

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO  
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



**“PLAN DE CALIDAD EN LA PRODUCCION DE  
MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE, EN LA PLANTA  
DE ASFALTO DE LA CIUDAD DE JULIACA”**

**TESIS**

**PARA OPTAR EL TÍTULO DE**

**INGENIERO CIVIL**

**PRESENTADO POR**

**PACCO APAZA NESTOR RAUL**

**PUNO – PERÚ**

**2015**

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO  
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS

“PLAN DE CALIDAD EN LA PRODUCCION DE MEZCLA  
ASFALTICA EN CALIENTE, EN LA PLANTA DE ASFALTO DE  
LA CIUDAD DE JULIACA”

APROBADO POR:

PRESIDENTE DE JURADO:

Ing. Raúl Fernando Echegaray Chambi

PRIMER MIEMBRO:

Ing. Tania Zapata Coacalla

SEGUNDO MIEMBRO:

Ing. Néstor Eloy Gonzales Sucasire

DIRECTOR DE TESIS:

Ing. Néstor Leodan Suca suca

ASESOR:

Ing. Juan Carlos Carvo Cavala

**TEMA: GEOTECNIA**

**AREA: SUELOS**

## DEDICATORIA

### A DIOS

*Por haberme permitido llegar hasta este punto y haberme dado salud para lograr mis objetivos, además por ser mi fortaleza en cada momento, por protegerme, bendecirme y por su infinito amor.*

*A la virgen de Guadalupe linda, milagrosa y a mi ángel que me protege y me cuida siempre. ¡Gracias!*

### MI ESPOSA

*Norma, quien me brindo, su apoyo constante, su cariño, comprensión en todo momento, por estar siempre conmigo en los momentos buenos y malos. Gracias por darme ese ejemplo de fortaleza y sabiduría. ¡Gracias!*

### MI HIJO

*Mí querido hijo Jean Franco, regalo de Dios, quien es mi motor y motivo para seguir adelante, gracias por exigirme día tras día a que pueda sustentar. Gracias querido hijito por darnos alegría cada día. ¡Gracias!*

**AGRADECIMIENTOS A:**

MI DIRECTOR                      Ing. Néstor Leodan Suca Suca por el apoyo otorgado a esta investigación.

MIS JURADOS                    Ing. Raúl Fernando Echegaray Chambi, Ing. Tania Zapata Coacalla, Ing. Néstor Eloy Eloy Gonzales Sucasaire.

MI ASESOR                      Ing. Juan Carlos Carvo Cavala



## INDICE

<b>CONTENIDO</b>	
<b>RESUMEN</b> .....	19
<b>CAPÍTULO I</b> .....	21
<b>1. INTRODUCCION</b> .....	21
<b>1.1 PROBLEMÁTICA DE ESTUDIO</b> .....	21
<b>1.2.OBJETIVOS DEL ESTUDIO</b> .....	22
<b>1.1.1 OBJETIVO GENERAL</b> .....	22
<b>1.1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS</b> .....	22
<b>1.2 JUSTIFICACIÓN</b> .....	23
<b>1.3 ALCANCES Y LIMITACIONES DEL ESTUDIO</b> .....	24
<b>1.4 METODOLOGÍA DEL ESTUDIO</b> .....	25
<b>1.4.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN</b> .....	25
<b>TAMAÑO DE MUESTRA</b> .....	25
<b>1.4.2 PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS</b> .....	26
<b>CAPÍTULO II</b> .....	28
<b>2. GENERALIDADES</b> .....	28
<b>2.1 ANTECEDENTES</b> .....	28
<b>2.2 EMPRESAS QUE NEN LA ACTUALIDAD TRABAJAN CON CERTIFICACION ISO 9001 (Gestión de la Calidad)</b> .....	29
<b>2.2.1 SERVICIO NACIONAL DE ADIESTRAMIENTO EN TRABAJO INDUSTRIAL (SENATI)</b> .....	29
<b>2.2.2 EMPRESA MUNICIPAL DE SANEAMIENTO (EMSA)</b> .....	30
<b>2.2.3 EMPRESA DE GENERACIÓN ELÉCTRICA SAN GABÁN</b> .....	31
<b>CAPÍTULO III</b> .....	32
<b>3. MARCO TEORICO</b> .....	32
<b>3.1 ASFALTO DE PETROLEO</b> .....	32
<b>3.1.1 RESEÑA HISTÓRICA</b> .....	32
<b>3.1.2 DEFINICIÓN</b> .....	34
<b>3.1.3 PROPIEDADES DEL ASFALTO</b> .....	34
<b>3.1.4 TÉCNICAS DE PRODUCCIÓN DE ASFALTOS:</b> .....	35
<b>3.1.5 PRODUCCIÓN DE ASFALTOS EN EL PERÚ</b> .....	43

3.1.6	ASFALTOS DE PAVIMENTACIÓN .....	44
3.2	PROPIEDADES DEL AGREGADO Y SU EVALUACIÓN .....	51
3.3	GRANULOMETRÍA DEL AGREGADO .....	53
3.4	TRITURACIÓN.....	60
3.5	MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE.....	61
3.5.1	CEMENTO ASFÁLTICO.....	61
3.5.2	AGREGADOS PETREOS .....	63
3.6	PLANTAS DE ASAFALTO .....	70
3.6.1	PLANTAS PARA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE.....	70
3.6.2	SURGIMIENTO DE LAS PLANTAS PARA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE .....	70
3.6.3	CLASIFICACIÓN DE LAS PLANTAS PARA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE .....	72
3.6.4	PRODUCCIÓN DE MEZCLA EN CALIENTE .....	74
3.7	DESCRIPCIÓN DE LOS PRINCIPALES COMPONENTES DE LAS PLANTAS PARA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE .....	74
3.7.1	SISTEMA DE ALIMENTACIÓN Y DOSIFICACIÓN DE AGREGADOS EN FRÍO .....	75
3.7.2	SECADOR DE AGREGADOS .....	77
3.7.3	SISTEMAS COLECTORES DE POLVO .....	78
3.7.4	SISTEMA DE CRIBADO .....	79
3.7.5	SILOS DE ALMACENAMIENTO DE AGREGADOS CRIBADOS .....	80
3.7.6	SISTEMA DE ALIMENTACIÓN DE RELLENO MINERAL .....	80
3.7.7	SISTEMA DE ALMACENAMIENTO Y CALENTAMIENTO DEL CEMENTO ASFÁLTICO .....	80
3.7.8	SISTEMA DOSIFICADOR DE CEMENTO ASFÁLTICO .....	82
3.7.9	MEZCLADOR .....	83
3.7.10	TAMBOR SECADOR-MEZCLADOR.....	84
3.7.11	SISTEMA DE CONTROL.....	86
3.7.12	TRANSPORTADOR ESCALONADO Y SILO DE ALMACENAMIENTO.....	88
3.8	OPERACIÓN DE LAS PLANTAS PARA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE.....	89
3.8.1	PROCESO DE PRODUCCIÓN DE MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE.....	89
3.8.2	PRODUCCIÓN EN PLANTAS INTERMITENTES .....	91
3.8.3	PRODUCCIÓN EN PLANTAS CONTINUAS DE TAMBOR SECADOR-MEZCLADOR.....	93

<b>3.8.4</b>	<b>FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA DE ALIMENTACIÓN DE AGREGADOS .....</b>	<b>95</b>
<b>3.8.5</b>	<b>DOSIFICACIÓN DE AGREGADOS .....</b>	<b>96</b>
<b>3.8.6</b>	<b>UTILIZACIÓN DE VIBRADORES EN TOLVAS .....</b>	<b>98</b>
<b>3.8.7</b>	<b>BANDAS TRANSPORTADORAS .....</b>	<b>99</b>
<b>3.8.8</b>	<b>TAMBOR SECADOR-MEZCLADOR .....</b>	<b>101</b>
<b>3.8.9</b>	<b>CONJUNTO DEL QUEMADOR .....</b>	<b>106</b>
<b>3.8.10</b>	<b>SISTEMA COLECTOR DE FINOS .....</b>	<b>109</b>
<b>3.8.11</b>	<b>SISTEMA DE ALMACENAMIENTO Y ALIMENTACIÓN DE COMBUSTIBLE .....</b>	<b>115</b>
<b>3.8.12</b>	<b>FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA DE ALMACENAMIENTO, CALENTAMIENTO Y DOSIFICACIÓN DE CEMENTO ASFÁLTICO .....</b>	<b>117</b>
<b>3.8.13</b>	<b>CALDERA .....</b>	<b>121</b>
<b>3.8.14</b>	<b>DOSIFICACIÓN DE CEMENTO ASFÁLTICO .....</b>	<b>122</b>
<b>3.8.15</b>	<b>MEDICIÓN DE VOLÚMENES DE CEMENTO ASFÁLTICO .....</b>	<b>124</b>
<b>3.8.16</b>	<b>FUNCIONAMIENTO DEL TRANSPORTADOR ESCALONADO Y SILO DE ALMACENAMIENTO .....</b>	<b>124</b>
<b>3.9</b>	<b>CALIBRACIÓN DE LA PLANTA .....</b>	<b>128</b>
<b>3.10</b>	<b>FUNCIONAMIENTO DE ELEMENTOS COMPLEMENTARIOS .....</b>	<b>129</b>
<b>3.10.1</b>	<b>CARGADOR FRONTAL .....</b>	<b>129</b>
<b>3.10.2</b>	<b>CAMIONES .....</b>	<b>130</b>
<b>3.11</b>	<b>PLANTA CHANCADORA .....</b>	<b>130</b>
<b>3.11.1</b>	<b>FUNDAMENTO TEÓRICO .....</b>	<b>132</b>
<b>3.11.2</b>	<b>AGREGADOS EN LA CONSTRUCCIÓN .....</b>	<b>132</b>
<b>3.11.3</b>	<b>CLASIFICACIÓN DE CHANCADORAS POR EL MÉTODO DE TRITURACIÓN .....</b>	<b>133</b>
<b>3.11.4</b>	<b>ZARANDA MECÁNICA VIBRATORIA .....</b>	<b>139</b>
<b>3.12</b>	<b>CONTROL DE CALIDAD .....</b>	<b>139</b>
<b>3.12.1</b>	<b>DEFINICIÓN DE CALIDAD .....</b>	<b>139</b>
<b>3.12.2</b>	<b>FALSAS PERCEPCIONES EN RELACIÓN A LA CALIDAD .....</b>	<b>140</b>
<b>3.12.3</b>	<b>ORIGEN DE LAS NORMAS INTERNACIONALES DE CALIDAD ..</b>	<b>141</b>
<b>3.12.4</b>	<b>ORGANIZACIÓN INTERNACIONAL DE ESTANDARIZACIÓN (ISO) 142</b>	
<b>3.12.5</b>	<b>NORMAS ISO 9000 .....</b>	<b>143</b>
<b>3.12.5.1</b>	<b>ISO 9000:2000 FUNDAMENTOS SOBRE LOS SISTEMAS DE CALIDAD 143</b>	

3.12.5.2	<b>ISO 9001:2000 REQUISITOS PARA LOS SISTEMAS DE CALIDAD</b>	
	145	
3.13	<b>VENTAJAS DE LOS SISTEMAS DE CALIDAD</b>	152
3.14	<b>NORMALIZACION EN EL PERU</b>	153
3.14.1	<b>PRIMERAS NORMAS DE CALIDAD DE INDECOPI</b>	153
3.14.2	<b>NORMA TÉCNICA PERUANA NTP 833.930</b>	154
CAPITULO IV		155
4.	<b>MATERIAL Y METODOS</b>	155
4.1	<b>DIAGNOSTICO</b>	155
4.1.1	<b>HISTORIA</b>	155
4.1.2	<b>PLAN ESTRATÉGICO INSTITUCIONAL</b>	156
4.1.3	<b>ORGANIZACIÓN</b>	156
4.2	<b>DESCRIPCIÓN DE LA PLANTA ASFÁLTICA</b>	157
4.2.1	<b>SILOS DOSIFICADORES</b>	158
4.2.2	<b>SECADOR</b>	160
4.2.3	<b>QUEMADOR</b>	161
4.2.4	<b>ELEVADOR DE MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE</b>	162
4.2.5	<b>SILO DE ALMACENAMIENTO Y DE DESCARGA</b>	164
4.2.6	<b>EXTRACTOR</b>	165
4.2.7	<b>DOSIFICADOR DE FILLER O CAL HIDRATADA</b>	166
4.2.8	<b>CALDERA (CALENTADOR DE ACEITE TÉRMICO)</b>	166
4.2.9	<b>TANQUES DE ALMACENAMIENTO DE ASFALTO</b>	167
4.2.10	<b>LA CABINA DE MANDO</b>	168
4.2.11	<b>PLANTA CHANCADORA</b>	169
4.2.12	<b>PROCEDIMIENTO DE LA ELABORACIÓN DE LA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE</b>	170
4.3	<b>EQUIPOS Y MATERIALES</b>	172
	<b>EQUIPOS:</b>	172
	<b>MATERIALES:</b>	172
4.4	<b>DIAGNOSTICO DE LA PLANTA DE ASFALTO DE LA MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE SAN ROMAN- JULIACA</b>	172
4.5	<b>DIAGNOSTICO DE LA PLANTA CHANCADORA DE LA MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE SAN ROMAN - JULIACA</b>	174
4.6	<b>DIAGNOSTICO DE MATERIALES E INSUMOS PARA EL USO EN LA PREPARACION DE LA MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE DE LA MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE SAN ROMAN - JULIACA</b>	174

<b>4.7 DIAGNOSTICO DE EQUIPOS E INSUMOS DE LABORATORIO DE LA MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE SAN ROMAN- JULIACA .....</b>	<b>175</b>
<b>4.8 DIAGNOSTICO DEL PERSONAL INVOLUCRADO EN LA PRODUCCION DE MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE DE LA MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE SAN ROMAN- JULIACA .....</b>	<b>175</b>
<b>4.9 DIAGNOSTICO EN LA PRODUCCION DE MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE DE LA MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE SAN ROMAN- JULIACA</b>	<b>176</b>
CAPITULO V .....	180
<b>5. RESULTADOS Y ANALISIS DE LOS RESULTADOS .....</b>	<b>180</b>
<b>5.1 RESULTADOS Y ANALISIS DE LOS RESULTADOS DE LA ENCUESTA REALIZADA .....</b>	<b>180</b>
<b>5.1.1 DETERMINACIÓN DE LA POBLACIÓN .....</b>	<b>180</b>
<b>5.2 INTERPRETACIÓN .....</b>	<b>191</b>
CAPITULO VI .....	194
<b>6. PROPUESTA DEL PLAN DE CALIDAD .....</b>	<b>194</b>
<b>6.1 ORGANIGRAMA PROPUESTA PARA LA PLANTA DE ASFALTO DE LA MUNICIPALIDAD PROVINCIAL SAN ROMAN – JULIACA .....</b>	<b>194</b>
<b>GRAFICO 6.1: ORGANIGRAMA PROPUESTA PARA LA PLANTA DE ASFALTO</b>	<b>195</b>
<b>6.2 PROPUESTA DEL PLAN DE CALIDAD EN LA PRODUCCION DE MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE EN MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE SAN ROMAN –JULIACA .....</b>	<b>196</b>
<b>6.3 OBJETIVO .....</b>	<b>196</b>
<b>6.4 ALCANCE .....</b>	<b>196</b>
<b>6.5 PLAN DE CALIDAD .....</b>	<b>197</b>
<b>6.5.1 TIPO DE MEZCLA .....</b>	<b>197</b>
<b>6.5.2 MATERIALES: AGREGADOS .....</b>	<b>199</b>
<b>6.5.2.1 ESPECIFICACIONES DE LOS AGREGADOS .....</b>	<b>199</b>
<b>6.5.2.1.1 AGREGADOS GRUESOS .....</b>	<b>200</b>
<b>6.5.2.1.2 AGREGADOS MINERALES FINOS .....</b>	<b>201</b>
<b>6.5.2.1.3 FILLER O POLVO MINERAL .....</b>	<b>203</b>
<b>6.5.2.2 COMBINACION DE DISEÑOS CD .....</b>	<b>205</b>
<b>6.5.3 MATERIALES ASFALTICOS .....</b>	<b>206</b>
<b>6.5.3.1 ESPECIFICACIONES DE LOS MATERIALES ASFALTICOS .....</b>	<b>206</b>
<b>6.5.3.2 MEZCLA ASFALTICA .....</b>	<b>210</b>
<b>6.5.3.2.1 PROPIEDAD MARSHALL .....</b>	<b>210</b>
<b>6.5.3.2.2 ADHERENCIA EL AGREGADO GRUESO CON EL ASFALTO .....</b>	<b>212</b>

6.5.3.2.3	FORMULA DE TRABAJO.....	213
6.5.4	PLANTA MEZCLADORA.....	215
6.5.4.1	CALIBRACION DE LA PLANTA MEZCLADORA.....	215
6.5.5	PREPARACION DE LA MEZCLA.....	217
6.5.5.1	TEMPERATURA DEL MATERIAL ASFALTICO.....	217
6.5.5.2	CALENTAMIENTO DEL MATERIAL ASFALTICO.....	219
6.5.5.3	ALMACENAMIENTO Y ALIMENTACIÓN DE LOS AGREGADOS.....	221
6.5.5.4	CALENTAMIENTO DEL AGREGADO.....	223
6.5.5.5	TEMPERATURA DE LA MEZCLA ASFÁLTICA AL FINALIZAR EL PROCESO DE MEZCLADO.....	225
6.5.5.6	TIEMPO DE MEZCLADO.....	226
6.5.5.7	TRANSPORTE.....	228
6.6	REGLAMENTO INTERNO DE LA PLANTA DE ASFALTO DE LA MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE SAN ROMAN – JULIACA.....	229
6.7	EQUEMA DE FUNCIONAMIETO PLANTA DE PRODUCCIÓN DE MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE.....	244
6.8	DIAGRAMA DE FLUJO EN LA ELABORACIÓN DE MEZCLA ASFÁLTICA 245	
6.9	COMPARACION DEL PERSONAL QUE LABORA ACTUALMENTE Y PROPUESTO CON ELPERSONAL DEL PLAN DE CALIDAD.....	246
6.10	COMPARACION DE LOS ORGANIGRAMAS:.....	246
6.10.1	ORGANIGRAMA ACTUAL.....	246
6.10.2	PRESUPUESTO QUE SE GASTA AN LA ACTUALIDAD.....	247
6.10.3	ORGANIGRAMA QUE SE PROPONE SEGÚN PLAN.....	248
6.10.4	PRESUPUESTO QUE SE PROPONE SEGÚN PLAN DE CALIDAD.....	249
6.10.5	PRESUPUESTO QUE SE PROPONE PARA LA COMPRA DE EQUIPOS PARA EL LABORATORIO DE ASFALTO.....	250
	CAPITULO VII.....	252
7.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	252
7.1	CONCLUSIONES.....	252
7.2	RECOMENDACIONES.....	254
	BIBLIOGRAFÍA.....	255

## INDICE DE TABLAS

<b>TABLA N° 3.1: DESARROLLO CRONOLÓGICO DEL ASFALTO COMO MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN.....</b>	<b>33</b>
<b>TABLA N° 3.2: REQUISITOS PARA CEMENTO ASFALTICO CLASIFICADO POR VISCOSIDAD A 60° C.....</b>	<b>39</b>
<b>TABLA N° 3.3 REQUISITOS PARA CEMENTO ASFALTICO CLASIFICADO POR VISCOSIDAD A 60° C (CLASIFICACIÓN BASADA EN EL RESIDUO DEL ENSAYO DE (RTFO).....</b>	<b>40</b>
<b>TABLA N° 3.4: SISTEMA DE CLASIFICACIÓN POR PENETRACIÓN REQUISITOS PARA UNA ESPECIFICACIÓN PARA CEMENTO ASFALTICO AASHTO M 20.....</b>	<b>42</b>
<b>TABLA N° 3.5: USO DE CEMENTOS ASFÁLTICOS GRADUADOS POR PENETRACIÓN EN FUNCIÓN AL CLIMA.....</b>	<b>46</b>
<b>TABLA N° 3.6: RENDIMIENTO APROXIMADO DE ASFALTOS DE PAVIMENTACIÓN.....</b>	<b>47</b>
<b>TABLA 3.7: COMPOSICIÓN TÍPICA DEL CONCRETO ASFÁLTICO.....</b>	<b>53</b>
<b>TABLA N° 3.8: TAMAÑOS TÍPICOS DE TAMICES.....</b>	<b>57</b>
<b>TABLA N° 3.9: MEZCLAS EN CALIENTE TIPO DE CEMENTO ASFÁLTICO CLASIFICADO SEGÚN PENETRACIÓN.....</b>	<b>62</b>
<b>TABLA N° 3.10: ESPECIFICACIONES DEL CEMENTO ASFÁLTICO CLASIFICADO POR PENETRACIÓN.....</b>	<b>62</b>
<b>TABLA N° 3.11: ESPECIFICACIONES DEL CEMENTO ASFÁLTICO CLASIFICADO POR VISCOSIDAD.....</b>	<b>63</b>
<b>TABLA N° 3.12: REQUERIMIENTOS PARA LOS AGREGADOS GRUESOS.....</b>	<b>64</b>
<b>TABLA N° 3.13: REQUERIMIENTOS PARA CARAS FRACTURADAS.....</b>	<b>64</b>
<b>TABLA N° 3.14: REQUERIMIENTOS PARA LOS AGREGADOS FINOS.....</b>	<b>65</b>

TABLA N° 3.15: REQUERIMIENTOS DEL EQUIVALENTE DE ARENA.....	65
TABLA N° 3.16: ANGULARIDAD DEL AGREGADO FINO.....	66
TABLA N° 3.17: REQUERIMIENTOS MÍNIMOS DE GRANULOMETRIA.....	66
TABLA N° 3.18: GRADACIÓN DE MEZCLAS TIPO IVA, IVB Y IVC.....	67
TABLA N° 3.19:REQUISITOS BÁSICOS DE UNA MEZCLA ASFÁLTICA SEGÚN EL MÉTODO MARSHAL.....	67
TABLA N° 3.20: REQUISITOS PARA MEZCLA DE CONCRETO BITUMINOSO.....	68
TABLA N° 3.21: VACÍOS MÍNIMOS EN EL AGREGADO MINERAL (VMA).....	69
TABLA N° 3.22 ENSAYOS Y FRECUENCIAS.....	69



