumático comandado por una válvula solenoide

Figura 6. Identificación general de componentes



1. accionamiento del elevador;
2. llave de nivel;
3. escape;
4. compuerta de inspección;
5. compuerta con cilindro neumático;
6. silo de 1m³;
7. patas de apoyo;
8. tecla de palanca (solo para elevador **con** articulación);
9. elevador de arrastre;
10. resorte tensor.

Fuente: Ciber Equipamentos Rodoviários Ltda. Manual de operación. Planta de asfalto.

4.3. Sistema de transporte de desplazamiento

Este sistema permite el transporte de materia prima insumos, traslado de un área a otra de maquinaria, para su reubicación, mantenimiento, o cambios en la línea de manufactura.

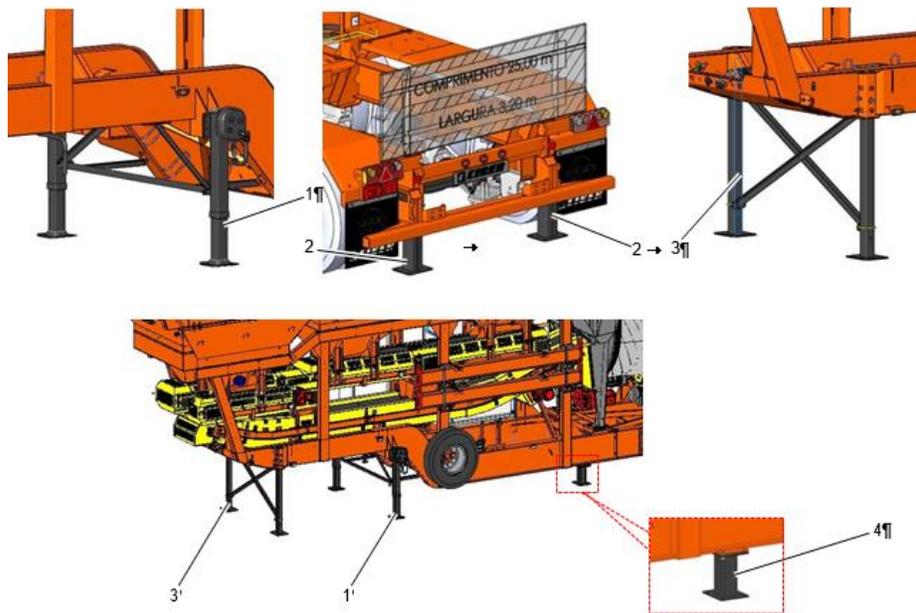
4.3.1. Función del sistema de abastecimiento

Proceso en el cual se cubre el suministro de materia prima, para que la línea de producción, se mantenga sin paros no programados.

4.3.2. Partes que componen el sistema de abastecimiento

Se describen las partes del sistema de abastecimiento

Figura 7. **Identificación general de los componentes**



1. Aparato de levantamiento delantero;
2. patas de apoyo traseras;
3. patas de apoyo delanteras;
4. patas de apoyo laterales.

Fuente: Ciber Equipamentos Rodoviários Ltda. Manual de operación. Planta de asfalto.

4.4. Sistema de control

En esta parte del equipo se encarga de la operación de las diferentes funciones con las que cuenta la máquina.

4.4.1. Función del sistema de control

La máquina se emplea para la distribución de una manera adecuada el asfalto y darle forma, es una de obra pública de ocasión muy demandada en el ámbito de la construcción.

Está compuesta de una tolva en su zona delantera y en donde se vacía el asfalto, asimismo, dispone de sistema de transporte que permite mover y distribuir el material.

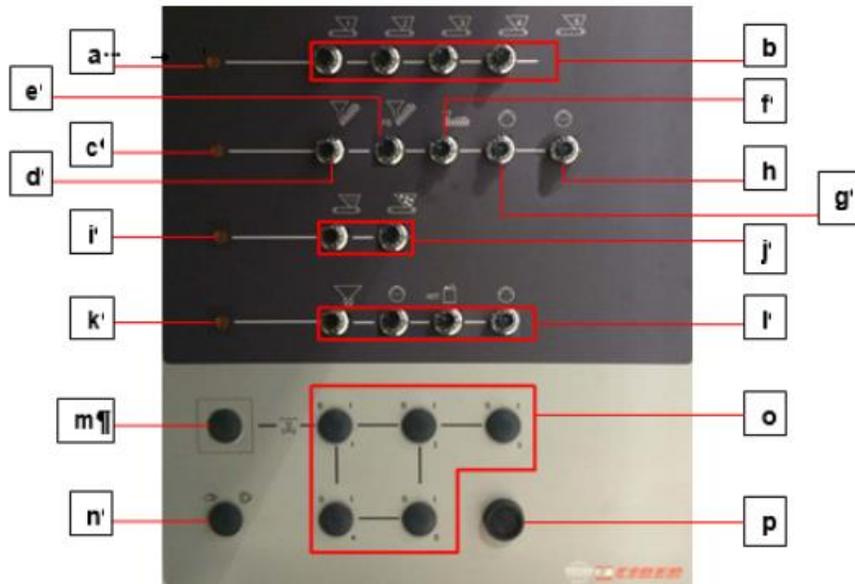
El proceso de asfaltado se realiza entre 0,5 a 1,5 metros por segundo, al usar la máquina se cerciora que la tolva se encuentra llena de asfaltado, posteriormente se realiza una propulsión hacia delante con un tractor, mientras que los transportadores van empujando el asfalto hacia la parte superior de la máquina.