## INDICE DE FIGURAS

<b>FIGURA N° 3.1: DIAGRAMA DEL PROCESO DEL PETRÓLEO PARA OBTENER CEMENTO ASFALTICO.....</b>	<b>37</b>
<b>FIGURA N° 3.2: DIAGRAMA DE LA PRUEBA DE PENETRACIÓN.....</b>	<b>41</b>
<b>FIGURA N° 3.3: AGREGADO PROCESADO: TRITURADO Y TAMIZADO.....</b>	<b>50</b>
<b>FIGURA. N° 3.4: IDENTIFICACIÓN DE COMPONENTES DEL SISTEMA DE ALIMENTACIÓN Y DOSIFICACIÓN DE AGREGADOS.....</b>	<b>76</b>
<b>FIGURA N° 3.5: SISTEMA DOSIFICADOR DE UNA PLANTA DE TAMBOR MEZCLADOR DE TRES TOLVAS; VISTA LATERAL.....</b>	<b>77</b>
<b>FIGURA. N° 3.6: CALENTAMIENTO DE CEMENTO ASFÁLTICO POR COMBUSTIÓN DIRECTA Y SUBSISTEMA DE CALENTAMIENTO DE ACEITE TÉRMICO.....</b>	<b>82</b>
<b>FIGURA. N° 3.7: BOMBA DE ENGRANES, DOSIFICADORA DE CEMENTO ASFÁLTICO.....</b>	<b>83</b>
<b>FIGURA. 3.8: VISTA EXTERIOR DE UN TAMBO SECADOR.....</b>	<b>85</b>
<b>FIGURA. 3.9: MUESTRA DE UNA PANTALLA DE TRABAJO PARA UNA PLANTA DE TAMBOR MEZCLADOR.....</b>	<b>87</b>
<b>FIGURA. 3.10: CONJUNTO DE TRANSPORTADOR ESCALONADO Y SILO DE ALMACENAMIENTO.....</b>	<b>89</b>
<b>FIGURA. N° 3.11: APILAMIENTO DE AGREGADOS.....</b>	<b>96</b>
<b>FIGURA. 3.12: COMPUERTA DOSIFICADORA.....</b>	<b>97</b>
<b>FIGURA. N° 3.13: MOTOVIBRADOR Y SU SISTEMA.....</b>	<b>98</b>
<b>FIGURA. N° 3.14: ELEMENTOS PARA TENSIONAR LAS BANDAS.....</b>	<b>101</b>

<b>FIGURA N° 3.15: VISTA INTERIOR DEL TAMBOR LADO DE ENTRADA.....</b>	<b>103</b>
<b>FIGURA N° 3.16: VISTA INTERIOR DEL TAMBOR LADO DE SALIDA.....</b>	<b>104</b>
<b>FIGURA. N° 3.17: DIMENSIONES DE LAS ZONAS DE UN TAMBOR SECADOR- MEZCLADO.....</b>	<b>105</b>
<b>FIGURA. N° 3.18: ESQUEMA DE UN QUEMADOR.....</b>	<b>107</b>
<b>FIGURA. 3.19: POSICIÓN CLÁSICA DEL QUEMADOR.....</b>	<b>109</b>
<b>FIGURA N° 3.20: COMPONENTES DEL FILTRO DE MANGAS.....</b>	<b>113</b>
<b>FIGURA N° 3.21: SISTEMA DE ALIMENTACIÓN DE COMBUSTIBLE.....</b>	<b>116</b>
<b>FIGURA N° 3.22: COMPONENTES PRINCIPALES DE LA CALDERA.....</b>	<b>122</b>
<b>FIGURAN°3.23:       TRANSPORTADOR       ESCALONADO       SIN       SILO       DE</b> <b>ALMACENAJE.....</b>	<b>126</b>
<b>FIGURA N° 3.24:VISTA DE PLANTA PORTATIL CONCENTRADORA DE</b> <b>AGREGADOS.....</b>	<b>131</b>
<b>FIGURA N° 3.25: PRODUCCIÓN INDUSTRIAL DE AGREGADOS EN PLANTAS</b> <b>CHANCADORAS.....</b>	<b>132</b>
<b>FIGURA N° 3.26: CHANCADOR GIRATORIO (PRIMARIO).....</b>	<b>133</b>
<b>FIGURA N° 3.27: CHANCADOR DE CONO STANDARD (SECUNDARIO).....</b>	<b>134</b>
<b>FIGURA N° 3.28: CHANCADOR DE CONO DE CABEZA CORTA</b> <b>(TERCIARIO).....</b>	<b>134</b>
<b>FIGURA N° 3.29: ESQUEMA DE LA CÁMARA INTERIOR DEUNA CHANCADORA DE</b> <b>MANDIBULA.....</b>	<b>135</b>
<b>FIGURA N° 3.30: ESQUEMA COMPARATIVO ENTRE UN CHANCADOR DE</b> <b>MANDÍBULAS Y UN SUPERVISOR.....</b>	<b>136</b>

<b>FIGURA N° 3.31: ESQUEMA DE LA CÁMARA INTERIOR DE UNA CHANCADORA DE CONO.....</b>	<b>137</b>
<b>FIGURA N° 3.32: CORTE DE UN CHANCADOR DE CONO GIRATORIO.....</b>	<b>138</b>
<b>FIGURA N° 3.33: ESQUEMA DE CÁMARA INTERIOR DE UNA CHANCADORA DE IMPACTO.....</b>	<b>138</b>
<b>FIGURA N° 3.34: ZARANDA MECÁNICA DE INCLINACIÓN MÚLTIPLE TIPO BANANA SCREEN.....</b>	<b>139</b>
<b>FIGURA 3.35. PIRÁMIDE DE LA DOCUMENTACIÓN DEL SISTEMA DE GESTIÓN DE CALIDAD.....</b>	<b>147</b>
<b>FIG. N° 4.1: VISTA PANORÁMICA PLANTA CIBER.....</b>	<b>158</b>
<b>FIG. N° 4.2: SILOS DOSIFICADORES PLANTA CIBER.....</b>	<b>159</b>
<b>FIG. N° 4.3: CONTROL DE LA DOSIFICACIÓN DE ÁRIDOS.....</b>	<b>159</b>
<b>FIG. N° 4.4: SECADOR DRUM-MIXER CIBER.....</b>	<b>160</b>
<b>FIG. N° 4.5: VISTA LATERAL E INTERIOR DE SECADOR.....</b>	<b>161</b>
<b>FIG. N° 4.6: VISTA POSTERIOR Y PANORÁMICA DEL QUEMADOR.....</b>	<b>162</b>
<b>FIG. N° 4.7: VISTA PANORÁMICA DEL ELEVADOR DE LA MEZCLA.....</b>	<b>163</b>
<b>FIG. N° 4.8: TRANSPORTADOR DE ARRASTRE TIPO REDLER: CADENA Y PALETAS.....</b>	<b>163</b>
<b>FIG. N° 4.9: SILO DE ALMACENAMIENTO Y DE DESCARGA.....</b>	<b>164</b>
<b>FIG. N° 4.10: CILINDROS NEUMÁTICOS SILO DE ALMACENAMIENTO Y DE DESCARGA.....</b>	<b>165</b>
<b>FIG. N° 4.11: DOSIFICADOR DE FILLER.....</b>	<b>166</b>

**FIG. N° 4.12: CALDERA, CALENTADOR DE ACEITE TÉRMICO PARA TRANSFERENCIA DE CALOR AL CEMENTO ASFÁLTICO ALMACENADO EN TANQUES, Y A LA MEZCLA EN EL MEZCLADOR EXTERNO.....167**

**FIG. N° 4.13: TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE PEN.....168**

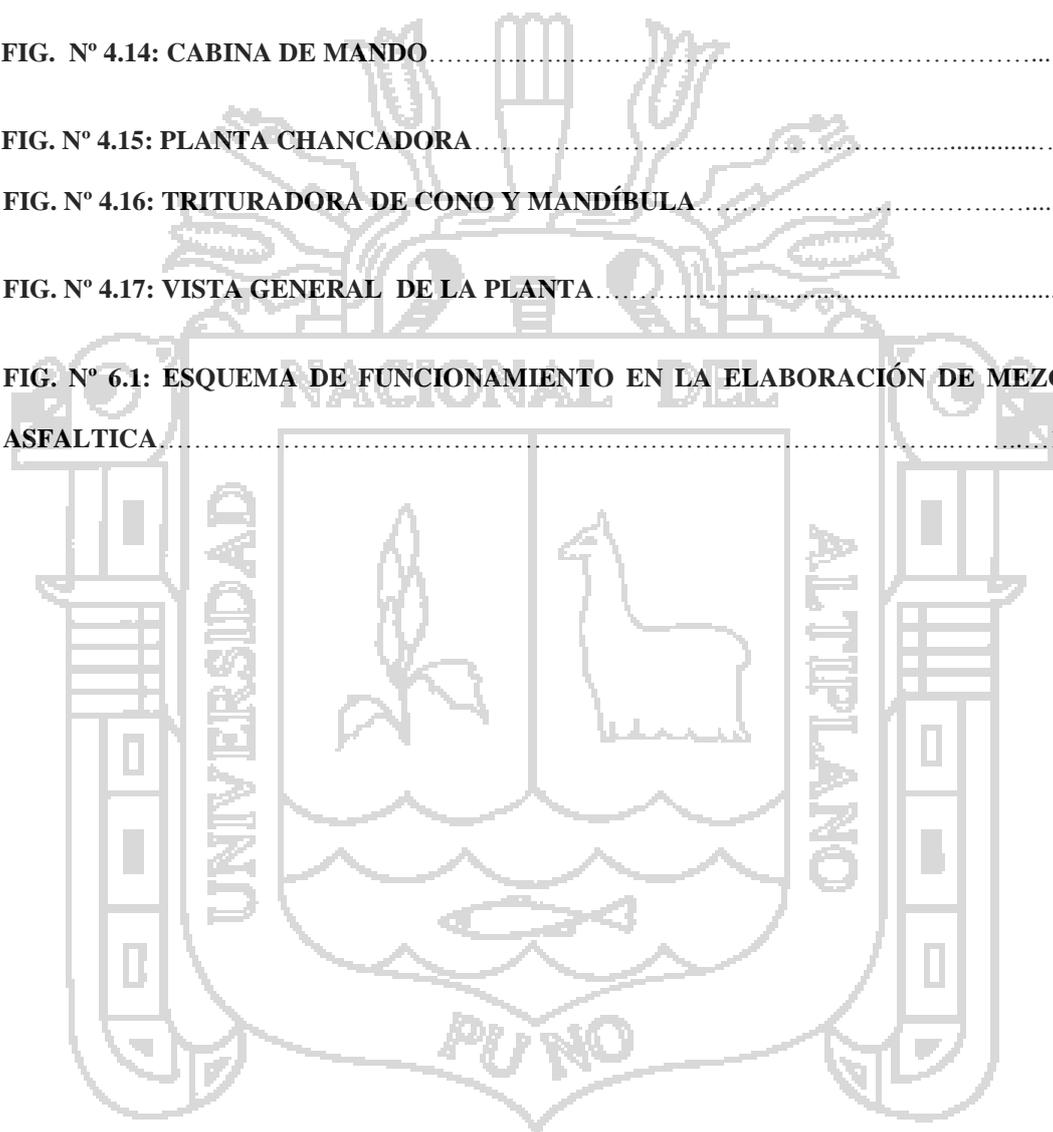
**FIG. N° 4.14: CABINA DE MANDO.....168**

**FIG. N° 4.15: PLANTA CHANCADORA..... 169**

**FIG. N° 4.16: TRITURADORA DE CONO Y MANDÍBULA.....170**

**FIG. N° 4.17: VISTA GENERAL DE LA PLANTA.....171**

**FIG. N° 6.1: ESQUEMA DE FUNCIONAMIENTO EN LA ELABORACIÓN DE MEZCLA ASFÁLTICA.....195**



## INDICE DE CUADROS

<b>CUADRO N° 5.1: DETERMINACIÓN DE LA POBLACION.....</b>	180
<b>CUADRO N° 5.2: DISTRIBUCIÓN PORCENTUAL RELATIVA A LAS INDICACIONES TRABAJA USTED BAJO INDICACIONES TÉCNICAS DE UN PLAN DE CALIDAD.....</b>	181
<b>CUADRO N° 5.3: DISTRIBUCIÓN PORCENTUAL RELATIVA: HA TENIDO CURSOS DE CAPACITACIÓN SOBRE PRODUCCIÓN DE MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE.....</b>	182
<b>CUADRO N° 5.4: DISTRIBUCIÓN PORCENTUAL RELATIVA DE CONOCER LAS NORMAS Y ESTIPULACIONES SOBRE LA PRODUCCIÓN DE MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE.....</b>	183
<b>CUADRO N° 5.5: DISTRIBUCIÓN PORCENTUAL RELATIVA DE TENER CONOCIMIENTOS SOBRE LOS ENSAYOS REALIZADOS AL PRODUCTO Y A LA MATERIA PRIMA.....</b>	184
<b>CUADRO N° 5.6: DISTRIBUCIÓN PORCENTUAL RELATIVA: ESTARÍA DISPUESTO A LABORAR BAJO SUPERVISIÓN Y CONTROL CONSTANTE.....</b>	185
<b>CUADRO N° 5.7: DISTRIBUCIÓN PORCENTUAL RELATIVA: CREE CONVENIENTE LA CAPACITACIÓN COMO FUENTE DE MEJORAS EN LA PRODUCCIÓN DE MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE.....</b>	186
<b>CUADRO N° 5.8: DISTRIBUCIÓN PORCENTUAL RELATIVA: EN CASO DE IMPLANTARSE UN LABORATORIO EN LA PLANTA DE ASFALTO, LE GUSTARÍA TRABAJAR EN ÉL.....</b>	187
<b>CUADRO N° 5.9: DISTRIBUCIÓN PORCENTUAL RELATIVA: EXISTEN SISTEMAS DE PROCEDIMIENTO O POLÍTICAS DE CALIDAD EN LA PLANTA DE ASFALTO .....</b>	188

**CUADRO N° 5.10: DISTRIBUCIÓN PORCENTUAL RELATIVA:EXISTEN PRESIONES INTERNAS Y EXTERNAS PARA MEJORAR LA PRODUCCIÓN DE LA PLANTA.....189**

**CUADRO N° 5.11: DISTRIBUCIÓN PORCENTUAL RELATIVA: MANTIENEN PROCEDIMIENTOS QUE CONTROLAN TODOS LOS DOCUMENTOS QUE SE REQUIEREN PARA EL DESARROLLO, IMPLEMENTACIÓN Y MANTENIMIENTO DE UN PLAN DE CALIDAD.....190**

**CUADRO N° 5.12: DISTRIBUCIÓN PORCENTUAL RELATIVA: HAY PERSONAL CAPACITADO Y CON COMPETENCIA EN LA PRODUCCIÓN DE MEZCLA CON UN PLAN DE CALIDAD.....191**



## RESUMEN

El trabajo de investigación **“Plan de calidad en la producción de mezcla asfáltica en caliente, en la planta de asfalto de la ciudad de Juliaca”**. Fue de tipo descriptivo, analítico y de corte transversal, tuvo como objetivo Proponer un plan de calidad aplicado a la mezcla asfáltica caliente producida en la planta de asfalto de la Municipalidad Provincial de San Román de la ciudad de Juliaca, sobre la base de los fundamentos y requisitos de las normas ISO 9000:2000, ISO 9001:2000. Para realizar el diagnóstico de la planta de asfalto, se vino indagando durante dos meses, utilizando la observación, descripción y análisis. De esta manera se pudo encontrar las diversas deficiencias que se presentan en la planta de asfalto. Para la determinación del nivel de conocimiento que tiene el personal que labora en la planta de asfalto, sobre producción de mezcla asfáltica en caliente, se realizó una encuesta, la técnica que se empleo fue la entrevista directa, utilizando como instrumento la encuesta.

La necesidad de presentar el presente trabajo de investigación se sustenta en la búsqueda de hacer más competitiva y productiva a la planta de asfalto de la Municipalidad Provincial San Román de la ciudad de Juliaca, ya que la investigación evidencia algunas causas de las deficiencias comunes en la producción de mezcla asfáltica en caliente.

Y finalmente se propone un plan de calidad en la producción de mezcla asfáltica en caliente en la planta de asfalto de la Municipalidad Provincial de San Román, basadas en las normas iso 9000:2000 y 9001:2000 en la elaboración de mezcla asfáltica en caliente en la planta de asfalto de la MPSRJ.

Al finalizar la presente tesis se deberán tener claros los conceptos de los sistemas de calidad en general, su implementación, aplicación en la planta de asfalto de la Municipalidad Provincial de San Román-Juliaca.

## ABSTRACT

Through this work seeks to present a plan of quality in the production of asphalt mixture hot, as a management tool that can be used in a plant of asphalt mixture production asphalt hot.

The need to present this research is based on the search for more competitive and productive plant of asphalt from the Municipalidad Provincial San Román in the city of Juliaca, since research shows some causes of deficiencies common in the production of asphalt mixture hot, like proper quality control procedures and practices efficient asphalt plant they lead to finished flooring of superior quality. Compelled to be at the forefront in the application of management tools, framed in the foundations of ISO 9000:2000 standards and the requirements of the standards ISO 9001:2000.

Then quality plan proposal was developed in the production of asphalt hot mix in the plant asphalt of the Municipalidad Provincial San Román, ISO 9000:2000 and 9001:2000 developing hot mezcla asfáltica in the Municipalidad Provincial de San Román-Juliaca, asphalt plant, thus also arose a plan design of quality hot-applied to the asphalt mix produced in the MPSRJ asphalt plant, presentation of the methodology of operation of the quality plan for the asphalt mixtures production hot produced in asphalt plant of the MPSRJ, where a quality plan is proposed.

At the end of this thesis the concepts of quality systems must be clear in general, its implementation and application in the Municipalidad Provincial San Román-Juliaca asphalt plant.

## CAPÍTULO I

### 1. INTRODUCCION

#### 1.1 PROBLEMÁTICA DE ESTUDIO

La planta de asfalto de la Municipalidad Provincial de San Román Juliaca es el ente, que abastece con la elaboración de la mezcla asfáltica en caliente para todas las obras viales que se ejecutan en la ciudad de Juliaca. Las redes viales de la Ciudad de Juliaca fueron construidas durante la última década como fundamento sólido para el desarrollo económico y social.

Actualmente estas vías muestran preocupantes signos de deterioro, llegando a finalizar su vida útil después de pocos años de uso, debido a que en la planta de asfalto de la Ciudad de Juliaca no cuenta con un plan de calidad en la producción de mezcla asfáltica en caliente.

Es en virtud de dicha problemática que surgió la inquietud de realizar una investigación que evidencia algunas causas de las deficiencias comunes en la producción de mezcla asfáltica en caliente. Procedimientos correctos de control de calidad y prácticas eficientes en planta de asfalto, conllevan a pavimentos terminados de calidad superior.

La PLANTA DE ASFALTO DE JULIACA no tiene definido y establecido un sistema de gestión de calidad, que establezca la política y los objetivos de calidad para contribuir a analizar los requisitos del cliente (las obras viales), definir los

procesos que contribuyan al logro del producto aceptable para el cliente y mantener éstos procesos bajo control. De aquí es que se desprende la propuesta de esta tesis, de la necesidad de elaborar un documento que forma parte del sistema de gestión de calidad que especifique que procedimientos y recursos asociados deben aplicarse, quién debe aplicarlos y cuando deben aplicarse en la producción de mezcla asfáltica en caliente, enmarcado en los fundamentos de las normas ISO 9000:2000 y en los requisitos de las normas ISO 9001:2000.

Sobre la base de este planteamiento, debe existir un documento que contenga toda la Descripción de las actividades que se incluyen en un plan de calidad en la producción de mezcla asfáltica en caliente sea bajo las normas que rigen proyectos de carreteras, y esto se traduzca en obras viales más durables y construidas bajo estándares de calidad.

Para resolver esta problemática, se considera necesario, formular un plan de Calidad en la producción de mezcla asfáltica en caliente.

## **1.2.OBJETIVOS DEL ESTUDIO**

### **1.1.1 OBJETIVO GENERAL**

Proponer un plan de calidad aplicado a la mezcla asfáltica caliente producido en la PLANTA DE ASFALTO DE LA Municipalidad Provincial de San Román de la ciudad de Juliaca, sobre la base de los fundamentos y requisitos de las normas ISO 9000:2000, ISO 9001:2000

### **1.1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Evaluar la aplicación de las Normas ISO 9000:2000 y 9001:2000 en la elaboración de mezcla asfáltica caliente en la PLANTA DE ASFALTO DE JULIACA

- Ofrecer un plan de calidad aplicado a la mezcla asfáltica caliente producida en LA PLANTA DE ASFALTO DE JULIACA, sobre la base de los fundamentos de las normas ISO 9000:2000 y los requisitos correspondiente a los procesos de realización del producto de las Normas ISO 9001:2000. Esto para los profesionales y técnicos que están involucrados en la producción de mezcla asfáltica en caliente.
- Realizar un reglamento interno de la planta de asfalto
- Proporcionar la información básica para el control de calidad y de las prácticas eficientes de planta y de pavimentación en la producción de mezcla asfáltica en caliente.
- Evidenciar los beneficios que se observan en un proceso de producción de mezcla asfáltica en caliente, respaldados por fuertes controles de calidad.

## 1.2 JUSTIFICACIÓN

La tecnología de producción de mezcla asfáltica en caliente se ha desarrollado considerablemente, actualmente las plantas y procesos de producción indiscutiblemente son sistemas sofisticados de avanzada tecnología y rendimiento, pero ningún equipo sofisticado puede compensar el uso de materiales y técnicas de producción deficientes.

La calidad de la mezcla asfáltica en caliente para pavimentos dependerá del cumplimiento de los requisitos estipulados. Por tanto verificar el diseño descrito en las especificaciones, conducirá a un pavimento asfáltico resistente, durable y confiable.

En tal sentido, este proyecto es necesario, incorporar a la planta de asfalto, siendo este; el ente que abastece con mezcla asfáltica en caliente, de la política de vialidad y contando con una planta de producción de mezcla asfáltica en caliente, un plan de calidad aplicado a la producción de mezcla asfáltica en caliente, enfocado en el establecimiento de controles y medios operacionales para cumplir los requisitos de calidad y obtener un producto final de óptimas condiciones, que sirva para lo cual fue diseñado y soporte el período de diseño.

De esta forma se beneficiará directamente todo el personal involucrado en la producción de mezcla asfáltica en caliente e indirectamente a estudiantes e ingenieros interesados en conocer esta área de la ingeniería.

### 1.3 ALCANCES Y LIMITACIONES DEL ESTUDIO

La investigación se enfoca hacia la planificación, desarrollo de los procesos y recursos asociados que deben aplicarse, para cumplir con los requisitos y objetivos de calidad de la mezcla asfáltica en caliente, determinando:

- ✚ Los objetivos de la calidad y los requisitos para la mezcla asfáltica en caliente.
- ✚ La necesidad de establecer procesos, documentos y de proporcionar recursos específicos para la mezcla asfáltica en caliente.
- ✚ Las actividades requeridas de verificación, validación seguimiento, inspección y ensayo/prueba específica para la mezcla asfáltica en caliente
- ✚ Los registros que sean necesarios para proporcionar evidencia de que los procesos de realización y la mezcla asfáltica en caliente cumplen los requisitos.

## LIMITACIONES

Esta tesis abarca la estructura del sistema de gestión de calidad Incluye la posibilidad de realizar exclusiones de aquellos requisitos o conjunto de requisitos de la norma ISO 9001:2000 que, por razón de su actividad o alcance de su sistema de gestión, no sean de aplicación. De presentarse exclusiones, estas deben ser identificadas y justificadas.

El análisis funcionará únicamente para la planta de asfalto de la Municipalidad Provincia de San Román- Juliaca.

## 1.4 METODOLOGÍA DEL ESTUDIO

### 1.4.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN

El tipo de investigación que se realizó es de tipo descriptivo, analítico y de corte transversal, donde se buscó seguir una secuencia de estudio diagnóstico actual para evaluar el estado actual de la planta de asfalto en la producción de mezcla asfáltica en caliente y proponer un plan de calidad.

### MÉTODO DE INVESTIGACIÓN

El método de investigación es de observación porque acudimos a la experiencia personal conociendo el problema, hablando con el personal vinculado en la producción de mezcla asfáltica en caliente.

Para la realización de la toma de datos se coordinó con las instancias correspondientes, para contar con el permiso, así de esta manera se pueda tener acceso a realizar la encuesta y la evaluación del diagnóstico de la planta de asfalto de la Municipalidad provincial de Juliaca.

### TAMAÑO DE MUESTRA

Para obtener el tamaño de muestra, fue el total de usuarios del laboratorio entre el periodo de Diciembre del 2012 a Enero del 2013.

El universo poblacional se obtuvo del personal que está involucrado en la producción de mezcla asfáltica en caliente como es al área de gerencia de infraestructura, planta de asfalto y equipo mecánico, donde se realizó las encuestas.

#### **PARA LA IDENTIFICACION DEL NIVEL DE CONOCIMIENTO DEL PERSONAL QUE LABORA EN LA PLANTA DE ASFALTO.**

Se utilizó el método de la encuesta, al personal que labora en la planta de asfalto. La técnica que se utilizó fue la entrevista mediante la encuesta, técnica utilizada para la recolección de información sobre el nivel de conocimiento de producción de mezcla asfáltica en caliente.

#### **PARA DETERMINAR EL DIAGNOSTICO DE LA PLANTA DE ASFALTO**

**DESCRIPCION:** Para determinar el diagnóstico de la planta de asfalto primero se indagó y luego se describió todos los factores que influyen en la producción de mezcla asfáltica en caliente.

**ANALISIS:** Para evaluar el diagnóstico de la planta se hizo un análisis de la planta de asfalto en sus diferentes áreas.

También se empleó para realizar el análisis de la producción de mezcla asfáltica en caliente que se viene brindando a las diferentes obras viales y finalmente para hallar las conclusiones y resultados.

#### **1.4.2 PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS**

El instrumento de medición de las variables del objeto de estudio se refiere al cuestionario, que consiste en un conjunto de preguntas sobre los hechos y aspectos de interés en la investigación, aplicado a 30 personas involucradas con el proceso de producción de mezcla asfáltica en caliente en la planta de asfalto de Juliaca, mismo

se estimó en 11 ítems de tipo cerrado, considerando las dimensiones, sub dimensiones e indicadores de la variable a medir, utilizando las categorías SI – NO, como alternativas de respuestas, el encuestado selecciona la opción y marca con una (X) la que considera conveniente.



## CAPÍTULO II

### 2. GENERALIDADES

#### 2.1 ANTECEDENTES

Como antecedentes a la presente investigación se tomó en cuenta los siguientes trabajos de investigación:

**RIVA T. G. 2010.** En su estudio “Calidad para implementar la acreditación del laboratorio de mecánica de suelos y Materiales EPIC – UNA” ,tuvo como objetivo proponer un Sistema de Gestión Calidad que permita la certificación por la norma ISO “Organización Internacional de Normalización” (ISO) y proponer la acreditación del Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil, frente a la entidad correspondiente en el Perú, como es: “El Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual” (INDECOPI) a través de su Servicio Nacional de Acreditación SNA.

Llegando a una conclusión como resultado de la aplicación de las herramientas de diagnóstico de la situación actual respecto a la norma ISO 9001:2008) se evidencian falencias como: la falta de documentación de los procesos, la inexistencia de políticas y objetivos de calidad, la falta de seguimiento y conocimiento de los clientes, la ausencia de mecanismos medición del desempeño de los procesos mediante indicadores de gestión, pocos controles en

la prestación del servicio e inexistencia de estrategias de servicios, pero también se destacaron aspectos como: el compromiso del personal del laboratorio.

**GODOY C. C. 2004** En su estudio “Análisis y verificación de las normas de calidad iso en el proceso de producción de mezcla asfáltica”, cuyo objetivo fue proponer un plan de acción para mejorar la mezcla asfáltica, Dar a conocer recomendaciones para la adecuada implementación de normas de calidad iso en la industria de la construcción de carreteras, específicamente en el proceso de producción de mezcla asfáltica.

Llegando a una conclusión que el proceso de producción de mezcla asfáltica bajo la norma iso 9000 es planeado y controlado efectivamente para asegurar el producto sea consistente y de aceptable calidad, producido de manera regular. Esta es la premisa básica bajo la cual la norma iso 9000 fue creada.

## **2.2 EMPRESAS QUE NEN LA ACTUALIDAD TRABAJAN CON CERTIFICACION ISO 9001 (Gestión de la Calidad)**

### **2.2.1 SERVICIO NACIONAL DE ADIESTRAMIENTO EN TRABAJO INDUSTRIAL (SENATI)<sup>1</sup>**

Desde el año 2000, el SENATI trabaja en el fortalecimiento y consolidación de su Sistema Integrado de Gestión, con acciones orientadas tanto a la gestión de la Calidad, Ambiental y a la Seguridad y Salud Ocupacional.

En Latinoamérica, el SENATI es la primera institución en su género, que ha logrado obtener las certificaciones: ISO 9001, para la Gestión de la Calidad, ISO 14001, para la Gestión Ambiental y OHSAS 18001, para la Gestión de la Seguridad y Salud Ocupacional. Dichas certificaciones, tienen un alcance a nivel nacional, en todos sus Centros de Formación Profesional.

---

<sup>1</sup> Información disponible en su página web institucional [www.senati.pe](http://www.senati.pe)

De esta forma el SENATI se mantiene a la vanguardia, al aplicar normas reconocidas internacionalmente en la gestión de sus actividades y servicios que ofrece a nivel nacional y

al actualizar los contenidos curriculares de sus programas de Formación y Capacitación Profesional en base a dichos estándares.

### 2.2.2 EMPRESA MUNICIPAL DE SANEAMIENTO (EMSA)<sup>2</sup>

El Sistema de Gestión de la Calidad de EMSA, conforme a la norma ISO 9001:2008, está certificado por AENOR desde el año 2008.

El alcance del Sistema de Gestión de la Calidad es el siguiente:

- El servicio de gestión del ciclo integral del agua (captación, aducción, potabilización y envasado de agua de consumo público, control analítico, servicio de abastecimiento, saneamiento, depuración, mantenimiento y reparación de redes de abastecimiento y alcantarillado, control del uso eficiente del agua. Contratación, facturación, cobros y atención al cliente para el abastecimiento y saneamiento de aguas).
- Producción de energía de origen hidráulico.
- Diseño y construcción de obras hidráulicas.
- Ensayos de contadores de agua fría.
- Vigilancia de ecosistemas acuáticos y gestión de proyectos ambientales.
- Valorización de lodos mediante la aplicación agrícola directa y la producción de lodos compostados y compost.
- Diseño, desarrollo, implantación y mantenimiento de tecnologías de información y comunicación.
- La realización de visitas medioambientales a instalaciones de la organización.

---

<sup>2</sup>Información disponible en su pag. Web [www.emsapuno.pe](http://www.emsapuno.pe)

Este Sistema también engloba las actividades realizadas por los Laboratorios de Aguas, por el Laboratorio de Contadores y por el Área de Control de Vertidores.

### 2.2.3 EMPRESA DE GENERACIÓN ELÉCTRICA SAN GABÁN<sup>3</sup>

En lo que corresponde a esta empresa, para obtener la certificación final sobre **gestión de calidad**, esta ha seguido el siguiente proceso, durante un plazo aproximado de 3 años:

- 1) Sensibilización del personal obrero, administrativo, técnico y profesional de la institución, hecho que se realizó en varias sesiones.
- 2) Se han desarrollado varios cursos taller sobre el sistema de gestión de calidad.
- 3) Cursos sobre formación de auditores internos dentro de la institución capacitados en gestión de calidad.
- 4) Curso de formación de auditores externos al personal responsable de gestión de calidad (caso Gerente General, jefe de administración, etc).
- 5) Contratación de consultoras externas para la elaboración de los manuales de gestión de calidad e implementación de todo el sistema.
- 6) Contratación de consultoras internacionales para el proceso de evaluación del proceso de calificación de gestión de calidad.
- 7) Proceso de certificación final con empresas acreditadoras como son: SGS y BEUREAU VERITAS.

---

<sup>3</sup>Resumen de la información proporcionada por el Ing. Giovany Hermosa Mendoza. Trabajador de la Empresa de Generación Eléctrica San Gabán en entrevista realizada el 26 de julio del 2010.

## CAPÍTULO III

### 3. MARCO TEORICO

#### 3.1 ASFALTO DE PETROLEO

##### 3.1.1 RESEÑA HISTÓRICA

El asfalto es un componente natural de la mayor parte de los petróleos. La palabra Asfalto, derivada del acadio, lengua hablada en Asiría, en las orillas del Tigris superior, entre los años 1400 y 600 A.C. En esta zona se encuentra en efecto la palabra “Sphalto” que significa “lo que hace caer”. Luego la palabra fue adoptada por el griego, pasó al latín, más adelante, al francés (asphalte), al español (asfalto) y al inglés (asphalt). Estos estudios arqueológicos, indican que es uno de los materiales constructivos más antiguos que el hombre ha utilizado.

En el sector de la construcción, la utilización más antigua se remonta aproximadamente al año 3200 A.C. excavaciones efectuadas en Tell Asmer, a 80 Km. Al noreste de Bagdad, permitieron constatar que los sumerios habían utilizado un mastic de asfalto para la construcción de pavimentos interiores de 3 a 4 cm. de espesor. A continuación se muestra un cuadro donde se puede observar cronológicamente el desarrollo de la utilización del asfalto como material de construcción.

**TABLA Nº 3.1: DESARROLLO CRONOLÓGICO DEL ASFALTO COMO MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN.**

AÑO	SUCESO
Siglo XXI	Cristóbal Colón descubre el betún natural a mediados del siglo XXI. Un siglo más tarde Sir Walter Raleigh quedo asombrado ante el Lago de betún y tomo posesión de él para la corona Británica
1681	El 16 de Agosto de 1681, los Ingleses JoakinBecher y Henry Serie registraron una patente relativa a “un nuevo método para extraer brea y alquitran del carbón de piedra”
1712	El griego Eirini D Eyrinis descubrió el yacimiento de asfalto de Val de travers en Suiza y luego el Yacimiento de Seyssel en el valle del Rodano. A partir de estos yacimientos se elaboró “mastic de asfalto” aplicado al revestimiento de caminos.
1824	La firma Pillot et comenzó a fabricar adoquines de asfalto.
1837	Se pavimentó, con adoquines de asfalto. La plaza de la concordia y los Cam`posEliseos en Paris.
1852	Se construyó la carretera Paris-Perpiñan con asfalto de Travers, que significó el comienzo de una nueva forma de construcción Vial.
1869	Se introduce el procedimiento de construcción con asfalto en Londres (con asfalto de Vals de Travers).
1870	Se introduce el procedimiento de construcción con asfalto en los Estados Unidos. Desde esta época el “asfalto” se implantó sólidamente en las vías urbanas y propició significativamente su uso vial.
1876	Se realizó la construcción del primer pavimento, tipo SheetAsphalt. En Wasington D.C. con asfalto natural importado.
1900	Aparece la primera mezcla asfáltica en caliente. Utilizada en la rue du Louvre y en la Avenue Victoria en Paris, la cual fue confeccionada con Asfalto natural de la Isla de Trinidad.
1902	A partir de este año se inicia el empleo de los asfaltos destilados en los Estados Unidos.
1903	Aparecen los tratamientos superficiales a base de emulsiones. Con objeto de enfrentar las nubarrones de polvo producto de polvo producto de la circulación automovilística en las carreteras.
1909	En Versailles, sobre el firme de una carretera con un tráfico diaria de 5000 vehículos, se construyó una capa de aglomerado bituminoso de 5cm de espesor.

Fuente: Tesis “Aplicaciones de las Emulsiones Asfálticas y los Asfaltos Diluidos en mezclas Asfálticas en frío Utilizando agregados del Río Aguaytía-Ucayali”. UNI. Medina RamirezVictor.

Así pues, en los albores del siglo XX, ya existían los principales componentes de las técnicas de revestimientos bituminosos. Su desarrollo y perfeccionamiento, es tarea queincumbe a los profesionales del asfalto del siglo XX.

### 3.1.2 DEFINICIÓN

La American Society for Testing and Materials (ASTM) define al asfalto como un material ligante de color marrón oscuro a negro, constituido, principalmente, por betunes que pueden ser naturales u obtenidos por refinación del petróleo. El asfalto se presenta en proporciones variables en la mayoría de los petróleos crudos. El betún según ASTM, es una sustancia ligante (sólida, semisólida o viscosa) oscura, natural o artificial, compuesta principalmente por hidrocarburos de alto peso molecular, como los asfaltos, alquitranes, breas y asfálticas.

El asfalto es un material negro, cementante, que varía ampliamente en consistencia, entre sólido y semisólido (sólido blando), a temperaturas ambientales normales.

Cuando se calienta lo suficiente, el asfalto se ablanda y se vuelve líquido, lo cual le permite cubrir las partículas de agregado durante la producción de mezcla en caliente.

El asfalto usado en pavimentación, generalmente llamado cemento asfáltico, es un material viscoso (espeso) y pegajoso. Se adhiere fácilmente a las partículas del agregado y por lo tanto es un excelente cemento para unir partículas del agregado en un pavimento de mezcla caliente.

El cemento asfáltico es un excelente material impermeabilizante y no es afectado por los ácidos, los álcalis (bases) o las sales. Esto significa que un pavimento de cemento asfáltico construido adecuadamente es impermeable y resistente a muchos tipos de daños químicos.

### 3.1.3 PROPIEDADES DEL ASFALTO

**Propiedades Químicas:** Básicamente, el asfalto está compuesto por varios hidrocarburos (combinaciones moleculares de hidrógeno y carbono) y algunas trazas

de azufre, nitrógeno y otros elementos. El asfalto cuando es disuelto en un solvente como el heptano puede separarse en dos partes principales asfaltenos y maltenos,

**Propiedades Físicas:** Las propiedades físicas del asfalto, de mayor importancia para el diseño, construcción y mantenimiento de carreteras son: Durabilidad, adhesión, susceptibilidad a la temperatura, envejecimiento y endurecimiento.

### 3.1.4 TÉCNICAS DE PRODUCCIÓN DE ASFALTOS:

El petróleo crudo está compuesto por distintos productos, incluyendo el asfalto. La refinación permite separar estos productos y recuperar el asfalto. Durante el proceso de refinación, el petróleo crudo es conducido a un calentador tubular donde se eleva rápidamente su temperatura para la destilación inicial. Luego entra a una torre de destilación donde se vaporizan los componentes o fracciones más livianas (más volátiles), y se separa para su posterior refinamiento en nafta, gasolina, kerosene, y otros productos derivados del petróleo.

El residuo de este proceso de destilación es la fracción pesada del petróleo crudo, comúnmente llamado crudo reducido. Puede ser usado como fuel oil residual, o procesado en distintos productos, entre ellos el asfalto. Para separar la fracción asfalto del crudo reducido se puede utilizar un proceso de extracción mediante solventes. Luego, se refina la mayor parte de esta fracción para obtener el cemento asfáltico. Según el proceso de refinación usado se obtiene cementos asfálticos de muy alta o de baja consistencia. Estos productos se mezclan después, en cantidades adecuadas para obtener cementos asfálticos de la consistencia deseada. Los asfaltos sopladados se producen insuflando aire a altas temperaturas al asfalto de consistencia adecuada.

### Cementos Asfálticos

Son preparados especialmente por presentar cualidades y consistencias propias para su uso directo en la construcción de pavimentos asfálticos. Es un material ideal para aplicaciones en trabajos de pavimentación por sus propiedades aglutinantes, impermeabilizantes, flexibilidad, durabilidad y alta resistencia a los ácidos y álcalis en general. Se clasifican de acuerdo a su consistencia medida por la viscosidad dinámica o absoluta y por su penetración (PEN).

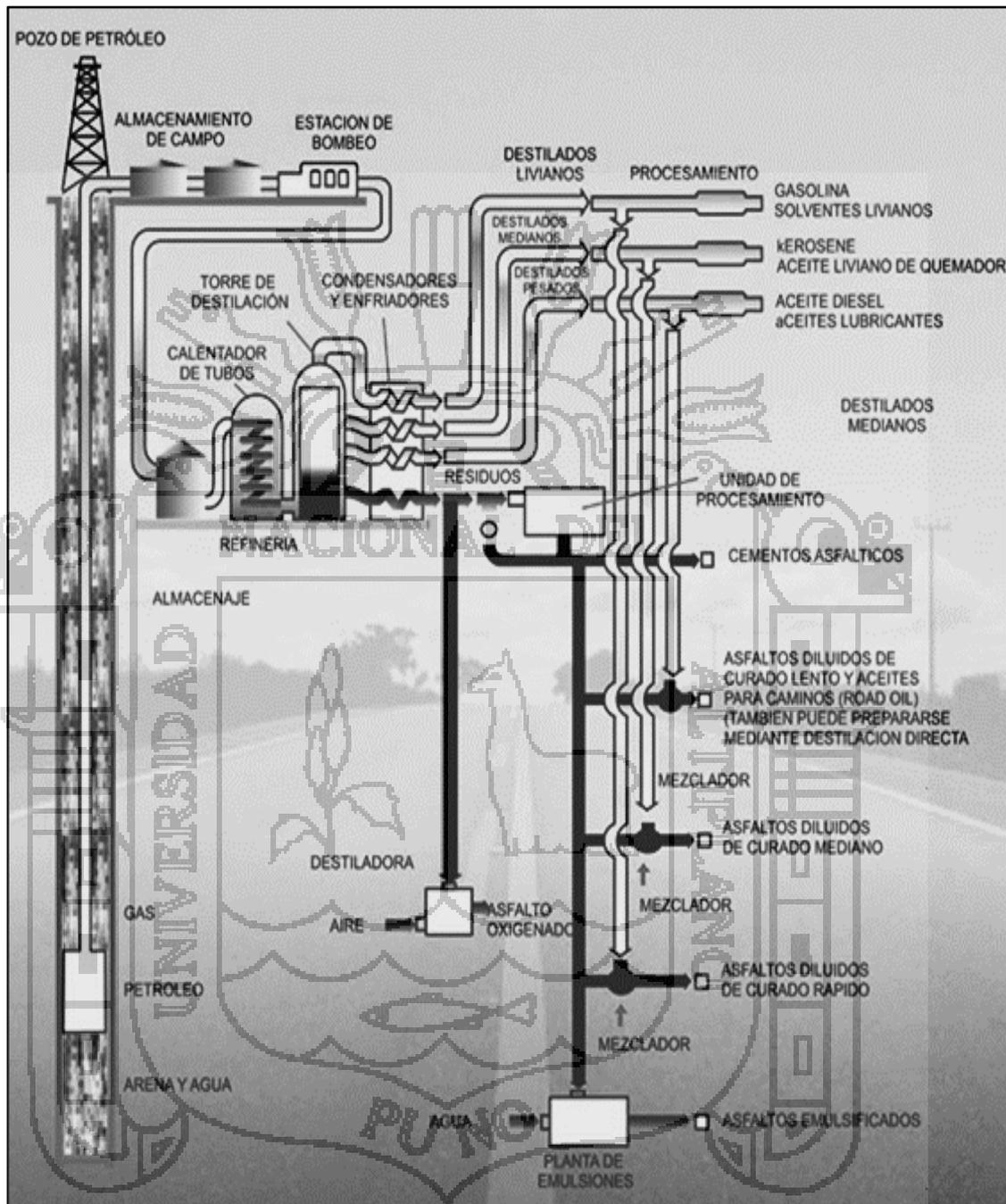
Los asfaltos se producen por la refinación del petróleo en unidades de destilación primaria y de vacío. El producto obtenido del fondo de la destilación primaria (crudo reducido) es destilado a 26 mm Hg. de presión de vacío y alta temperatura (del orden de 700° F). El producto obtenido por los fondos de la torre de vacío se llama “Residual Asfáltico” o Cemento Asfáltico de Petróleo (CAP), semisólido a temperatura ambiente. Dicho CAP es obtenido a diferentes viscosidades las que miden su consistencia.