Después los tornillos transportadores, realizan un giro que lleva el asfalto hacia fuera, de esta manera se puede tener el control del asfalto, además cuenta con un sistema que es encargado del nivelado y compactado del asfalto

4.4.2. Partes que componen el sistema de control

Accionamiento manual del sistema de dosificación Esta placa de operación es utilizada cuando se selecciona para utilizar el modo manual.

Figura 8. **Panel de control**



Fuente: Ciber Equipamentos Rodoviários Ltda. Manual de operación. Planta de asfalto.

- a) Status que indica que la dosificación manual de los silos está habilitada.
- b) Potenciómetros para regular la velocidad de la cinta de los silos 1, 2, 3, 4 y 5.
- c) Status que indica que la inyección manual de asfalto y opcionales está habilitada.
- d) Potenciómetro para regular la velocidad del silo de filler.
- e) Potenciómetro para regular la velocidad del silo de fibra.
- f) Potenciómetro para regular la velocidad del silo de finos.
- g) Potenciómetro para regular la velocidad de la bomba de asfalto.
- h) Potenciómetro para regular la velocidad de la bomba de agua.
- i) Status que indica que la dosificación manual de los silos de RAP está habilitada.
- j) Potenciómetros para regular la velocidad de la cinta de los silos de RAP.

- k) Status que indica que la dosificación manual del proceso de mezcla fría está habilitada.
- l) Potenciómetros para regular la dosificación de cemento, agua, aditivos y bitume.
- m) Los Ítems siguientes hacen parte del 'opcional' de labarra W.M.A. (*Warm Mix Asphalt*).
- n) Indicador de temperatura de las resistencias de labarra esparcidora.
- o) Selección de manual automático de accionamiento de las resistencias.
- p) Botones para accionar individualmente los bocales del 1 al 5.
- q) Alarma del panel de comandos.

5. GENERALIDADES DEL MANUAL DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

5.1. Mantenimiento cada 250 horas

Mantenimiento del elevador de arrastre

El elevador de arrastre es un conjunto que requiere una atención especial en mantenimiento.

Para lubricación e inspección de los cojinetes de rodamiento.

- La tensión de la oruga de arrastre se la controla por medio de un estirador, figura 5, que queda constantemente forzando el eje dirigido hacia abajo, tensionando la oruga. Para regular la tensión se debe apretar o aflojar el soporte del resorte del estirador, detalle A, a través de las tuercas de regulado del soporte del resorte, detalle B.
- El regulado de la cadena es hecho en la fábrica con 150mm (+/-10mm), permitiendo el correcto funcionamiento del elevador de arrastre.
- En el local de trabajo, debido al desgaste natural de la cadena, el regulado debe ser hecho a través de testes prácticos, permitiendo el arrastre de material, sin que haya interferencia en las tapas superiores.
- Verificación mensual elevador de arrastre

- Para sustitución de las planchas de desgaste del fondo del elevador de arrastre, se deben aflojar los tornillos de fijación y sustituir las planchas gastadas.
- En el caso de que ocurra un desgaste en la parte en contacto con el fondo del elevador, se debe bajar la estría. En caso de que ocurra la deformación, se debe invertir el lado de ataque. Si es necesario se debe la sustituir.
- Mantenimiento del silo de almacenamiento y descarga
- El mantenimiento en el silo de almacenamiento y descarga es más preventivo que correctivo, hay dos componentes que requieren más atención: cilindro neumático: se debe verificar diariamente la limpieza del cilindro neumático, el libre movimiento de la compuerta de descarga y verificar si existen fugas en la tubería de aire. En el caso de que ocurra una avería en el cilindro, se lo debe sustituir. En el caso de que se perforo o raje la tubería de aire, se la debe sustituir. El cilindro está fijado por tornillos y la tubería de aire por abrazaderas. sensor del brazo de abertura del ladrón en el caso de que se averíe el sensor, se debe sustituir. El sensor está fijado por tuercas.