Los asfaltos obtenidos son denominados con la siguiente nomenclatura:

- CAP PEN: 60/70 (Penetración 60 a 70)
- CAP PEN: 85/100 (Penetración 85 a 100)
- CAP PEN: 120/150 (Penetración 120 a 150)

En la Figura N° 3.1, se observa el proceso por el cual tiene que pasar el petróleo para poder obtener el cemento asfáltico.

**FIGURA N° 3.1. DIAGRAMA DEL PROCESO DEL PETRÓLEO PARA OBTENER CEMENTO ASFÁLTICO**



Fuente: Principios de Construcción de Pavimentos de Mezcla Asfáltica en caliente del Asphalt Inst.

Serie de Manuales N° 22 (MS-22). Los cementos asfálticos se clasifican bajo tres sistemas diferentes, ellos son: viscosidad, viscosidad después del envejecimiento y penetración. Cada sistema abarca diferentes grados, cada uno con diferentes grados de consistencia.

**Viscosidad:**

Este es el sistema más usado en los Estados Unidos. La Tabla 3.2 muestra el sistema en forma de tablas. En el sistema de viscosidad el poise es la unidad normal de medida para viscosidad absoluta. Refiriéndose a la Tabla 3.2, se observa que cuanto más alto es el número de poises más viscoso es el asfalto.

El AC-2.5 (Cemento asfáltico con una viscosidad de 250 poises a 60 ° C ó 140 ° F) es conocido como un asfalto “blando”. El AC-40 (Cemento asfáltico con una viscosidad de 4000 poises a 60 ° C ó 140 ° F) es conocido como un asfalto “duro”.

**Viscosidad después del envejecido:**

La idea es identificar cuáles son las características de viscosidad después de que se ha colocado el asfalto en el pavimento. Para poder simular el envejecimiento que ocurre en la planta asfáltica durante el mezclado, el asfalto debe ser ensayado en el laboratorio utilizando un ensayo patrón de envejecimiento. El residuo asfáltico que queda después del envejecimiento es clasificado, posteriormente, de acuerdo a su viscosidad. Una vez más la unidad normal de medida es el poise.

La Tabla 3.3 identifica los posibles grados bajo este sistema.

En la Tabla 3.3 la abreviación “AR” corresponde a “residuo envejecido”. Obsérvese que el AR-10 (viscosidad de 1000 poises) se conoce como un asfalto “blando”, mientras que el AR-160 (viscosidad de 16 000 poises) se conoce como un asfalto “duro”.

**CLASIFICACION DE LOS CEMENTOS ASFALTICOS**

**TABLA N° 3.2: REQUISITOS PARA CEMENTO ASFALTICO  
CLASIFICADO POR VISCOSIDAD A 60° C**

PRUEBA	GRADO DE VISCOCIDAD					
	AC-2.5	AC- 5	AC-10	AC -20	AC-30	AC-40
Viscosidad, 60° poises	250-50	500±10 0	100±200	200±400	300±600	400±800
Viscosidad, 135° Cs-mínima	125	175	250	300	350	400
Penetración, 25° C 100g.,segundos -mínimo	220	140	80	60	50	40
Punto inflamador, clevedad.°C(°F)- mínimo	163(325 )	177(35 0)	219(425)	232(450)	232(450)	232(450)
Solubilidad en tricloroetileno por Ciento-mínimo	99.0	99.0	99.0	99.0	99.0	99.0
Pruebas sobre el residuo del ensayo TFO:						
Perdida por calentamiento, por ciento-Máximo(opcional) <sup>3</sup>		1.0	0.5	0.5	0.5	0.5
Viscosidad, 60° C, poises- máximos	1000	2000	4000	8000	12000	16000
Ductilidad, 25° C, 5cm por minuto, cm mínimo	100 <sup>1</sup>	100	75	50	40	25
Prueba de mancha (cuando y como se Especifique) <sup>2</sup> con:						
Solvente normal de nafta	Negativo para todos los grados					
Solvente de nafta-xileno, % xileno	Negativo para todos los grados					
Solvente de heptano-xileno, %xileno	Negativo para todos los grados					
<sup>1</sup> Si la ductilidad es menor que 100,el material será aceptado, si la ductilidad a 15.6° C tiene un valor mínimo de 100.						
<sup>2</sup> El uso de la prueba de mancha es opcional. El ing. Deberá especificar el tipo de solvente usado cuando se va a usar la prueba. En el caso de los solventes de xileno, especificar el % de xileno a ser usado.						
<sup>3</sup> El uso de requisito de perdida por calentamiento es opcional.						

Fuente: Principios de Construcción de Pavimentos de Mezcla Asfáltica en caliente del Asphalt Institute. Serie de Manuales N° 22 (MS-22).

**TABLA N° 3.3 REQUISITOS PARA CEMENTO ASFALTICO CLASIFICADO POR VISCOSIDAD A 60° C (CLASIFICACIÓN BASADA EN EL RESIDUO DEL ENSAYO DE RTFO)**

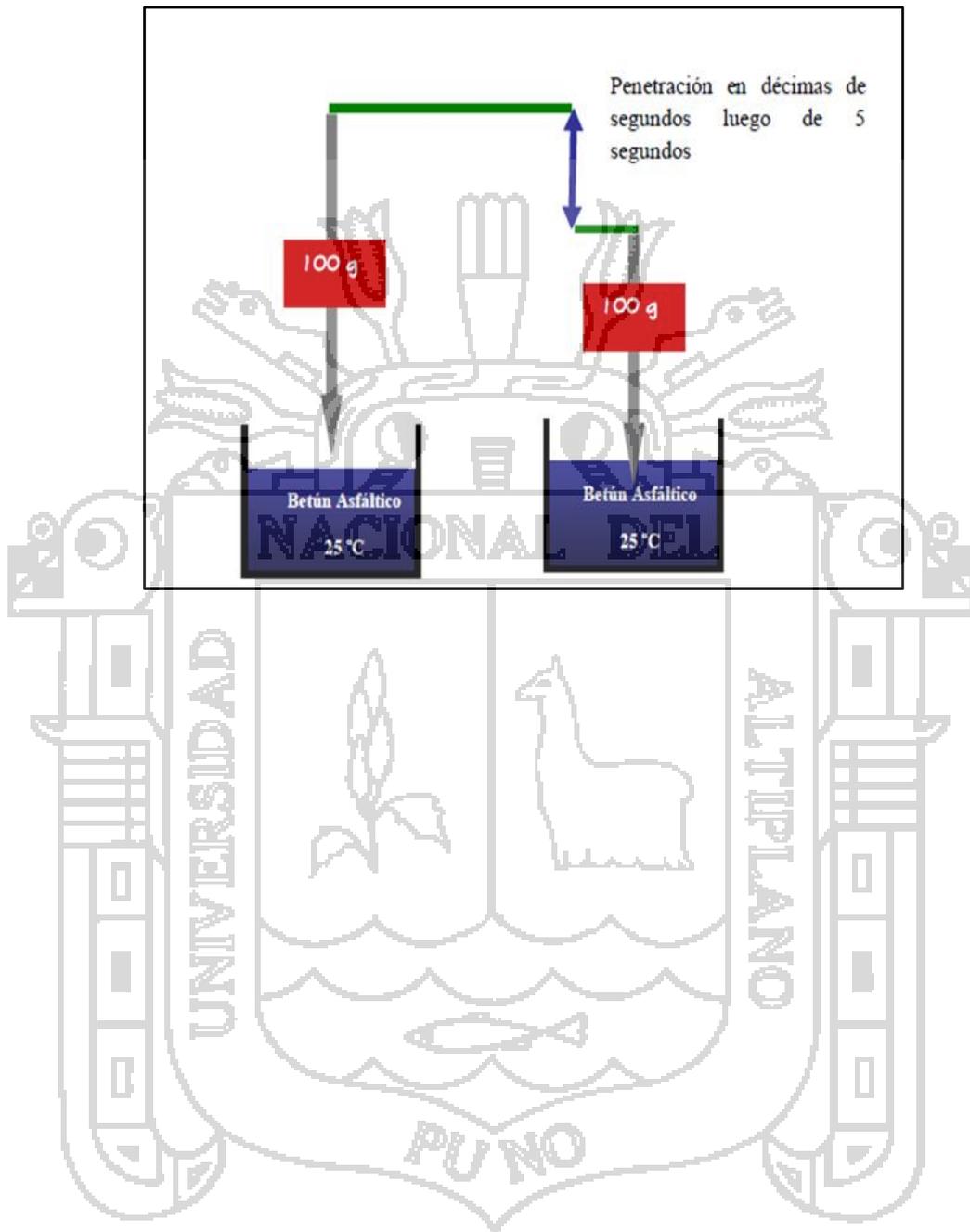
PRUEBAS SOBRE EL RESIDUO DE ENSAYO DE LA NORMA AASHTO T 240 <sup>1</sup>	GRADO DE VISCOSIDAD				
	AR - 10	AR - 20	AR - 40	AR - 80	AR - 160
Viscosidad. 60° poises	1000±250	200±500	4000±1000	8000±2000	16000±4000
Viscosidad 135° Cs – mínima	140	200	275	400	550
Penetración 25° C 100 g..5 segundos – mínimo	65	40	25	20	20
Porcentaje de pen original. 25° C – mínimo	-	40	45	50	52
Ductilidad 25° C. 5cm por minuto. cm – mínimo	100 <sup>2</sup>	100 <sup>2</sup>	75	50	52
<b>PRUEBAS SOBRE EL ASFALTO ORIGINAL.</b>					
Punto inflamador. Cleveland. °C(°F)- mínimo	205(400)	219(425)	227(440)	232(450)	238(460)
Solubilidad triclorotileno. Por ciento mínimo	99.0	99.0	99.0	99.0	99.0
<sup>1</sup> AASHTO 179 (TFO) puede ser usado, pero AASHTO T 240 deberá ser el método de referencia.					

Fuente: Principios de Construcción de Pavimentos de Mezcla Asfáltica en caliente del Asphalt Institute. Serie de Manuales N° 22 (MS-22).

### **Penetración:**

El tercer método usado para clasificar asfaltos es el de penetración. La figura 3.2 muestra cómo se efectúa el ensayo de penetración. Una aguja normal se deja penetrar dentro de la muestra de asfalto bajo una carga dada. La distancia que la aguja penetra en la muestra en un tiempo determinado es medida en décimas de milímetro (0.1 mm). Un grado 200-300 indica que la aguja penetró en la muestra, bajo condiciones específicas, de 200 a 300 décimas milímetro. Esto es indicación de un asfalto “blando”. Un grado 40-50, por otro lado, es indicación de un asfalto “duro” en el cual la aguja fue capaz de penetrar solamente de 40 a 50 décimas de milímetro. La Tabla 3.4 muestra los distintos grados incluidos bajo este sistema.

FIGURA N° 3.2.- DIAGRAMA DE LA PRUEBA DE PENETRACIÓN



**TABLA N° 3.4: SISTEMA DE CLASIFICACIÓN POR PENETRACIÓN REQUISITOS PARA UNA ESPECIFICACIÓN PARA CEMENTO ASFALTICO AASHTO M 20**

<b>GRADO DE PENETRACIÓN</b>										
	40-50		60-70		85-100		120-150		200-300	
	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max
Penetración, 25° C 100g.,5 segundos	40	50	60	70	85	100	120	150	200	300
Punto inflamador Cleveland, °C	450	-	450	-	450	-	425	-	350	-
Ductilidad 25° C, 5cm por minuto	100	-	100	-	100	-	100	-	-	-
Solubilidad de triclorotileno. por ciento	99	-	99	-	99	-	99	-	99	-
TFO 3.2 mm, 63°C, 5 horas										
Perdida por calentamiento, Por ciento	-	0.8	-	0.8	-	1.0	-	1.3	-	1.5
Penetración del residuo, Por ciento del original	58	-	54	-	50	-	46	-	40	-
Ductilidad del residuo a 25° C. 5cm por min., cm	-	-	50	-	75	-	100	-	100	-
Prueba del mancha (cuando y como se especifica) (ver nota): Solvente normal del nafta Solvente de nafta- xileno % xileno. Solvente de heptano – xileno % xileno.	Negativo para todos los grados Negativo para todos los grados Negativo para todos los grados									

Fuente: Principios de Construcción de Pavimentos de Mezcla Asfáltica en caliente del Asphalt Institute. Serie de Manuales N° 22 (MS-22).

Nota: El uso de la prueba de mancha es opcional. El ingeniero deberá especificar el tipo de solvente usado cuando se va a usar la prueba. En el caso de los solventes de xileno deberá de especificar el porcentaje de xileno a ser usado.

### **Asfaltos Diluidos con Solventes de Petróleo (CutbacksAsphalts)**

Llamados “Asfaltos Rebajados” y son el resultado de la dilución de cementos asfálticos por algún destilado de petróleo. La mayor cantidad de asfaltos diluidos o rebajados se fabrica por el método intermitente. Se bombea el solvente adecuado a un recipiente y cuando ya se dispone de una cantidad considerable, se añade asfalto caliente (fluido) y los componentes se mezclan por agitación mecánica.

Cuando ya se tienen aproximadamente las proporciones correctas, se prueba el producto, y se hacen los ajustes necesarios, añadiendo solvente o asfalto.

También se pueden mezclar en el asfalto diluido aditivos para mejorar su adherencia o para otros objetivos.

En las operaciones de mezclado de asfaltos y rebajados, un controlador de pistón mide el gasto de la descarga total. Un segundo controlador mide el gasto de una de las materias componentes. Cada controlador transmite una señal a un aparato que controla las proporciones. Este aparato mantiene una relación constante entre los materiales que entran y los que salen. Los asfaltos rebajados de alto punto de encendido y los de bajo se enfrían en enfriadores separados antes de bombearlos para su almacenamiento.

Antes de comenzar la fabricación de asfaltos rebajados, es necesario tomar importantes decisiones, que incluyen la selección de un asfalto adecuado y un solvente.

En la Fig. N° 3.1, se muestra más detalladamente la secuencia para la producción de materiales asfálticos diluidos dentro del diagrama de procesamiento del petróleo.

#### **3.1.5 PRODUCCIÓN DE ASFALTOS EN EL PERÚ**

En el Perú se producen asfaltos en la refinería de Talara, Conchán (Petroperú) y en la Refinería de La Pampilla (privatizada), aunque también tenemos otras refinerías

como la refinería de Iquitos y la Refinería de Pucallpa, en estas no se producen asfaltos. De estas refinerías la que tiene mayor variedad en la producción de asfaltos es la refinería Conchán, produciendo asfaltos para pavimentación y asfaltos de uso industrial. Los asfaltos que produce Petroperú, se hacen en base a especificaciones técnicas vigentes que permanentemente son actualizadas dando como resultado una calidad Innovada y Mejorada.

En este sentido, cuidadosos y estrictos controles de calidad demuestran que los asfaltos que produce Petroperu cumplen con los requerimientos de entidades mundiales tales como:

- Asociación Americana de Carreteras Estatales y transportes Oficiales – Norma AASHTO M20/ M81 Y AASHTO MP1 (SUPERPAVE).
- Sociedad Americana para Ensayos y Materiales – Normas ASTM D946/D2028.
- Instituto Del Asfalto USA

En razón a ello, presentan una calidad de exportación, teniendo aplicabilidad diversa y éxito en países con climas calurosos, templados, fríos y fríos. Petroperu exporta asfalto a Ecuador, Bolivia y Chile.

### **3.1.6 ASFALTOS DE PAVIMENTACIÓN**

Los asfaltos de pavimentación que se producen en el Perú son los siguientes:

#### **Asfaltos de Pavimentación Sólidos**

Se denomina así a los asfaltos que son clasificados de acuerdo a su consistencia, mediante el ensayo de penetración.

Los asfaltos de pavimentación sólidos producidos en el Perú son: CAP PEN 40/50, CAP PEN 60/70, CAP PEN 85/100, CAP PEN 120/150

De estos tipos de asfaltos los de mayor demanda en el mercado nacional son: CAP PEN 60/70 y CAP PEN 85/100

### **Asfaltos de Pavimentación Líquidos**

Estos asfaltos son los denominados asfaltos líquidos o Cutbacks y son clasificados de acuerdo a su tiempo de curado. En el Perú se producen los siguientes tipos de asfaltos líquidos:

#### **Asfaltos de Pavimentación Líquidos de Curado Rápido**

Se producen los siguientes tipos:

**RC-250:** Siendo de mayor demanda en el mercado Nacional 85% aproximadamente.

**RC-70:** Se vende en menor proporción que el RC-250, siendo del orden del 15% de demanda nacional de asfaltos líquidos de curado rápido.

#### **Asfaltos de Pavimentación Líquidos de Curado Medio**

Se produce el siguiente tipo:

**MC-30:** Este tipo de asfalto de curado medio es el de mayor demanda en el mercado nacional.

#### **Asfaltos de Pavimentación Líquidos de Curado Lento**

Este tipo de asfaltos no se produce en el Perú, debido a que no existe demanda en el mercado nacional. Los asfaltos de curado rápido representan aproximadamente el 90% de la demanda nacional, mientras que los de curado medio sólo el 10%. La demanda nacional de asfalto para pavimentación, en la actualidad, está por debajo de la capacidad de producción que tenemos en las refinerías de Conchán, Talara y La Pampilla.

Esta demanda es aproximadamente de 2,000 a 2,500 barriles de asfalto por día, mientras que la capacidad de producción es de 15,000 barriles de asfalto por día aproximadamente.

**TABLA N° 3.5: USO DE CEMENTOS ASFÁLTICOS GRADUADOS POR PENETRACIONEN FUNCIÓN AL CLIMA**

PAVIMENTACIÓN	CLIMA				
	Muy cálido	Cálido	Moderado	Frio	Frígido
<b>AEROPUERTOS</b>					
Pistas de despegue	40-50	40-50	60-70	85-100	120-150
Caminos auxiliares	40-50	40-50	60-70	85-100	120-150
Aparcamientos	60-70	60-70	60-70	85-100	85-100
<b>CARRETERAS</b>					
Tráfico pesado y muy pesado	40-50 40-50	40-50 60-70	60-70 60-70	85-100 85-100	120-150 120-150
Trafico medio ligero					
<b>CALLES</b>					
Tráfico pesado y muy pesado	40-50 40-50	40-50 60-70	60-70 85-100	85-100 85-100	120-150 120-150
Trafico medio ligero					
<b>CAMINOS PARTICULARES</b>					
Industriales	40-50	40-50	60-70	85-100	120-150
Comerciales Estac. Serv.	40-50	60-70	60-70	85-100	85-100
Residenciales	60-70	60-70	85-100	85-100	85-100
<b>APARCAMIENTOS</b>					
Industriales	40-50	40-50	60-70	85-100	120-150
Comerciales	40-50	60-70	60-70	85-100	85-100
<b>ZONA DE RECREO</b>					
Pista de tenis	60-70	60-70	85-100	85-100	85-100
Terrenos de juego	60-70	60-70	85-100	85-100	85-100
<b>BORDILLOS</b>	40-50	40-50	60-70	85-100	85-100

Fuente: Tesis “Aplicaciones de las Emulsiones Asfálticas y los Asfaltos Diluidos en mezclas Asfálticas en frío, utilizando agregados del Río Aguaytía-Ucayali”. UNI. Medina Ramírez Víctor.

Los rendimientos aproximados de los asfaltos de pavimentación de acuerdo a su aplicación recomendados por Petroperú se muestran a continuación.

**TABLA N° 3.6: RENDIMIENTO APROXIMADO DE ASFALTOS DE PAVIMENTACIÓN**

CLASE DE ASFALTO	USO	RENDIMIENTO
Cemento asfáltico 40-50 PEN, 60-70 PEN, 85-100 PEN y 120-150 PEN	Mezcla en caliente	30 gl/m <sup>3</sup> de mezcla
	Concreto Asfáltico	4 - 7% peso total de la mezcla
Asfalto liquido RC -250	Adhesión Nueva Carpeta Asfáltica y existente	0.05 gl/m <sup>2</sup>
	Sellado	0.3 gl/m <sup>2</sup>
	Mezcla asfáltica en frío	1.5 – 2.0 gl/m <sup>2</sup>
	Pintura impermeabilizante	1 gl/ 5 a 10m <sup>2</sup> Según espesor de película

Fuente: Tesis “Aplicaciones de las Emulsiones Asfálticas y los Asfaltos Diluidos en mezclas Asfálticas en frío, utilizando agregados del Río Aguaytía-Ucayali”. UNI. Medina Ramírez Víctor.

En este cuadro se muestran rendimientos aproximados, para efectos de cálculo de mayor exactitud es importante considerar los siguientes aspectos: diseño en función al tipo de mezcla y otros factores tales como: clase de suelo, clima, terreno, intensidad del tránsito y materiales disponibles para la mezcla.

### AGREGADO

Agregado, también conocido como roca, o agregado mineral, es cualquier material mineral duro e inerte usado, en forma de partículas graduadas o fragmentos, como parte de un pavimento de mezcla asfáltica en caliente. Los agregados típicos incluyen arena, grava, piedra triturada, escoria, y polvo de roca. El agregado constituye entre el 90 y el 95 por ciento, en peso, y entre el 75 y el 85 por ciento, en volumen, de la mayoría de las estructuras de pavimento.