5.2. Mantenimiento cada 500 horas

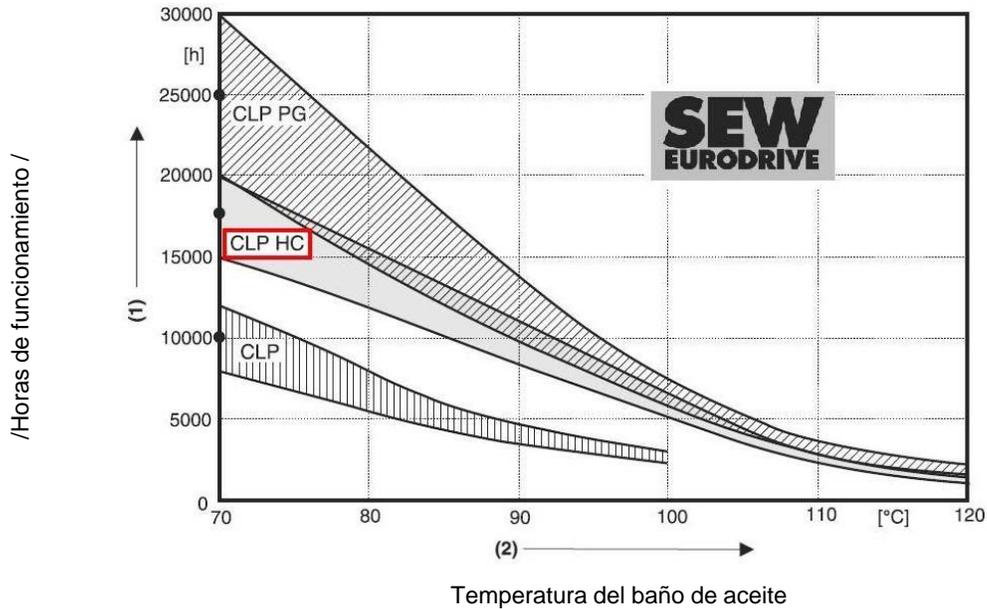
En la tabla de aceites para los motorreductores que salen con configuración opcional en el equipo.

Tabla I. **Mantenimiento de reductores**

Imagen	Sistema	Lubricación	Volumen	Planta
	Dosificador filler 2m³/2m³ /	TEXAC Meropa220 ISO		1
				
	/Dosificador filler 4m³ / 4m³	TEXAM eropa220 ISO		1

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel

Figura 9. **Periodo de sustitución de lubricantes**



Se recomienda verificar el nivel cada 2.000h o 3 meses. La sustitución del aceite deberá realizarse cada 5.000h o 7 meses.

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel

5.3. **Mantenimiento cada 750 horas**

La Planta tiene correa de transmisión en el sistema de agotamiento, en la compresora de aire y en el cedazo de la torre. La sustitución es sencilla y su verificación debe ser semanal.

Para verificación en cuanto a la tensión de las correas se debe presionar el punto central de la extensión, figura 1, y utilizando una regla o una pieza alineada se debe efectuar la medición. Como regla general, el valor de la deflexión debe variar entre el 5 y el 10 %, o sea: $(X / L) \times 100 = 5$ a 10.

Otros ítems también se deben verificar como grietas, deshilado, resecado y desgaste, tanto en las correas como en las poleas, así como, la acumulación de suciedad o de polvo. Vestigios de aceite o de grasa se deben remover.

Las correas nuevas para sustitución se deben guardar desenrolladas en lugar seco y fresco, libre de los roedores y de agentes químicos. En el caso de un largo período de paralización de la Planta, superior a un mes, proteja las correas de la intemperie, utilizando plástico o lona.

5.4. Mantenimiento cada 1 000 horas

El mantenimiento de la correa se basa en verificar la tensión de la correa. La correa cede de 9 a 13 mm bajo esfuerzo manual en su punto medio; limpie la parte externa de la compresora con detergente neutro; verifique el funcionamiento de la válvula de seguridad.

Cuando la pérdida de carga causada por la saturación del elemento filtrante alcanzar la marca de 500 mm (o 20") de columna de agua, en la escala del indicador, el elemento filtrante de papel del filtro de aire, se debe substituir. Después de la substitución del elemento filtrante se hace necesario retornar el émbolo del indicador de restricción a la posición original. Para esto basta presionar el botón existente en el fondo de este indicador.

5.5. Mantenimiento cada 2 000 horas

Los motores eléctricos utilizados en la planta, en su gran mayoría, forman el conjunto de motorreductores de accionamiento. Las excepciones son el motor del agitador del filtro de mangas, del quemador y de la compresora de aire.