El comportamiento de un pavimento se ve altamente influenciado por la selección apropiada del agregado, debido a que el agregado mismo proporciona la mayoría de las características de capacidad portante.

**Fuentes de Agregados:**

Los agregados usados en el pavimento asfáltico se clasifican, generalmente, de acuerdo a su origen. Estos incluyen: agregados naturales, agregados procesados, y agregados sintéticos o artificiales.

**Agregados Naturales.-** Los agregados naturales son aquellos que son usados en su forma natural, con muy poco o ningún procesamiento. Ellos están constituidos por partículas producidas mediante procesos naturales de erosión y degradación, tales como la acción del viento, el agua el movimiento del hielo, y los químicos. La forma de las partículas individuales es un producto, a la larga, de los agentes que actúan sobre ellas. Los glaciares, por ejemplo, usualmente producen rocas y guijarros redondeados. Así mismos, las corrientes de agua producen partículas lisas y redondeadas.

Los principales tipos de agregado natural usados en la construcción de pavimento son la grava y la arena. La grava se define, usualmente, como partículas de un tamaño igual o mayor que 6.35 mm (1/4 pulgada). La arena se define como partículas de un tamaño menor que 6.35 mm (1/4 pulgada) pero mayor que 0.075 mm (N° 200). Las partículas de un tamaño menor que 0.075 mm (N° 200) son conocidas como relleno mineral (filler), el cual consiste principalmente de limo y arcilla.

Las gravas y las arenas son clasificadas, además, de acuerdo a su origen. Los materiales producidos en canteras abiertas y usados sin ningún procesamiento adicional son conocidos como materiales en bruto, y los materiales tomados de la ribera de los ríos son conocidos como materiales de canteras de ríos.

Los depósitos de gravas varían ampliamente en composición, pero usualmente contienen alguna cantidad de arena y limo. Los depósitos de arena también contienen, comúnmente, alguna cantidad de arcilla y limo. Las arenas de playa (algunas de las cuales se encuentran tierra adentro hoy día) están compuestas de partículas de tamaño regularmente uniforme, mientras que las arenas de río contienen proporciones grandes de grava, limo y arcilla.

**Agregados Procesados.-** Los agregados procesados son aquellos que han sido triturados y tamizados antes de ser usados. Existen dos fuentes principales de agregados procesados: gravas naturales que son trituradas para volverlas más apropiadas para pavimento de mezcla asfáltica, y fragmentos de lecho de roca y de piedras grandes que deben ser reducidos en tamaño antes de ser usados en la pavimentación.

La roca es triturada por tres razones: para cambiar la textura superficial de las partículas de lisa a rugosa, para cambiar la forma de la partícula de redonda a angular, y para reducir y mejorar la distribución y el rango (graduación) de los tamaños de las partículas. El propósito principal de la trituración, en el caso de los fragmentos de lechos de roca y de piedras grandes, es reducir las piedras a un tamaño que sea manejable. Sin embargo, los cambios en la textura superficial, y en la forma de las partículas, son también muy importantes.

El tamizado de los materiales, después de triturarlos, resulta en una granulometría con cierto rango de tamaño de partícula. Un factor importante en la construcción de pavimentos de buena calidad consiste en mantener graduaciones específicas de agregados. Sin embargo, por razones económicas, el material triturado es usado tal y como sale del triturador, con muy poco o ningún tamizado. Un control adecuado de

las operaciones de triturado sin cribar, y es usado satisfactoriamente en muchos proyectos de construcción de pavimento. Sin embargo, es esencial garantizar que la operación de triturado sea continuamente supervisada para poder producir un agregado que cumpla con las especificaciones.

El triturado de algunos tipos de roca, como las calizas, produce cantidades substanciales de pequeños fragmentos y partículas. Esta fracción de material es separada de las partículas que tienen diámetros iguales o mayores 6.35 mm (1/4 pulgada), casi siempre, y usada como agregado de una arena triturada, o procesada hasta tamaños máximos de 0.60 mm (N° 30)

**FIGURA N° 3.3: AGREGADO PROCESADO: TRITURADO Y TAMIZADO**



**Agregados Sintéticos.-** Los agregados sintéticos o artificiales no existen en la naturaleza, Ellos son el producto del procesamiento físico o químico de materiales.

Algunos son subproductos de procesos industriales de producción como el refinamiento de metales. Otros son producidos mediante el procesamiento de materias primas, para ser usados específicamente como agregado.

El producto secundario más comúnmente usado es la escoria de alto horno. Es una sustancia no metálica que brota a la superficie del hierro fundido durante el proceso de reducción. Una vez que es removida de la superficie del hierro, la escoria es transformada en pequeñas partículas al templarla inmediatamente en agua, o al triturarla una vez que se ha enfriado.

Los agregados sintéticos manufacturados son relativamente nuevos en la industria de la pavimentación. Ellos son producidos al quemar arcilla, arcilla esquistosa, tierra diatomácea procesada, vidrio volcánico, escoria y otros materiales. Los productos finales son típicamente livianos y tienen una resistencia muy alta al desgaste. Los agregados sintéticos han sido usados en la pavimentación de cubiertas de puentes cubiertas de techos, así como en capas superficiales de pavimento donde se requiere la máxima resistencia al deslizamiento.

### **3.2 PROPIEDADES DEL AGREGADO Y SU EVALUACIÓN**

En un pavimento densamente graduado de mezcla asfáltica en caliente, el agregado conforma el 90 a 95 por ciento, en peso, de la mezcla de pavimentación. Esto hace que la calidad del agregado usado sea un factor crítico en el comportamiento del pavimento. Sin embargo, además de la calidad, se aplican otros criterios que forman parte de la selección de un agregado en una obra de pavimentación. Estos criterios incluyen el costo y la disponibilidad del agregado. Aún más, un agregado que cumple con los requisitos de costo y disponibilidad deberá poseer también ciertas propiedades para poder ser considerado apropiado para pavimento asfáltico de buena calidad. Estas propiedades son:

- Graduación y tamaño máximo de partícula
- Limpieza

- Dureza
- Forma de la partícula
- Textura de la superficie
- Capacidad de absorción
- Afinidad con el asfalto
- Peso específico.

**Graduación y Tamaño Máximo de Partícula.-** Todas las especificaciones de pavimento asfáltico de mezcla en caliente requieren que las partículas de agregado estén dentro de un cierto margen de tamaños y que cada tamaño de partículas esté presente en ciertas proporciones. Esta distribución de varios tamaños de partículas dentro del agregado es comúnmente llamada graduación del agregado o graduación de la mezcla. Es necesario entender cómo se mide el tamaño de partículas y la graduación para determinar si la graduación del agregado cumple o no con las especificaciones.

El tamaño de las partículas más grandes en la muestra debe ser determinado, debido a que las especificaciones hablan de un tamaño máximo de partículas para cada agregado usado. Existen dos formas de designar tamaños máximos de partículas:

- Tamaño máximo nominal de partícula, designado como un tamiz más grande que el primer tamiz que retiene más del 10 por ciento de las partículas de agregado, en una serie normal de tamices.
- Tamaño máximo de partícula, designado como un tamiz más grande que el tamaño máximo nominal de partícula. Típicamente, este es el tamiz más pequeño por el cual pasa el 100 por ciento de las partículas de agregado.

### 3.3 GRANULOMETRÍA DEL AGREGADO

La granulometría de partículas es determinada por un análisis de tamices (o granulometría) efectuado sobre las muestras de agregado. El análisis de tamices consiste en pasar la muestra por una serie de tamices, cada uno de los cuales tienen aberturas de un tamaño específico. Los tamices están denominados de acuerdo al tamaño de sus aberturas. Las partículas gruesas quedan atrapadas en los tamices superiores; las partículas de tamaño medio pasan a través de los tamices medianos, y las partículas finas pasan a través de los tamices inferiores.

La granulometría del agregado, o graduación de la mezcla, tiene en cuenta el porcentaje (en peso) total de muestra que pasa por cada uno de los tamices. La granulometría es determinada al calcular el peso del contenido de cada tamiz, después de haber efectuado el análisis de tamices. Luego se resta el peso del contenido de cada tamiz del peso total de la muestra.

Los concretos asfálticos son clasificados de acuerdo a los porcentajes de partículas de agregado que contienen. La Tabla 1.7 ilustra cinco tipos diferentes de concreto asfáltico y sus contenidos respectivos de agregado

**TABLA 3.7: COMPOSICIÓN TÍPICA DEL CONCRETO ASFÁLTICO**

<b>DESIGNACIÓN DE LA MEZCLA USANDO EL TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL DE AGREGADO</b>					
<b>Tamaño de tamiz</b>	<b>37.5mm (1 ½ in)</b>	<b>25.0mm (1 in)</b>	<b>19.0mm (3.4 in)</b>	<b>12.5mm (1.2 in)</b>	<b>9.5mm (3.8 in)</b>
50mm (2in)	100				
37.5mm ( 1½ in)	90 to 100	100	-	-	-
25.0mm (1 in)	-	90 to 100	100	-	-
19.0mm (3.4 in)	56 to 80	-	90 to 100	100	-
12.5mm (1.2 in)	-	56 to 80	-	90 to 100	100
9.5mm (3.8 in)	-	-	56 to 80	-	90 to 100
4.75mm (N° 4)	23 to 53	29 to 59	35 to 65	44 to 54	55 to 85

2.36mm (N°8)*	15 to 41	19 to 45	23 to 49	28 to 58	32 to 67
1.18mm (N°16)	-	-	-	-	-
0.60mm (N°30)	-	-	-	-	-
0.30mm (N°50)	4 to 16	5 to 17	5 to 19	5 to 21	7 to 33
0.15mm (N°100)	-	-	-	-	-
0.075mm (N°200)**	0 to 5	1 to 7	2 to 8	2 to 10	2 to 10
Cemento asfáltico Porcentaje en peso Total de la mezcla***	3 to 8	3 to 9	4 to 10	4 to 11	5 to 12

Fuente: Principios de Construcción de Pavimentos de Mezcla Asfáltica en caliente del Asphalt Institute. Serie de Manuales N° 22 (MS-22).

\*Cuando se considera las características de la graduación total de una mezcla asfáltica, resulta ser que la cantidad de material que pasa el tamiz de 2.36mm (N° 8) es un punto importante y conveniente de control de campo entre los agregados finos y los agregados gruesos. Las graduaciones que se aproximan a la cantidad máxima permitida que debe pasar por el tamiz de 2.36mm resultan en superficies de pavimento con textura relativamente fina.

Las graduaciones que se aproximan al valor mínimo permitido resultaran en superficies con textura relativamente áspera.

\*\*El material que pasa el tamiz de 0.075mm (N° 200) puede consistir en partículas finas de agregados o relleno mineral o de ambos. Este material deberá estar libre de materia orgánica y de partículas y de arcilla y deberá tener un índice de plasticidad no mayor a 4 cuando se use el método D423 o D424 de la ASTM.

\*\*\*La cantidad de cemento asfáltico está dada en porcentaje por peso de la mezcla total. La amplia diferencia en peso específico de varios agregados, así como la diferencia en absorción, resulte en el amplio margen de cantidad de asfalto requerida. Esta cantidad de asfalto requerida deberá determinarse usando las pruebas adecuadas del laboratorio, o con base en la experiencia previa con mezcla similar, o mediante una combinación de ambos métodos

Ciertos términos son usados al hacer referencia a las fracciones de agregado, con el propósito de ayudar a la descripción de las mismas. Estos son:

- Agregado grueso –material retenido por el tamiz de 2.36 mm (N° 8).

- Agregado fino – material que pasa el tamiz de 2.36 mm (N° 8).
- Relleno mineral – fracciones de agregado fino que pasan el tamiz de 0.60 mm (N° 30).
- Polvo mineral – fracciones de agregado fino que pasan al tamiz de 0.075 mm (N° 200).

El relleno mineral y el polvo mineral están presentes en los agregados naturales y también son producidos, como subproducto, en la trituración de muchos tipos de roca. Ellos son esenciales para la producción de una mezcla densa, cohesiva, durable, y resistente a la penetración del agua. Sin embargo, un pequeño porcentaje de mas, o de menos, de relleno o polvo mineral, puede causar que la mezcla aparezca excesivamente seca o excesivamente rica (o sea, la mezcla de pavimentación aparecerá como si tuviera muy poco asfalto o demasiado asfalto). Dichos cambios en la mezcla pueden ocurrir con pequeños cambios en la cantidad de relleno y polvo mineral usado en cualquier mezcla asfáltica de pavimentación deberán ser cuidadosamente controlados.

En la Tabla 3.8. se muestran los tamaños y números de tamices más frecuentemente usados en la graduación de agregado para mezclas asfálticas de pavimentación. Los dos métodos usados para determinar la graduación de agregados son: tamizado en seco y tamizado por lavado. El tamizado en seco se usa generalmente con material agregado de graduación gruesa. Sin embargo, cuando las partículas de agregado están cubiertas de polvo o material limo – arcilloso, se debe efectuar un tamizado por lavado.

### **Tamizado en Seco**

- Las muestras para el tamizado son reducidas por medio de un “cuarteador” de muestras, o mediante cuarteo manual.
- Los materiales finos y gruesos son separados usando un tamiz de 2.36 mm (N° 8).
- Las muestras son secadas hasta un peso constante.
- Las muestras finas y las muestras gruesas son tamizadas separadamente.
- El peso de las fracciones (proporciones) retenidas en cada tamiz, y en el platón que está al final de los tamices, es registrado, así como la graduación de cada muestra (parte DINA y parte gruesa).
- En la norma AASHTO T27 se puede encontrar el procedimiento para tamizado en seco.

#### **Tamizado por vía húmeda**

- Las muestras para este tipo de tamizado son lavadas a fondo para remover el polvo y el material limo-arcilloso, después de haber sido reducidas, separadas, secadas y pesadas.
- Después de ser lavadas, las muestras son nuevamente secadas y pesadas. La diferencia en peso antes y después del lavado representa la cantidad de polvo y material limo-arcilloso en la muestra original.

- En la norma AASHTO T 11 se puede encontrar el procedimiento para tamizado por vía húmeda.

**TABLA N° 3.8: TAMAÑOS TÍPICOS DE TAMICES**

Designación de Tamices para agregados gruesos		Designación de Tamices para Agregados finos	
Sistema Métrico	Sistema Habitual Norteamericano	Sistema métrico	Sistema habitual Norteamericano
50mm	2 in.	1.18mm	N° 16
37.5mm	1 – 1/2 in.	0.60mm	N° 30
25.00mm	1 in.	0.30mm	N° 50
19.0mm	3/4 in.	0.15mm	N° 100
12.5mm	1/2 in.	0.075mm	N° 200
9.5mm	3/8 in.		
4.75mm	N° 4		

Fuente: Principios de Construcción de Pavimentos de Mezcla Asfáltica en caliente del Asphalt Institute. Serie de Manuales N° 22 (MS-22).

**Limpieza.-** Las especificaciones de la obra generalmente ponen un límite a los tipos y cantidades de materiales indeseables (vegetación, arcilla esquistosa, partículas blandas, terrones de arcilla, etcétera) en el agregado. Las cantidades excesivas de estos materiales pueden afectar desfavorablemente el comportamiento del pavimento. La limpieza del agregado puede determinarse, usualmente, mediante inspección visual, pero un tamizado por lavado (donde el peso de la muestra de agregado antes de ser lavada es comparado con su peso después de ser lavada) proporciona una medida exacta del porcentaje de material indeseable más fino que 0.075 mm (N° 200). El ensayo de equivalente-arena (AASHTO T 176) es un método para determinar la proporción indeseable de polvo fino y arcilla en la fracción (porción) de agregado que pasa el tamiz de 4.75 mm (N° 4).

**Dureza.-** Los agregados deben ser capaces de resistir la abrasión (desgaste) y degradación durante la reducción, colocación, y compactación de la mezcla de pavimentación, y durante la vida de servicio del pavimento. Los agregados que están

en, o cerca de la superficie, deben ser más duros (tener más resistencia) que los agregados usados en las capas inferiores de la estructura del pavimento. Esto se debe a que las capas superficiales reciben los mayores esfuerzos y el mayor desgaste por parte de las cargas del tránsito.

**Forma de la Partícula.-** La forma de la partícula afecta la trabajabilidad de la mezcla de pavimentación durante su colocación, así como la cantidad de fuerza necesaria para compactar la mezcla a la densidad requerida. La forma de la partícula también afecta la resistencia de la estructura del pavimento durante su vida. Las partículas irregulares y angulares generalmente resisten el desplazamiento (movimiento) en el pavimento, debido a que tienden a entrelazarse cuando son compactadas. El mejor entrelazamiento se produce generalmente con partículas de bordes puntiagudos y de forma cúbica, producidas, casi siempre, por trituración. Muchas de las mezclas asfálticas de pavimentación contienen partículas angulares y redondas.

Las partículas gruesas (grandes) de agregado proporcionan la resistencia en el pavimento y provienen generalmente de piedra o grava triturada. Las partículas finas de agregado suministran la trabajabilidad necesaria en la mezcla y provienen generalmente de arenas naturales.

**Textura Superficial.-** La textura superficial de las partículas de agregado (Fig.3.3) es otro factor que determina no solo la trabajabilidad y resistencia al deslizamiento en la superficie del pavimento. Algunos consideran que la textura superficial es más importante que la forma de la partícula. Una partícula áspera, como la del papel de lija, aumenta la resistencia en el pavimento debido a que evita que las partículas

se muevan unas respecto a otras, y a la vez provee un coeficiente alto de fricción superficial que hace que el movimiento del tránsito sea más seguro.

Adicionalmente, las películas de asfalto se adhieren más fácilmente a las superficies rugosas que a las superficies lisas. Las graves naturales son frecuentemente trituradas durante su procesamiento, debido a que generalmente contienen superficies lisas. El trituramiento produce texturas superficiales rugosas en las caras fracturadas, así como cambios en la forma de la partícula. No existe un método directo para evaluar la textura superficial. Es tan solo una característica, como la forma de la partícula, que está reflejada en los ensayos de resistencia y en la trabajabilidad de la mezcla durante la construcción.

**Capacidad de Absorción.-** Todos los agregados son porosos, y algunos más que otros. La capacidad de un agregado de absorber agua (o asfalto) es un elemento importante de información. Si un agregado es altamente absorbente, entonces continuará absorbiendo asfalto después del mezclado inicial en la planta, dejando así menos asfalto en su superficie para ligar las demás partículas de agregado. Debido a esto, un agregado poroso requiere cantidades muchos mayores de asfalto que las que requiere un agregado menos poroso.

**Afinidad por el Asfalto.-** La afinidad de un agregado con el asfalto es la tendencia del agregado a aceptar y retener una capa de asfalto. Las calizas, las dolomitas tienen alta afinidad con el asfalto y son conocidas como hidrofóbicas (repelen en el agua) porque resisten los esfuerzos del agua por separar el asfalto de sus superficies.

Los agregados hidrofílicos (atraen el agua) tienen poca afinidad con el asfalto. Por consiguiente, tienden a separarse de las películas de asfalto cuando son expuestos al agua. Los agregados silíceos (ejm. cuarcita y algunos granitos) son ejemplo de

agregados susceptibles al desprendimiento y deben ser usados con precaución. No es muy claro por qué los agregados hidrofóbicos e hidrofílicos se comportan de tal manera. A pesar de esto, existen varios ensayos para determinar su afinidad con el asfalto y su tendencia al desprendimiento. En uno de estos ensayos, la mezcla de agregado-asfalto, sin compactar, es sumergida en agua, y las partículas cubiertas son observadas visualmente.

En otro ensayo, comúnmente conocido como ensayo de inmersión- comprensión, dos muestras de mezcla son preparadas y una es sumergida en agua. Posteriormente, ambas son ensayadas para determinar sus resistencias. La diferencia en resistencia es considerada un indicativo de la susceptibilidad del agregado al desprendimiento.

### 3.4 TRITURACIÓN

Consiste en el proceso de fragmentación o quebrado por métodos artificiales de las rocas y otros materiales como granito, piedrín, caliza, etc., Utilizando maquinaria especial; con el fin de obtener la granulometría deseada de estos áridos y convertirlos en agregados que cumplan los requerimientos necesarios para ser utilizados en la producción de mezcla asfáltica o para otros fines en la construcción. Se puede obtener distintos materiales:

- **Roca triturada graduada:** Puede producirse en cualquier graduación que se desee, utilizando diferentes tipos de cono de trituración y cribado de materiales.
  
- **Residuos finos de trituración:** Conocidas como arenas artificiales o polvo de trituración.
  
- **Piedra triturada revuelta:** El material sale de la trituradora sin ser seleccionado por tamaño.

### 3.5 MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE

La estructura del pavimento terminará con la carpeta asfáltica, este pavimento de concreto asfáltico es el pavimento de mejor calidad. Está compuesto de agregado bien gradado y cemento asfáltico, los cuales son calentados y mezclados en proporciones exactas en una planta de mezclado en caliente. Después de que las partículas del agregado son revestidas uniformemente, la mezcla en caliente se lleva al lugar de la construcción, en donde el equipo de asfaltado la coloca sobre la base que ha sido previamente preparada. Antes de que la mezcla se enfríe, las compactadoras proceden a compactarla para lograr la densidad especificada. A medida que se enfría, el asfalto se endurece y recupera las propiedades ligantes que hacen de un material vial eficaz capaz de soportar el tránsito.

La dosificación o fórmula de la mezcla de concreto asfáltico (o simplemente mezcla asfáltica en caliente) así como los regímenes de temperatura de mezclado y de colocación que se pretenda utilizar, se presentan con cantidades o porcentajes definidos y únicos.

#### 3.5.1 CEMENTO ASFÁLTICO

El cemento asfáltico debe presentar un aspecto homogéneo, libre de agua y no formar espuma cuando es calentado a la temperatura de 175°C.