Todos los motores están proyectados para trabajar dentro del límite de actuación. El principal mantenimiento que se debe hacer es la limpieza y la lubricación, principalmente en sus rodamientos.

5.6. Mantenimiento cada 5 000 horas

Limpeza y lubricación de los motores eléctricos

Con el aire comprimido disponible en la planta remover el exceso de material acumulado en los motores, esto ayudará, principalmente, en su enfriamiento; mensual: se debe retirar el exceso de polvo de las palas del ventilador. Se debe retirar la tela de protección y efectuar la limpieza; anual: se deben abrir los motores para una limpieza e inspección general. Inspeccionar los rodamientos asegurándolos por la pista interna y girándolos por la pista externa. El rodamiento no puede producir ruido ni vibración, si esto ocurriera deberá ser substituido.

Para la limpieza de los rodamientos se debe utilizar un solvente y un pincel. El secado se debe hacer por escurrimiento natural, no usar aire comprimido ni estopas. Después de la limpieza colocar manualmente $\frac{1}{4}$ kg de grasa en los espacios vacíos y poner el motor a girar durante un minuto. Después llenar con la misma cantidad de grasa utilizada anteriormente.

CONCLUSIONES

1. El conocimiento de las generalidades sobre las plantas de asfalto y sobre la mezcla asfáltica en caliente en sí, contribuye de gran manera para comprender, mejorar y facilitar el montaje, operación y mantenimiento de las plantas. Además, el conocimiento de la materia prima, de los parámetros de calidad de los agregados y el cemento asfáltico, conlleva a formar criterio para comprender de mejor manera el proceso de producción de mezcla.
2. La producción de mezcla asfáltica en caliente, consiste en el proceso de elaboración de mezcla en planta y en caliente (temperatura de 150 grados centígrados), donde la dosificación de los agregados: agregado grueso, agregado fino, rellenedor (*filler*), polvo mineral y cemento asfáltico, se realiza por medio de métodos estrictamente controlados, dando lugar a la obtención de una mezcla homogénea que se tiende y se compacta en caliente, para formar una capa densa y uniforme, utilizada para la pavimentación.
3. La naturaleza de los distintos elementos de las plantas de asfalto, no difieren según el tipo de planta; la principal variante lo constituyen los procesos de secado, mezclado y el tipo de colector de polvo. La identificación de los distintos elementos y sistemas que componen una planta en sí, constituye la mejor herramienta para el correcto desempeño de las tareas de montaje, operación y mantenimiento.

RECOMENDACIONES

1. Realizar el estudio teórico sobre las plantas de asfalto y de la mezcla asfáltica en sí, para lograr comprender de mejor manera el funcionamiento, operación y mantenimiento de los diferentes elementos que componen la planta y que participan durante el proceso de producción.
2. Identificar todas las consideraciones sobre la selección y ubicación de una planta para evitar problemas, posteriores y durante la operación. El correcto montaje de la planta implica lograr posicionarla de la manera más conveniente a las condiciones y área de terreno con que se cuenta, sin olvidar las consideraciones ambientales.
3. Revisar el índice de mezclado, calibración del equipo, así como de otros factores externos como el exceso de humedad en los agregados o la mala calidad del cemento asfáltico, lo que perjudica la vida útil de la carpeta asfáltica.

BIBLIOGRAFÍA

1. ALVARADO CUEVAS, Raúl Eduardo, *Manual para la compactación de mezclas asfálticas en caliente*. Trabajo de graduación de Ing. Civil. Facultad de Ingeniería Universidad de San Carlos de Guatemala, 1984, 150 p.
2. CMI-Cifali. *Manual de operación y mantenimiento de plantas de asfalto RD*, 2003. 103 p.
3. FUENTES SANDOVAL, Hugo Leonel *Estudio de plantas de tambor mezclador para mezcla asfáltica en caliente*. Trabajo de graduación Ing. Civil, Facultad de Ingeniería Universidad de San Carlos de Guatemala, 1998, 110 p.
4. LANDAVERRY VILLAFUERTE, Karen Yohana, *Estudio de factibilidad para implementar una planta de producción de mezcla asfáltica y trituración de piedrín y arena en el municipio de Palencia del departamento de Guatemala*. Trabajo de graduación Ing. Industrial. Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala, 2005, 130 p.
5. PALENCIA GARCÍA, Oliverio. *Gestión Moderna del Mantenimiento Industrial*. Primera Edición. Bogotá: Ediciones de la U, 2012. 76 p.
6. PASTOR TEJEDOR, Ana Clara. *Gestión Integral de Mantenimiento*. 1997, 84 p.