**TABLA N° 3.9: MEZCLAS EN CALIENTE TIPO DE CEMENTO  
ASFÁLTICO CLASIFICADO SEGÚN PENETRACIÓN**

<b>TEMPERATURA MEDIA ANUAL</b>			
<b>24° C o mas</b>	<b>24° C – 15° C</b>	<b>15° C - 5° C</b>	<b>Menos de 5° C</b>
40 – 50 ó 60-70 ó Modificado	60-70	85-100 120-150	Asfalto Modificado

Fuente: Principios de Construcción de Pavimentos de Mezcla Asfáltica en caliente del Asphalt Institute. Serie de Manuales N° 22 (MS-22)

**TABLA N° 3.10: ESPECIFICACIONES DEL CEMENTO ASFÁLTICO  
CLASIFICADO POR PENETRACIÓN**

<b>GRADO DE PENETRACIÓN</b>									
<b>CARACTERÍSTICAS</b>	<b>Ensayo</b>	<b>40-50</b>		<b>60-70</b>		<b>85-100</b>		<b>120-150</b>	
		<b>Min.</b>	<b>Max.</b>	<b>Min.</b>	<b>Max.</b>	<b>Min.</b>	<b>Max.</b>	<b>Min.</b>	<b>Max.</b>
Penetración 25°C 100g., 5 segundos	MTC E 304	40	50	60	70	85	100	120	150
Punto inflamador, Cleveland °C	MCT E 312	450	-	450	-	450	-	425	-
Ductilidad 25°C, 5cm por minuto	MTC E 306	100	-	100	-	100	-	100	-
Solubilidad de triclorotileno, % masa	MTC E 302	99	-	99	-	99	-	99	-
Susceptibilidad térmica.									
Ensayo de película delgada en horno, 3.2 mm, 163 °C, 5 hrs.									
Pérdida de masa %	MTC E 316	-	0.8	-	0.8	-	1	-	1.3
Penetración del residuo.% del original	MTC E 304	58	-	54	-	50	-	46	-
Ductilidad del residuo a 25 °C 5cm por min. Cm	MTC E 306	-	-	50	-	75	-	100	-
Índice de susceptibilidad térmica		-1	1	-.1	1	-1	1	-1	1
Ensayo de la mancha con solvente heptano xileno 20% (opcional)	MTC E 314	Negativo para todos los grados							

Fuente: Especificaciones Técnicas Generales para la Construcción de Carreteras EG-2000 MTC.Perú.2000

**TABLA N° 3.11: ESPECIFICACIONES DEL CEMENTO ASFÁLTICO  
CLASIFICADO POR VISCOSIDAD**

CARACTERÍSTICA	ENSAYO	GRADO DE VISCOSIDAD			
		AC -5	AC - 10	AC - 20	AC -40
Viscosidad absoluta 60° poises	MTC E 308	500±100	1000±200	2000±400	4000±800
Viscosidad cinemática 135° Cs- minima	MTC E 301	100	150	210	300
Penetracion 25° C 100 g., 5 segundos – mínimo	MTC E 304	120	70	40	20
Punto inflamador, Cleveland °C (°F)- mínimo	MTC E 303	177 (350)	219(425)	232(450)	232(450)
Solubilidad en tricloroetileno, % masa, mínimo	MTC E 302	99	99	99	99
Susceptibilidad Térmica.					
Ensayo de película delgada en horno, 3.2mm., 163°C, 5 hrs.	MTC E 316	200	400	800	1600
Viscosidad absoluta, 60°C poises- máximos	MTC E 304	-2000	-4000	-8000	-16000
Ductilidad, 25 °C, 5cm por minuto, cm mínimo	MTC E 306	100	50	20	10
Ensayo de la mancha con solvente Heptano – xileno 20% (opcional)	MTC E 314	Negativo para todos los grados			

Fuente: Especificaciones Técnicas Generales para la Construcción de Carreteras EG-2000 MTC.Perú.2000

### 3.5.2 AGREGADOS PETREOS

Los agregados pétreos empleados para la ejecución de cualquier tratamiento o mezcla bituminosa deberán poseer una naturaleza tal, que al aplicársele una capa del material asfáltico por utilizar en el trabajo, esta no se desprenda por la acción del agua y del tránsito. El agregado mineral estará compuesto por granos gruesos, finos y además un relleno mineral (filler).

#### Agregados Gruesos

Estarán constituidos por piedras, grava fracturada natural o artificial y eventualmente por materiales naturales que se presenten en estado fracturado o muy anguloso, con textura superficial rugosa. Quedarán retenidos en la malla N°08 y estarán limpios, es

decir, sin recubrimiento de arcilla u otros agregados de material fino. Además deberán cumplir con los siguientes requisitos:

**TABLA N° 3.12: REQUERIMIENTOS PARA LOS AGREGADOS GRUESOS**

ENSAYOS	NORMA	REQUERIMIENTO	
		Altitud (m.s.n.m.)	
		< 3000	> 3000
Durabilidad (al Sulfato de Sodio)	MTC E 209	12% máx.	10% máx.
Durabilidad (al Sulfato de Magnesio)		18 máx.	15% máx.
Abrasión Los Angeles	MTC E 207	40% máx.	35% máx.
Índice de Durabilidad	MTC E 214	35mín.	35mín.
Partículas chatas y alargadas	MTC E 221	10% máx.	10% máx.
Caras fracturadas	MTC E 210	ver tabla 3.13	
Sales Solubles Totales	MTC E 219	0.5% máx.	0.5% máx.
Absorción	MTC E 206	1.00%	según diseño
Adherencia	MTC E 519	95	

Fuente: Especificaciones Técnicas Generales para la Construcción de Carreteras EG-2000 MTC.Perú.2000

**TABLA N° 3.13: REQUERIMIENTOS PARA CARAS FRACTURADAS**

Tráfico en Ejes Equivalentes (millones)	Espesor de Capa	
	< 100 mm	> 100 mm
≤ 3	65/40	50/30
> 3 – 30	85/50	60/40
> 30	100/80	90/70

Fuente: Especificaciones Técnicas Generales para la Construcción de Carreteras EG-2000

Nota: La notación "85/80" indica que el 85% del agregado grueso tiene una cara fracturada y que el 80% tiene dos caras fracturadas.

### Agregados Finos

Los agregados finos o materiales que pasa la malla N° 08, serán obtenidos por el machaqueo de piedras o gravas, o también arenas naturales de granos angulosos.

Como en todos los casos, el agregado se presentará limpio, que sus partículas no estén cubiertas de arcilla limosa y otras sustancias perjudiciales, ni contendrá grumos de arcilla u otros aglomerados de material fino. El material deberá estar libre de cualquier sustancia que impida la adhesión del asfalto. Además deberá cumplir con el siguiente requisito:

**TABLA N° 3.14: REQUERIMIENTOS PARA LOS AGREGADOS FINOS**

ENSAYOS	NORMA	REQUERIMIENTO	
		Altitud (m.s.n.m.)	
		< 3000	> 3000
Equivalente de Arena	MTC E 209	ver tabla 3.15	
Angularidad del agregado fino	MTC E 222	ver tabla 3.16	
Adhesividad (Riedel Weber)	MTC E 220	4% mín.	6% mín
Índice de Plasticidad (malla N°40)	MTC E 111	NP	NP
Índice de Durabilidad	MTC E 214	35mín.	35mín.
Índice de Plasticidad (malla N°200 )	MTC E 111	Max	4 NP
Sales Solubles Totales	MTC E 219	0.5% máx.	0.50%
Absorción	MTC E 205	0.50%	según diseño

Fuente: Especificaciones Técnicas Generales para la Construcción de Carreteras EG-2000  
MTC.Perú.2000

**TABLA N° 3.15: REQUERIMIENTOS DEL EQUIVALENTE DE ARENA**

TRÁFICO EN EJES EQUIVALENTES (MILLONES)	PORCENTAJE DE EQUIVALENTE ARENA (MÍNIMO)
≤ 3	45
> 3 – 30	50
> 30	55

Fuente: Especificaciones Técnicas Generales para la Construcción de Carreteras EG-2000

**TABLA N° 3.16: ANGULARIDAD DEL AGREGADO FINO**

Tráfico en Ejes Equivalentes (millones)	Espesor de Capa	
	< 100 mm	> 100 mm
≤ 3	30 min	30 min
> 3 – 30	40 min	40 min
> 30	40 min	40 min

Fuente: Especificaciones Técnicas Generales para la Construcción de Carreteras EG-2000

### Relleno mineral o (filler)

El relleno mineral « filler » provendrá de los procesos de trituración de los agregados pétreos o podrá ser de aporte de productos comerciales, generalmente cal hidratada o cemento Pórtland, partículas muy finas de caliza, u otra sustancia mineral no plástica, que se presentará seca y sin grumos. El material cumplirá con los siguientes requerimientos mínimos de granulometría:

**TABLA N° 3.17: REQUERIMIENTOS MÍNIMOS DE GRANULOMETRÍA**

MALLA	% QUE PASA (EN PESO SECO)
N°30	100%
N°100	95-100%
N°200	70-100%

Fuente: Especificaciones Técnicas Generales para la Construcción de Carreteras EG-2000

La fracción del “filler” y de los agregados que pasan la malla N° 200, que se denomina polvo mineral, no tendrá características plásticas. El agregado que resulte de combinar o mezclar los agregados grueso, fino y el “filler”, debe cumplir con la gradación de las mezclas tipo IVa, IVb o IVc de las recomendadas por el Instituto del Asfalto siguiente:

**TABLA N° 3.18: GRADACIÓN DE MEZCLAS TIPO IVA, IVB Y IVC**

TAMAÑO DE LA MUESTRA	PORCENTAJE QUE PASA			TOLERANCIA
	A	B	C	
1"			100	-5
3/4"	100	100	80-100	±5
1/2"	85-100	80-100	-----	±5
3/8"	80-100	70-90	60-80	±5
N° 4	65-80	50-70	48-65	±5
N° 8	28-58	35-50	35-50	±4
N° 30	18-29	18-29	19-30	±4
N° 50	15-21	15-21	13-23	---
N° 100	8-16	8-16	4-16	---
N° 200	2-10	2-10	4-10	±1

Fuente: Especificaciones Técnicas Generales para la Construcción de Carreteras EG-2000

Las tolerancias llevarán el signo negativo.

El Equivalente de arena en el agregado combinado: 45 % mínimo.

El asfalto en la mezcla del concreto asfáltico será determinado utilizando el "método Marshall" y debe cumplir con los siguientes requisitos básicos:

**TABLA N° 3.19 REQUISITOS BÁSICOS DE UNA MEZCLA ASFÁLTICA SEGÚN EL MÉTODO MARSHALL**

Número de golpes de compactación en cada lado Del espécimen	75
Estabilidad (kg)	680
Fluencia, en 0.01"	8 min. - 18 máx.
Vacíos en la mezcla en %	3 min. - 5 máx.
Vacíos llenos de asfalto, en %	75 min. - 85 máx.

Fuente: Principios de Construcción de Pavimentos de Mezcla Asfáltica en caliente del Asphalt Institute. serie de Manuales N° 22 (MS-22).

**TABLA N° 3.20: REQUISITOS PARA MEZCLA DE CONCRETO  
BITUMINOSO**

Parámetro de Diseño	Clase de Mezcla		
	A	B	C
a. Marshall (MTC E 504)			
1. Estabilidad (mín)	8 kN (815 Kg)	5,34 kN (544 Kg)	4,45 kN (453 Kg)
2. Flujo 0.25 mm	8 – 14	8 – 16	8 – 2
3. Porcentaje de vacíos con aire	3 – 5	3 – 5	3 – 5
b. (MTC E 505)			
4. Vacíos en el agregado mineral	Ver tabla 3.21		
5. Compactación, núm. de golpes en cada capa de testigo	75	50	50
c. Inmersión – Compresión (MTC E 518)	2,1	2,1	1,4
1. Resistencia a la compresión (Mpa mín.)	70	70	70
2. Resistencia retenida % (mín)	70	70	70
d. Resistencia Conservada en la Prueba de Tracción indirecta (mín) (MTC E 521)	0,6 – 1,3	0,6 – 1,3	0,6 – 1,3
e. Relación Polvo – Asfalto			
f. Relación Est./flujo (2)	1700 – 2500		

Fuente: Especificaciones Técnicas Generales para la Construcción de Carreteras EG-2000MTC.Perú.2000

A la fecha de 1999 se tienen tramos efectuados en el Perú que tienen el rango 2% a 4% (es deseable que tienda al menor) 2% con resultados satisfactorios en climas fríos por encima de 3000 m.s.n.m. que se recomienda en estos casos. Para zonas de clima frío es deseable que la relación Est./flujo sea de la menor magnitud posible tendiéndose hacia el límite inferior.

El Índice de Compactibilidad se define como:  $1/(GEB\ 50\ y\ GEB\ 5)$

Siendo GB50 y GEB5, las gravedades específicas bulk de las briquetas a 50 y 5 golpes.

**TABLA N° 3.21: VACÍOS MÍNIMOS EN EL AGREGADO MINERAL (VMA)**

Tamiz	Vacíos mínimos en agregado mineral %	
	Marshall	Superpave
2,36 mm.(N°8)	21	-
4,75 mm. (N°4)	18	-
9,5 mm. (3/8")	16	15
12,5 mm. (1/2")	15	14
19 mm. (3/4")	14	13
25mm.(1")	13	12
7,5mm.(2")	12	11
50 mm(2")	11.5	10.5

Fuente: Especificaciones Técnicas Generales para la Construcción de Carreteras EG-2000

**Ensayos para asfalto y mezclas asfálticas**

**TABLA N° 3.22 ENSAYOS Y FRECUENCIAS**

Material o producto	Propiedades o Características	Método de Ensayo	Frecuencia	Lugar de Muestreo
<b>Agregado</b>	Granulometría	MTC E 204	200 m'	Tolva en frio
	Plasticidad	MTC E 110	200 m	Tolva en frio
	Partículas fracturadas	MTC E 210	500 m	Tolva en frio
	Equivalente arena	MTC E 114	1000 m	Tolva en frio
	Índices de aplanamiento y alargamiento agregado. Grueso		500 m	Tolva en frio
	Desgaste. Lo Ángeles	MTC E 207	1000 m	Tolva en frio
	Angularidad del agregado fino	MTC E 222	1000 m	Tolva en frio
	Perdida en sulfato de sodio	MTC E 209	1000 m	Tolva en frio
<b>Mezcla Asfáltica</b>	Contenido de asfalto	MTC E 502	2 por día	Pista planta
	Granulometría		2por día	Pista planta
	Ensayo Marshall	MTC E 504	2 por día	Pista planta
	Temperatura		Cada volquete	Pista planta
	Densidad	MTC E 506 MTC E 508 MTC E 510	1 cada 250 m <sup>2</sup>	Pista compactada
	Espesor	MTC E 507	Cada 250 m <sup>2</sup>	Pista compactada
	Resistencia al Deslizamiento	MTC E 1004	1 por día	Pista compactada
<b>Cemento Asfáltico</b>	Según 410.1s(b)		√N(*)	Tanques térmicos al llegar a obra

(\*) N representa el número de tancadas de 30 000 l de cemento asfáltico requeridos en la obra.

Fuente: Especificaciones Técnicas Generales para la Construcción de Carreteras EG-2000MTC.Perú.2000

### **3.6 PLANTAS DE ASAFALTO**

#### **3.6.1 PLANTAS PARA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE**

Las “Plantas de asfalto”, como comúnmente suele llamárseles en el mercado, tanto por los fabricantes, comerciantes y operadores de estos equipos, la mayoría de veces refiriéndose a Las Plantas para la producción de mezcla asfáltica en caliente, difieren de las plantas para la producción de asfalto en frío, en que los agregados son secados y mezclados a temperaturas de entre 150 °C a 180° C, dependiendo esto de las condiciones de diseño de la planta y de las especificaciones para el tipo de mezcla a producir. Técnicamente, podríamos describir una “Planta de Asfalto” como el conjunto de elementos, dispositivos, mecanismos, equipos y sistemas dispuestos de alguna manera para producir mezcla asfáltica 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. Para poder lograr esto, es necesario cuidar el buen desempeño de todos los elementos que integran la planta, desde el montaje, operación-control y mantenimiento.

#### **3.6.2 SURGIMIENTO DE LAS PLANTAS PARA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE**

Con el aporte intensivo del asfalto en obras viales que ocurrió a principios del siglo XIX, esto debido a dos acontecimientos casi simultáneos: El primero la aparición del automotor con rodado neumático, que sustituyó a la llanta maciza de caucho y segundo la explotación masiva del petróleo y cuya industrialización convirtió a este en productor principal de asfaltos y tomando en consideración que en el primer caso

el automóvil obtuvo pronto el favor del público que reclamó buenos caminos para mayor seguridad y comodidad, además el transporte carretero comercial creó la dependencia “camino-camión” exigiendo amplias carreteras para más y mejores vehículos, en el segundo caso el petróleo produjo grandes volúmenes de asfalto aptos para un directo uso vial (cementos asfálticos) y asfaltos diluidos con las fracciones livianas (cut-back). Las emulsiones bituminosas de tipo aniónico aparecieron por entonces (1905) como paliativo del polvo, mientras que las catiónicas lo hicieron entre 1951 y 1957 en Europa EE.UU. respectivamente; en Argentina las aniónicas comenzaron a producirse a mediados de la década del '30 y las catiónicas a fines del '60. Tanta actividad volcada al campo vial hizo que se hablara de la "era del automóvil y la construcción de carreteras". Los primeros trabajos asfálticos en calles y caminos fueron hechos con procesos sencillos para distribuir tanto el ligante como los áridos (a mano), apareciendo luego lanzas con pico regador y bomba manual.

El ritmo de las obras viales y la necesidad de mejorar los trabajos y reducir costos hizo progresar la operación vial. Los métodos manuales se mecanizaron apareciendo: regadores de asfalto a presión, distribuidores de piedra, aplanadoras vibrantes, rodillos con neumáticos de presión controlada, etc.

Las mezclas asfálticas en sitio cambiaron niveladoras y rastras por motoniveladoras y plantas móviles o fijas. Las primeras mezclas calientes irrumpieron en el mercado alrededor de 1870 con plantas intermitentes (pastones) de simple concepción. Hacia 1900 se había mejorado su diseño incluyendo tolvas de árido, elevadores de materiales fríos y calientes, secadores rotativos, tanques para acopiar asfalto, mezcladoras que permitían cargar vagones a camiones.

Entre 1930 y 1940 se incorporan cintas transportadoras, colectores de polvo y otros aditamentos, en la décadas del 50 y 60 se desarrollan plantas de mayor capacidad, hacia 1970 se introducen sistemas computarizados para dosificación y controles de elaboración, polvo y ruido. Todo este proceso mantuvo la operatoria fundamental: secado-cribado-proporcionado-mezclado. Para 1910 existían en EE.UU pequeñas plantas en caliente, de mezclado en tambor que hacia 1930 fueron reemplazadas por las de mezclador continuo, de mayor producción. En 1960 el procedimiento de secado y mezclado en tambor fue rescatado y actualmente estas plantas (tambor mezclador) producen mezclas de gran calidad y compiten además en el reciclado de pavimentos.

Los silos para acopio de mezcla caliente forman parte de las plantas de tambor mezclador; también suelen encontrarse estos sitios en instalaciones discontinuas para independizar las operaciones de carga de los camiones, o silos de gran capacidad, dotados de revestimiento aislante, permiten al acopio de mezcla caliente durante varios días conservando su trabajabilidad. En la actualidad como se mencionó anteriormente tienen gran importancia los sistemas de control, que monitorean la mayoría de los parámetros de operación de las plantas, en su mayoría son plantas de tambor mezclador, dado que estas presentan características innovadoras, una de ellas es que estas están dotadas de colectores de polvo húmedos o secos, que las hace más limpias que las convencionales.

### **3.6.3 CLASIFICACIÓN DE LAS PLANTAS PARA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE**

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

1. De acuerdo a la forma de producción:  
Continuas: Convencionales Y Tambor mezclador  
Intermitentes: De bachada por peso de mazada
2. Según su capacidad de producción:  
Se clasifican según su capacidad de producción en Ton / hora
3. De acuerdo a su movilidad:  
Portátiles  
Estacionarias

Las plantas continuas tanto convencionales como de tambor mezclador pueden ser portátiles o estacionarias. Las plantas intermitentes o de bachada son regularmente estacionarias. La capacidad es independiente de las otras clasificaciones.

### **Plantas 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.

### **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 sermezclado. Este peso total está determinado por la capacidad del mezclador y los pesos de cada uno de los agregados, por la proporción establecida degranulometría prevista en el diseño del tipo de mezcla.La dosificación del cemento asfáltico en este tipo de plantas puederealizarse 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 unrecipiente de volumen conocido, que generalmente sirve de cuerpo debomba para su inyección.
- c. Por medida indirecta del volumen: Mediante bombas continuas de caudalconstante que suministra la cantidad de cemento asfáltico durante untiempo establecido.

#### **3.6.4 PRODUCCIÓN DE MEZCLA EN CALIENTE**

Consiste en el proceso de elaboración de mezcla, en planta y en caliente(Temperatura de 150 °C), donde la dosificación de los agregados: agregadogrueso, agregado fino, (filler), polvo mineral y cemento asfáltico serealiza por medio de métodos estrictamente controlados; dando lugar a laobtención de una mezcla homogénea que se tiende y se compacta en calientepara formar una capa densa y uniforme.

#### **3.7 DESCRIPCIÓN DE LOS PRINCIPALES COMPONENTES DE LAS PLANTAS PARA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE**

A continuación se describirán los distintos componentes de las plantas para mezcla asfáltica en caliente, tomando en consideración que la mayoría de estos elementos son comunes para todos los tipos de planta, haciéndose mención de las variantes y componentes exclusivos para algún tipo de planta cuando se considere necesario. Las

consideraciones sobre el montaje, operación y mantenimiento sobre cada uno de estos elementos se darán a conocer en los capítulos posteriores.

### 3.7.1 SISTEMA DE ALIMENTACIÓN Y DOSIFICACIÓN DE AGREGADOS EN FRÍO

Este sistema es el encargado de la captación de los agregados, a temperatura ambiente, está compuesto principalmente por tres, cuatro o hasta seis tolvas, dependiendo el tipo y los requerimientos del tipo de planta. En la parte inferior de las tolvas se encuentra la correa dosificadora, esta es accionada por uno de los rodos guías, el cual recibe potencia a través de correas de un motorreductor que es accionado por un motor eléctrico. En algunos casos la velocidad de la correa transportadora es constante aunque en las plantas de tambor mezclador puede ser de velocidad variable.

**Tolvas:** Son elementos en forma de tronco piramidal invertidos, con capacidades de entre  $5\text{m}^3$  hasta  $8\text{m}^3$ . En estas es depositado cada uno de los agregados pétreos. En la parte inferior, en el lado de salida y en dirección donde corre la banda dosificadora están provistas de compuertas encargadas de limitar la salida del agregado y por ende hacer la dosificación necesaria.

**Célula de Pesaje:** En la mayoría de sistemas de dosificación, este proceso se realiza pesando la cantidad de los agregados, esto se realiza por medio de un dispositivo de control, el elemento primario lo constituye una célula la cual es instalada en la parte inferior de la correa dosificadora. La unidad de medida puede ser Ton / hora.

**Transportador colector:** La mayoría de plantas están equipadas con el transportador colector, este consiste en una correa transportadora donde son llevados los agregados

ya dosificados en forma conjunta y uniforme. Es de mucha importancia tomar en consideración que la correcta dosificación de los agregados, principalmente para las plantas de tambor mezclador, es uno de los factores más importantes para la calidad de la mezcla.

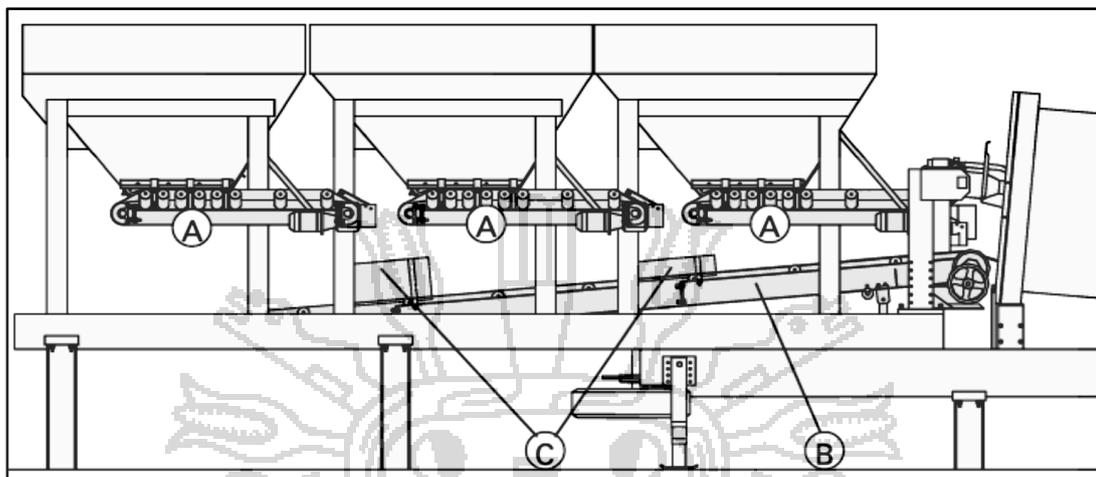
**FIGURA. N° 3.4: IDENTIFICACIÓN DE COMPONENTES DEL SISTEMA DE ALIMENTACIÓN Y DOSIFICACIÓN DE AGREGADOS**



Fuente: CMI-Cifali, Manual de plantas RD. 2003. Módulo 01 Pág. 06

1) Tolva, 2) Correa dosificadora, 3) Guía trasera, 4) Guías Laterales, 5) Rodo guía tensor, 6) Rodo accionador, 7) Motorreductor, 8) Rodos de carga, 9) Rodo Balanza, 10) Célula de carga

**FIGURA N° 3.5: SISTEMA DOSIFICADOR DE UNA PLANTA DE TAMBOR  
MEZCLADOR DE TRES TOLVAS; VISTA LATERAL**



Fuente: MCI-Cifali. Manual de plantas RD. 2003. Módulo 05 Pág. 05

A) Correa dosificadora      B) Transportador Colector      C) Células de carga

### 3.7.2 SECADOR DE AGREGADOS

Las plantas para mezcla asfáltica en caliente, todas están provistas de un secador, el cual tiene la función de secar los agregados pétreos y elevarlos a la temperatura de mezclado, necesaria para la elaboración de la mezcla.

Para las plantas intermitentes y convencionales el secador consiste en un cilindro metálico, que gira alrededor de su eje, en su interior posee aletas para arrastrar los agregados y exponerlos a la llama y gases calientes que produce el quemador de llama graduable que se encuentra en un extremo del cilindro.

Los vapores producidos por la humedad contenida en los agregados, es removida por la circulación controlada de gas y aire producida por el ventilador.

Los secadores poseen termómetros encargados de registrar la temperatura de los agregados durante el proceso de secado.

En las plantas de tambor el secado de los agregados se realiza en el tambor secador-mezclador, este elemento se describe más adelante.

### 3.7.3 SISTEMAS COLECTORES DE POLVO

El sistema colector de polvo o de finos tiene como principal función la eliminación de partículas de los gases de escape que son liberados al medio ambiente, para evitar la contaminación. Las partículas que son producidas durante el proceso de secado provenientes de los agregados; son arrastradas por el flujo de aire producido por el ventilador extractor y luego son atrapadas y precipitadas por el sistema colector de polvo. Para los colectores de polvo o finos como suele llamárseles de vía húmeda el sistema está constituido por un sistema de riego, tubo venturi, decantador y chimenea, además del ventilador. Los gases del proceso son extraídos por el ventilador extractor; ayudando también a la combustión dentro del secador, luego son regados con agua atomizada aproximadamente 80Gls. /min. dependiendo el diseño de la planta.

El agua y el flujo de gases abrumado de partículas finas en una forma de flujo ciclónico llegan al tubo venturi y la mezcla densa de agua y polvo se remueven y se transfiere a los estanques de asentamiento. Éstos están diseñados para permitir la remoción de las partículas sólidas del agua. El ventilador-extractor controlado por una válvula de entrada de aire, regula la circulación de gas de proceso y la caída de la presión. Los colectores de polvo logran eficacias de hasta 96%. Las partículas atrapadas en el colector de polvo y precipitadas en los tanques de asentamiento pueden ser reincorporadas a la mezcla.

### **Colector de finos vía seca**

Una de las innovaciones en el proceso de colección de finos es el sistema de filtros secos para la recolección de partículas finas, conocidos como *baghouse*, o filtros de mangas. Las plantas más modernas están equipadas con este tipo de filtros; estos son muy eficientes, regularmente las plantas equipadas con filtro de mangas son plantas del tipo de tambor secador-mezclador. Este sistema de colector de finos contribuye a la reducción de contaminación ambiental significativamente.

#### **3.7.4 SISTEMA DE CRIBADO**

El sistema de cribado de materiales es un proceso regularmente exclusivo para plantas convencionales e intermitentes, consiste en hacer pasar los agregados ya secados a través de diferentes tamices, con el objeto de obtener la granulometría deseada para la mezcla.

Los dispositivos utilizados para el cribado consisten en una serie de cribas, (tamices) vibratorias, están colocadas a la salida del secador inmediatamente encima de los silos que reciben los agregados.

El sistema de cribado por lo regular en las plantas de tambor mezclador no es necesario puesto que la mayoría de veces las tolvas son alimentadas con agregados provenientes del proceso de trituración y los agregados ya poseen la granulometría necesaria según el diseño de la mezcla a producir.

El cribado de material es utilizado en el proceso del reciclado de pavimento, lo cual debe ser controlado según el tipo de mezcla a producir.

### **3.7.5 SILOS DE ALMACENAMIENTO DE AGREGADOS CRIBADOS**

Estos silos son exclusivamente utilizados en las plantas intermitentes, son depósitos intermedios para los agregados secos y cribados previamente a ser pesados y mezclados. Están diseñados para reducir al mínimo las segregaciones.

### **3.7.6 SISTEMA DE ALIMENTACIÓN DE RELLENO MINERAL**

El polvo recuperado por el colector de finos puede ser reincorporado al mezclador por medio de un alimentador y un elevador quedando apilado en el silo correspondiente. Para las plantas de tambor mezclador los finos recuperados en el filtro de mangas, son reincorporados en el tambor mezclador, siendo llevados por un tornillo de rosca sin fin, el sistema debe de estar en buen funcionamiento y libre de obstrucciones.

### **3.7.7 SISTEMA DE ALMACENAMIENTO Y CALENTAMIENTO DEL CEMENTO ASFÁLTICO**

El sistema de almacenamiento del cemento asfáltico consiste en tanques de almacenamiento, provistos de dispositivos para calentar el cemento asfáltico hasta la temperatura de diseño, dependiendo del tipo de cemento asfáltico que se va a trabajar.

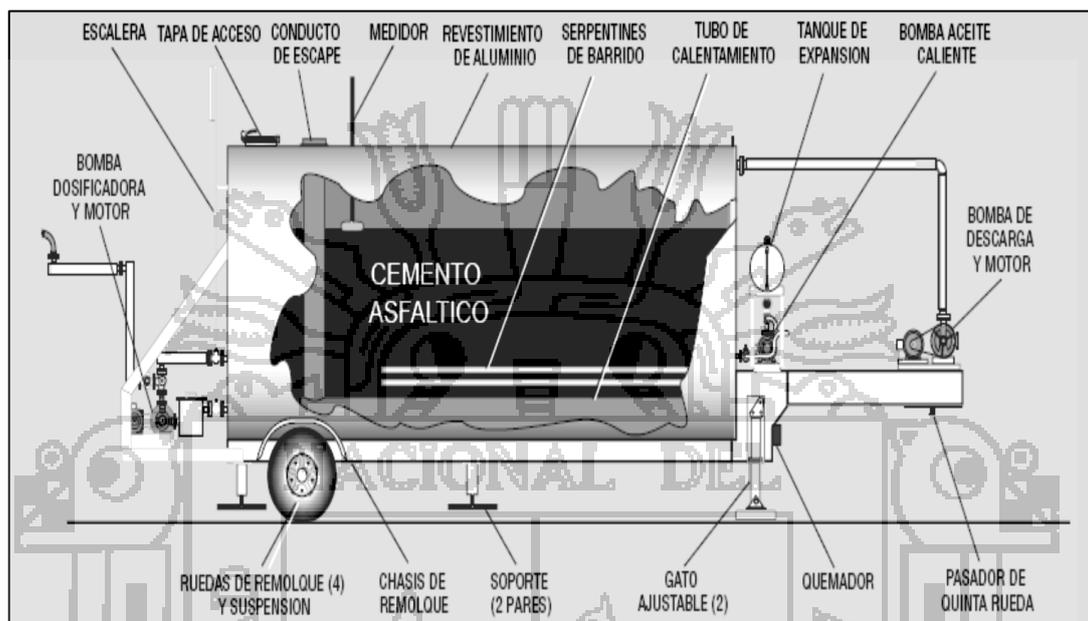
Las capacidades de los tanques de cemento asfáltico son variables dependen de la capacidad de producción de la planta, para plantas pequeñas podemos hablar de tanques de 25,000 a 30,000 Litros, regularmente para la mayoría de plantas los tanques son depósitos cilíndricos metálicos con aislante térmico en la mayoría de los casos fibra de vidrio. En ausencia de tanques, se pueden construir fosas de concreto

debidamente impermeabilizadas, para evitar fugas; también equipadas con serpentines para mantener a la temperatura necesaria el cemento asfáltico.

El sistema de calentamiento está compuesto principalmente por una caldera, una bomba centrífuga que hace recircular el aceite térmico, tuberías enchavetadas (encamisadas), y serpentines que están directamente sumergidos en los depósitos de cemento asfáltico así también el sistema debe contar con los dispositivos de control necesarios, en este caso termómetros.

La mayoría de calderas están provistas de un control automático que regulan la temperatura una vez programadas. En algunos sistemas también son utilizados el vapor o gases de combustión como fluido caliente. En caso de usar los sistemas de calefacción por gases calientes de quemadores de combustible líquidos, la cámara de combustión, debe estar fuera del tanque o protegida con material refractario; y es necesario un mejor control de la temperatura.

**FIGURA. N° 3.6: CALENTAMIENTO DE CEMENTO ASFÁLTICO POR COMBUSTIÓN DIRECTA Y SUBSISTEMA DE CALENTAMIENTO DE ACEITE TÉRMICO**



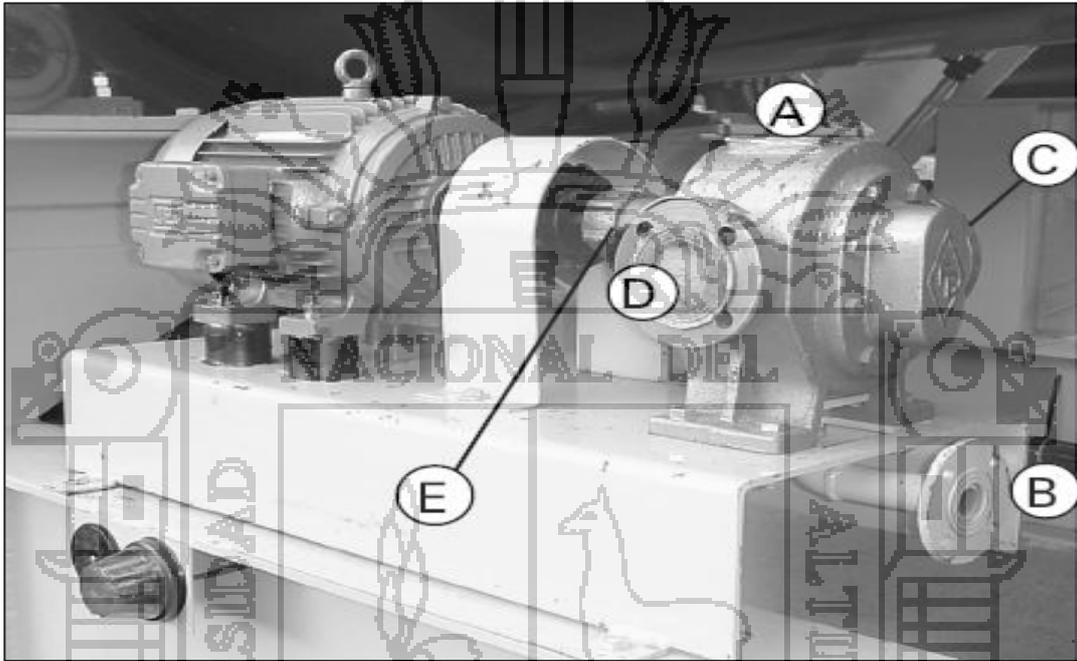
Fuente: [www.ceienterprises.com](http://www.ceienterprises.com) Enero 2007.

### 3.7.8 SISTEMA DOSIFICADOR DE CEMENTO ASFÁLTICO

En las plantas continuas la dosificación del cemento asfáltico se realiza por medio de bombas a presión. Los tipos más utilizados son las bombas de volumen constante, pero también se utilizan las de volumen variable. Las bombas de caudal constante, mediante distintos juegos de piñones, se consiguen ajustar la porción de asfalto a suministrar. Los fabricantes de plantas tipo continuo dan generalmente los datos sobre la cantidad de asfalto suministrado por la bomba por cada vuelta que esta realiza, hay que tomar en consideración los datos de temperatura y condición de los engranes de la bomba. Las bombas de engranajes para inyección de asfalto se encuentran de diferentes capacidades; para una planta de 100 Ton/Hora se utiliza una de 1.5 pulgadas y una de 2 pulgadas para una capacidad mayor. Estas bombas poseen

una cámara externa, a través de la cual puede circular el aceite térmico para evitar el atascamiento de cemento asfáltico por endurecimiento.

**FIGURA. N° 3.7: BOMBA DE ENGRANES, DOSIFICADORA DE CEMENTO ASFÁLTICO**



Fuente: MCI-Cifali. Manual de Plantas.2003. Módulo 02D Pág. 08

A. Entrada de aceite térmico, B Salida de aceite térmico, C. Entrada de cemento asfáltico, D. Salida de cemento asfáltico, E. Prensa empaque

Nota: Sentido de rotación anti horario visto de frente

### 3.7.9 MEZCLADOR

Es el elemento de la planta donde después de haberse dosificado lo agregados se realiza la mezcla homogénea de estos con el cemento asfáltico. Aunque el fundamento del mezclado sea el mismo, existen diferentes tipos de mezcladores, según sea el tipo de planta Las plantas tipo intermitente emplean mezcladores de ejes gemelo provistos con paletas, las cuales mezclan los agregados y el cemento asfáltico

de cada mazada en forma homogénea. Al girar en sentido opuesto las paletas baten y revuelven la mezcla en todo el recipiente. Es muy importante para el buen funcionamiento de este tipo de mezclador que las paletas estén en buen estado mecánico.

En las plantas de tipo continuo, básicamente el funcionamiento de mezclador es idéntico al mezclador de las plantas intermitentes, con la diferencia de que el mezclador está abierto en uno de sus extremos por donde se efectúa la descarga continua y su longitud es mayor que el de un mezclador de tipo intermitente. Por un extremo entran los agregados y en la primera sección realiza un mezclado en seco, posteriormente se inyecta el cemento asfáltico y se completa el proceso de mezclado para luego realizarse la descarga. La precisión del mezclado varía con la altura o peso del material contenido en el mezclador, el cual puede regularse por medio de la compuerta de salida. La altura de los materiales no debe superar la altura de las paletas. El tiempo de mezclado está en función de la capacidad del mezclador y la producción.

Tiempo de mezclado en seg.= Capacidad del mezclador en Kilos / (Producción en Kilos / seg.)

### **3.7.10 TAMBOR SECADOR-MEZCLADOR**

La estructura del tambor consiste en un cilindro metálico y dos anillos de acero, en estos últimos es donde el cilindro se apoya para rodar sobre cuadro rodos de apoyo.

El tambor gira sobre su propio eje accionado por un moto reductor, el cual recibe potencia de un motor eléctrico. En la primera sección interior están dispuestas las tablillas que hacen que los agregados sean elevados y caigan obligatoriamente, a

través del flujo de gases calientes provenientes del fuego del quemador, con esta función se logra quitar la humedad de los agregados así como calentarlos a la temperatura especificada para la mezcla. En su segunda sección, la inyección del cemento asfáltico es hecha por la bomba dosificadora, en esta sección las tablillas están dispuestas de tal forma para que los agregados se mezclen con el cemento asfáltico, así como retener parte de las partículas que son arrastradas por el sistema de extracción de gases calientes provenientes del quemador.

**FIGURA. 3.8: VISTA EXTERIOR DE UN TAMBOR SECADOR-MEZCLADOR.**



Fuente: [www.triasco.com](http://www.triasco.com) Enero 2007.

El tambor mezclador o barril tiene en uno de sus extremos con un quemador, el cual produce una llama de intensidad graduable, la cual es la que hace posible el secado de los agregados y la elevación de la temperatura de la mezcla.

## SISTEMA DE CONTROL

El sistema de control está compuesto principalmente por el Hardware (componentes físicos) y Software. Parte de estos ubicados en una cabina de control, donde se encuentran todos los mandos de la planta y desde donde se pueden monitorear todas las operaciones de arranque, funcionamiento, acciones correctivas y paro de la misma.

El Hardware comprende desde las computadoras, impresora de reportes, y todos los controles electrónicos y eléctricos ubicados en la cabina de control y el sistema de control compuesto por los dispositivos eléctricos y electrónicos que reciben las señales de los distintos sensores ubicados en la planta y que envían y reciben operaciones de mando de los microprocesadores en cabina de control.

En la actualidad, la mayoría de plantas productoras de mezcla asfáltica utilizan sofisticados sistemas de control, el tipo de sistema de control dependerá directamente del tipo de planta y del fabricante. El software comprende los distintos programas para computadora, realizados para cada tipo de sistema de control, en la mayoría de ellos se puede observar en pantalla distintos parámetros como: temperatura de aceite térmico, temperatura del filtro de mangas, temperatura de la mezcla a la salida, etc. Desde allí se pueden realizar operaciones de mando sobre todo el proceso.

**FIGURA. 3.9: MUESTRA DE UNA PANTALLA DE TRABAJO PARA UNA PLANTA DE TAMBOR MEZCLADOR**



Fuente: www.ablisa.com Enero 2007

En la Fig.3.9 se puede observar la pantalla que permanece durante la operación y en ella se incluye:

- Diagrama mímico animado que señala los componentes que están en movimiento y las taras instantáneas de agregados mezcla, asfalto y combustible.
- Alarmas por valores irregulares de temperatura o ausencia de llama.
- Paradas por valores irregulares de temperatura o ausencia de llama.
- Sistema de manejo semiautomático.
- Interruptor para apagado secuencial.

En el tablero se registra (Fig.: 3.9)

- Secuencia de arranque
- Temperaturas programadas de asfalto, combustible, mezcla y gases

- Temperaturas actuales de asfalto, combustible, gases y mezcla
- Estado de fotoceldas
- Peso de agregados secos
- Toneladas consumidas de agregadoseco
- Toneladas producidas de mezcla
- Consumo de asfalto
- Consumo de combustible
- Velocidad de los alimentadores
- Velocidad de la bomba de asfalto
- Porcentaje de apertura de la válvula de asfalto
- Porcentaje de apertura del damper del extractor

### 3.7.11 TRANSPORTADOR ESCALONADO Y SILO DE ALMACENAMIENTO

El transportador escalonado, tiene como función transportar la mezcla terminada, hacia el depósito de descarga o hacia un silo de almacenamiento, dependiendo si la planta está equipada con éste. El transportador escalonado consiste en un rectángulo metálico, que en su interior posee una cadena equipada con las paletas de arrastre, las que transportan la mezcla. Es colocado de forma inclinada a 45 hasta 55 grados según sea el caso. (Ver Fig. 3.10).

Los silos de almacenamiento son depósitos cilíndricos recubiertos con un aislante térmico para mantener la temperatura de la mezcla, en algunos casos son equipados con serpentines para recirculación de aceite térmico, su diseño se realiza de tal forma de evitar la segregación de la mezcla. En la parte inferior están equipados de una

compuerta de accionamiento por medio de cilindros neumáticos, por medio de la cual se descarga directamente a camiones.

La utilización de los silos de almacenamiento para mezcla terminada, se hacen necesarios por la razón de mantener una capacidad de compensación para mantener una producción continua.

### **FIGURA. 3.10: CONJUNTO DE TRANSPORTADOR ESCALONADO Y SILO DE ALMACENAMIENTO**



Fuente: [www.ablisa.com](http://www.ablisa.com) Enero 2007

## **3.8 OPERACIÓN DE LAS PLANTAS PARA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE**

### **3.8.1 PROCESO DE PRODUCCIÓN DE MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE**

El principal objetivo de las plantas de asfalto, en el proceso de producción de mezcla asfáltica en caliente, es la dosificación exacta de los agregados pétreos y la del cemento asfáltico, según el método de diseño de la mezcla y el tipo en sí de ésta.

Posteriormente se deberá controlar el proceso de secado mezclado, que difiere según el tipo de planta y es donde se consideran la temperatura y humedad de los agregados; así como la temperatura del cemento asfáltico.

Como se mencionó en secciones anteriores en las plantas continuas convencionales, como en las planta de bachada, el proceso de secado y mezclado se da de manera totalmente independiente, por el contrario en las plantas de tambor secador-mezclador es un proceso continuo, lo que ha hecho de que las plantas de tambor mezclador, sean más versátiles y eficientes.

En la actualidad la producción en plantas de tambor secador-mezclador ha logrado llegar hasta 600 Ton/hora, con la ayuda de la implementación del sistema de compensación y almacenamiento, se puede producir diferentes volúmenes de mezcla.

Las plantas de tambor secador-mezclador pueden producir todos los diferentes tipos de mezcla sin ningún inconveniente. En la actualidad la mayoría de las plantas más modernas son del tipo tambor secador-mezclador, por esta razón en las secciones siguientes se hará mayor énfasis en la operación de estas.

Hay que tomar en consideración que previo a la producción en cualquier tipo de planta se deben seguir ciertos lineamientos generales según sea el caso:

- Revisión general de la planta
- Establecimiento de tipo de mezcla a producir
- Análisis de los agregados
- Análisis de cemento asfáltico
- Calibraje de la planta
- Revisión de suministros de materia prima

- Revisión de suministros de operación de la planta (combustible, gas, lubricantes).
- Disponibilidad de operarios
- Consumo de la mezcla

### 3.8.2 PRODUCCIÓN EN PLANTAS INTERMITENTES

El proceso de producción de mezcla asfáltica en caliente da inicio cuando un cargador frontal alimenta las tolvas con los agregados pétreos previamente analizados para el tipo de mezcla a producir y según el método de diseño de la misma, seguidamente el operador de planta inicia el arranque de esta, según la secuencia indicada en el manual del fabricante; hay que tomar en cuenta que los horneros de planta ya verificaron en este momento que la temperatura del cemento asfáltico este dentro del rango correcto de las especificaciones técnicas de producción.

El sistema de alimentación de agregados en frío compuesto principalmente por las tolvas, se encarga por medio de las compuertas graduables colocadas en la parte inferior de éstas (de 2 a 3 diámetros del agregado), alimentar de forma uniforme los agregados en frío, estos son llevados por las bandas transportadoras y pesados por las células de pesaje de forma individual, las bandas transportadoras son accionadas por motores eléctricos a través de fajas y un motoreductor, de esta manera caen al colector rápido que los lleva y los deposita en forma conjunta y continua al cilindro secador. En el secador se retira la humedad de los agregados y son calentados hasta la temperatura necesaria para su mezclado, al final del secador está el sistema de extracción de gases y el sistema colector de finos, estos dos sistemas se

encargan de proporcionar a la vez, oxígeno para la combustión, retirar los gases de combustión y atrapar las partículas que estos llevan, para su reincorporación al mezclador.

Una vez secados y calentados los agregados son llevados hacia los silos de almacenamiento en caliente, a través del elevador escalonado, que opera continuamente, accionado por motores eléctricos a través de sistemas de bandas, poleas y un moto reductor; posteriormente los agregados son seleccionados, según la granulometría necesaria por medio de cribas vibratorias, las cuales los clasifican y rechazan los de tamaño no conveniente. Una vez cribados son depositados en los silos de almacenamiento en caliente, donde esperan ser depositados en la tolva pesadora, conjuntamente con el relleno mineral, luego son vertidos al mezclador, simultáneamente se mide la cantidad de cemento asfáltico en un tanque caliente y se vierte por cada revolución.

El proceso de mezclado se realiza cuando ya la cantidad de agregados ha sido pesada y el cemento asfáltico fue medido. La mayoría de plantas intermitentes utilizan un mezclador de ejes paralelos de martillos el cual mezcla íntimamente el material. Ya cuando se termina el mezclado se vierte directamente al camión o puede existir un sistema de compensación y almacenaje aunque no es muy necesario. El tiempo de mezclado dependerá de la capacidad en volumen del mezclador y de la producción deseada. De esto depende el sincronismo y la cantidad dosificada por el sistema de alimentación de agregados en frío. Es de esperar que los silos de almacenamiento de agregados calientes deban estar listos para proporcionar la cantidad de agregados para la siguiente mazada cuando el mezclador vierta la mezcla asfáltica ya terminada.

En algunas plantas modernas de bachada, se cuenta con el sistema de alimentación de material a reciclar; este material se vierte directamente a la tolva pesadora.

### **3.8.3 PRODUCCIÓN EN PLANTAS CONTINUAS DE TAMBOR SECADOR-MEZCLADOR**

Al igual que en las plantas intermitentes el proceso de producción de mezcla asfáltica en caliente en las plantas de tambor secador-mezclador da inicio cuando la máquina de carga, por lo regular un cargador frontal llena inicialmente las tolvas del sistema dosificador de agregados, cada tolva es llenada con un solo tipo de agregado, esto según sea el tipo de mezcla a producir, y posterior al análisis granulométrico de los mismos.

Posteriormente, se revisa la temperatura del cemento asfáltico y se procede al arranque en la secuencia determinada, según el manual del fabricante de la planta, las bandas transportadoras de cada una de las tolvas empieza a acarrear cada uno de los agregados a la banda colectora, cada una de las bandas está equipada con una célula de carga, las que se encargan de monitorear automáticamente el peso de cada uno de los agregados, este sistema de control hace las correcciones necesarias para la dosificación de cada uno de los agregados, variando la velocidad de cada uno de los motores que acciona el motorreductor que transfiere la potencia a los rodos de las bandas transportadoras, cumpliendo de esta manera la correcta dosificación de cada uno de los agregados.

En la banda colectora, a medida que pasa cargada sobre una célula de pesaje, el peso es registrado en toneladas hora, y una lectura es normalmente corregida para dar cuenta de la humedad en el agregado, puesto que los datos del agregado seco son utilizados en laboratorio para establecer el porcentaje de cemento asfáltico que

requiere la mezcla, además, por medio de la lectura mostrada por el pesaje en la banda colectora se puede apreciar cualquier variación en la alimentación de las tolvas.

En la actualidad los sistemas de control de las plantas de tambor mezclador pueden hacer correcciones de dosificación de agregados, variando la velocidad de las bandas y/o controlando el flujo de cemento asfáltico hacia la parte de mezclado.

Posteriormente a la dosificación de los agregados, estos son depositados en el tambor secador-mezclador, que podría decirse es el corazón de la planta, en éste los agregados son inicialmente secados, retirándose así la humedad, por lo regular no mayor al 5%; Luego son calentados para proseguir, siempre dentro del mismo tambor a su mezclado con el cemento asfáltico de manera continua. Estas acciones se consiguen gracias al movimiento giratorio del tambor. Por último la mezcla es elevada por el transportador escalonado hacia un depósito el cual abre y cierra con determinada frecuencia para evitar la segregación, dependiendo de la velocidad de producción; en otros casos se cuenta con el sistema de compensación y almacenaje de mezcla; previo a la descarga hacia los camiones. La temperatura de la mezcla es monitoreada a través de sensores de temperatura ubicados en la salida del tambor, esta debe estar dentro de los límites establecidos.

Hay que mencionar que el sistema de secado se hace posible gracias a la acción del quemador en el extremo superior del tambor secador-mezclador; En el extremo inferior del tambor secador-mezclador se encuentra el sistema de extracción de polvos, ya sea de vía seca o vía húmeda, los cuales retiran las partículas finas del tambor y las atrapan para evitar la contaminación.

### 3.8.4 FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA DE ALIMENTACIÓN DE AGREGADOS

La calidad y homogeneidad de los agregados son factores de gran importancia para la producción de concreto asfálticos, según la especificación del plan y en la calidad requerida del grupo entero de la planta. Otro factor importante es el cuidado con respecto al almacenamiento y movimiento de los agregados: estos deben estar en un lugar ancho, de manera que se evite la humedad y que se mezclen los montones de diferente granulometría unos con otros.

La distancia entre los silos de agregados y el lugar del almacenamiento debe ser el más pequeño posible, permitiendo la mayor agilidad en la alimentación, aumentando la potencia productora de la planta y la seguridad en el funcionamiento de aprovisionar. Deben mantenerse constante los niveles de agregados en los silos, para que la densidad de los agregados se condicione, dentro de éstos y no esté sujeto a grandes variaciones que pueden alterar el flujo del material.

También obsérvese que para ningún tipo de mezcla, los agregados no deben pasarse de un silo para otro. Para protección contra las lluvias puede usarse lonas impermeables o construir pabellones del almacenamiento. Para evitar la mezcla de materiales diferentes, es conveniente construir barreras o particiones entre los montones. Éstos normalmente son algunos ejemplos de recomendaciones clásicas en los sitios de la construcción, pero deben desarrollarse otras soluciones conforme con los recursos y condiciones del lugar de la instalación. El operador del cargador frontal al llenar la pala de agregados, debe tener la precaución de no raspar la tierra, evitando así extraer lodos extraños con los agregados. Lo ideal es depositar los montones de agregados en un suelo compactado y/o preparado; al hacer el llenado de

los agregados en los silos, la descarga del cargador frontal deben ser de manera suave, porque de manera brusca los agregados se apretarán en el fondo del silo, dañando el flujo, principalmente de los agregados más finos.

### FIGURA. N° 3.11: APILAMIENTO DE AGREGADOS



Fuente: CMI-Cifali. Manual de plantas RD. 2003. Módulo. 02A Pág. 04

#### 3.8.5 DOSIFICACIÓN DE AGREGADOS

La producción requerida de la planta se regulará a través de lo siguiente: la afinación de la apertura de la compuerta (ver Fig.3.11) de los silos, combinada con la variación de la velocidad de bandas dosificadoras, poniendo a punto las compuertas de las tolvas.

##### Ajuste de la compuerta de las tolvas

El criterio para el ajuste de la apertura de las compuertas (1), en el dosificador con agregados de granulometría más grande, en otros términos, los que poseen el material

de mayor tamaño, la apertura de la compuerta debe ser aproximadamente dos veces y medio en el tamaño de éstos. Eso es importante para evitar que la lona de las correas se dañe con la fricción de los agregados. Ver Figura 3.12.

**FIGURA. 3.12: COMPUERTA DOSIFICADORA**



Fuente: CMI-Cifali, Manual de Plantas RD. 2003. Módulo 02A Pág. 05

Después del calibrado de la planta, la apertura de las compuertas no debe alterarse. Si esto es necesario, restablezca el calibrado; apriete la tuerca mariposa firmemente, para que las compuertas no se muevan. Las compuertas de los silos de agregados deben estar libres de cualquier objeto extraño que puede obstruir el paso del material. Se recomienda que durante la operación de la planta una persona se asegure de verificar la posible existencia de objetos extraños.

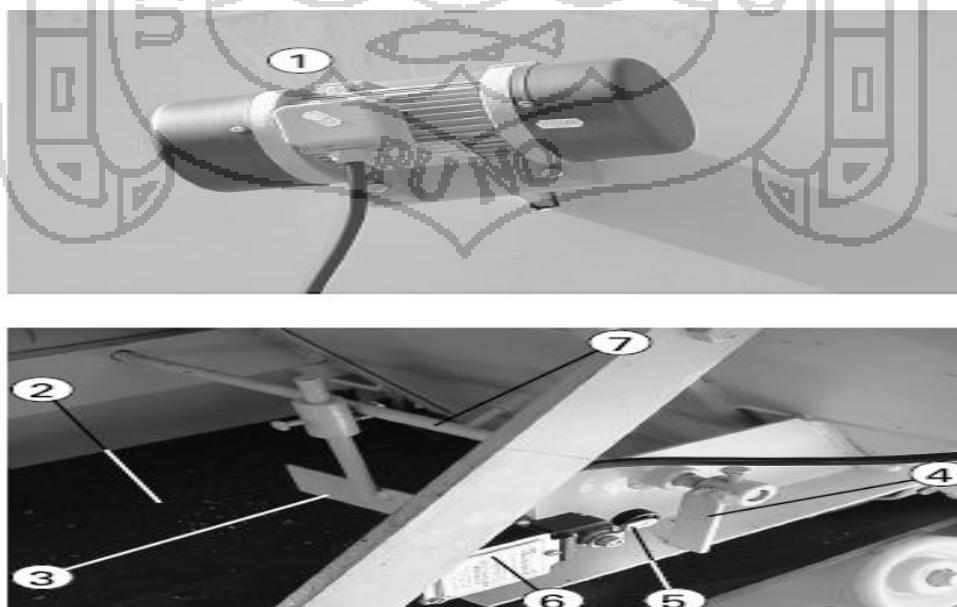
En algunas plantas que cuentan con sistemas de control de pesaje simple, es necesario restablecer el calibrado para cada cambio de línea de mezcla a producir. Debiendo cambiar la posición de las compuertas. Sin embargo para las plantas más modernas, las cuales cuentan con sistemas de control más sofisticados se puede

trabajar con varias líneas o tipos de mezcla sin necesidad de recalibrar la planta; no siendo necesario mover las compuertas.

### 3.8.6 UTILIZACIÓN DE VIBRADORES EN TOLVAS

Como trabaja: un vibrador se coloca en la pared lateral del silo(s); Hay que considerar que el uso fijo del vibrador produciría problemas de apelmazamiento. La alimentación eléctrica del circuito de accionamiento del vibrador pasa por el interruptor del mecanismo de control de dosificación de la banda o correa. El uso de motovibradores se recomienda sobre todo para los silo(s) que operan con los agregados finos, los que normalmente presentan problemas de irregularidad de flujo debido al apelmazamiento. Sin embargo, el accionamiento del vibrador sólo ocurre cuando falta el material en el cinturón. Esta situación se descubre por el palpador, cuando esta baja se cierra el circuito, puesto que la palanca cierra el interruptor haciendo funcionar el motovibrador.

**FIGURA. N° 3.13: MOTOVIBRADOR Y SU SISTEMA DE ACCIONAMIENTO**



Fuente: CMI-Cifali. **Manual de Plantas RD. 2003.** Módulo 02A Pág. 08

1. Motovibrador, 2. Banda transportadora, 3. Palpador, 4. Palanca, 5. Rodo de accionamiento, 6. Interruptor, 7. Eje giratorio

La posición del palpador influirá en el momento en que se accionara el motovibrador (ver Fig. 3.13), si se gradúa de modo que quede más alto, se accionará más rápido, esto influirá también en el tiempo de respuesta de la disminución del material en la banda.

### 3.8.7 BANDAS TRANSPORTADORAS

Las correas están montadas bajo de los silos dosificadores y tienen el propósito de dosificar y descargar a los agregados en la Correa transportadora rápida. Las correas dosificadoras trabajan por la acción de motorreductores de 3,0 CV, de velocidad variable que se logra a través de los inversores de frecuencia montados en la cabina de mando.

**Correa transportadora rápida:** La función de la correa transportadora rápida es transferir los agregados de las correas dosificadoras para dentro del tambor secador-mezclador. En algunas plantas el colector rápido está equipado con una célula de pesaje para calcular la producción en ton-hora.

**Guías:** Tienen la función de encauzar el material que circula en las bandas dosificadoras evitando que este caiga. En los extremos inferiores de las tolvas se ubican dos laterales y una trasera, dichas guías deben posicionarse a 1mm de distancia entre su extremo y la banda transportadora, esto para evitar el contacto directo, que causaría desgaste a los dos elementos.

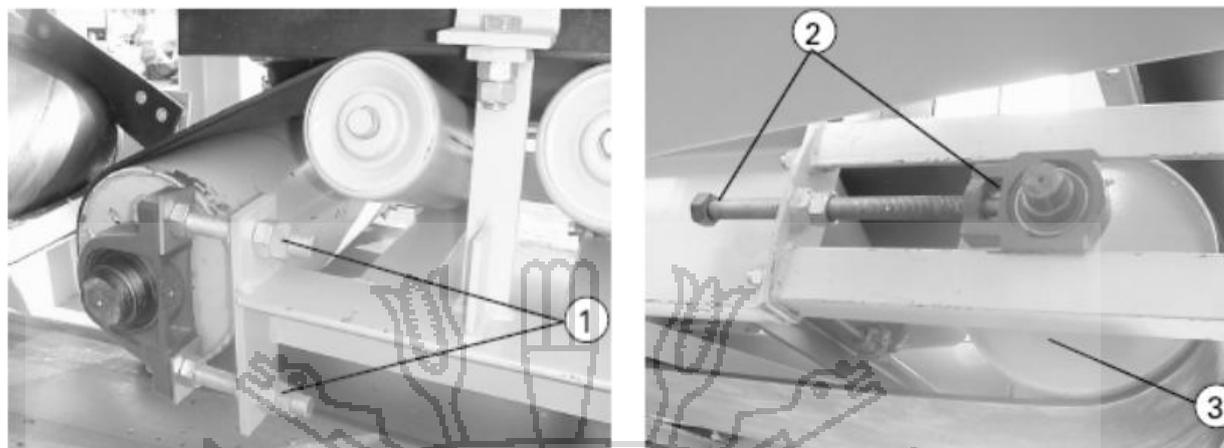
**Raspadores:** Las correas dosificadoras poseen un raspador externo y la correa transportadora posee un raspador interior y uno externo, en esta última cerca de la entrada del tambor-secador.

Los raspadores externos tienen el propósito de soltar a los agregados para evitar que se adhieran en la lona de las correas. El raspador interior, de la correa transportadora, se fija en el lado interior de la correa transportadora, para impedir que algunos materiales adhieran a la correa y dañen la lona, hasta podría rasgarse. Para todos los raspadores, la fijación del raspador de goma debe regularse periódicamente.

**Ajuste de la tensión y alineación de las correas.** Después de la instalación de la planta, regule la tensión y la alineación de las lonas de las correas, transportadora y dosificadoras. En ambos casos, el ajuste de la tensión y la alineación de la correa, se hace de una manera simultánea, el ajuste debe hacerse a través de las tuercas al igual en la correa transportadora, a través de los tornillos estiradores. La regulación debe hacerse inicialmente con las correas sin agregados (vacías) y después puede ser necesario algún ajuste pequeño al trabajar con la carga. Ponga la correa en funcionamiento y observe la tendencia eventual del mismo al movimiento para un lado. Espere algunos segundos para observar el que ejecuta la reacción en la estructura, mientras va corrigiendo en caso sea necesario.

La corrección del desplazamiento lateral de la lona, debe hacerse a través de las tuercas o tornillos estiradores, encuadrando el rodo-guía para que la correa se centre (alineación).

La correa tiende a moverse al lado de menor tensión. En este caso, suelte el tensionador (ver Fig. 2.14), aflojando las tuercas del lado de mayor tensión y reduzca la tensión; aumente la tensión en el otro lado, hasta centrar la correa.

**FIGURA. N° 3.14: ELEMENTOS PARA TENSIONAR LAS BANDAS**

Fuente: Planta de Asfaltos. Sigma Constructores. Palencia 2005.

1. Tuercas, 2. Tornillo estirador, 3. Rollo guía

### **Sistema de secado y mezclado**

Para las plantas de tambor, luego de la dosificación el tambor es el corazón del proceso, el tambor secador mezclador tiene la finalidad de secar los agregados proveniente de los silos dosificadores y mezclarlos al ligante asfáltico. El secador es proyectado para trabajar en las condiciones de media humedad, hasta 5% en los agregados. El nivel de humedad sobre este valor reducirá el rendimiento de la planta, siendo necesario aumentar el consumo de combustible del quemador, para mantener la misma producción de cada hora.

#### **3.8.8 TAMBOR SECADOR-MEZCLADOR**

En la primera sección interior están dispuestas una serie de tablillas que hacen que los agregados sean elevados y caigan obligatoriamente a través del flujo de gases calientes provenientes del fuego del quemador. Esta manera, logra su función de quitar la humedad de los agregados, así como calentarlos hasta la temperatura especificada para la última mezcla.

En su segunda sección, la inyección del cemento asfáltico o ligante es hecho por la bomba de engranajes en cantidad ordenada por el microprocesador que controla la dosificación. En esta sección las tablillas están dispuestas de forma que se pueda hacer la mezcla de los agregados con el cemento asfáltico, así como retener una porción importante del particulado que está arrastrándose por el sistema del extractor, con los gases calientes provenientes del quemador.

### **Divisiones del tambor**

El secador puede separarse en 2 zonas principales que son:

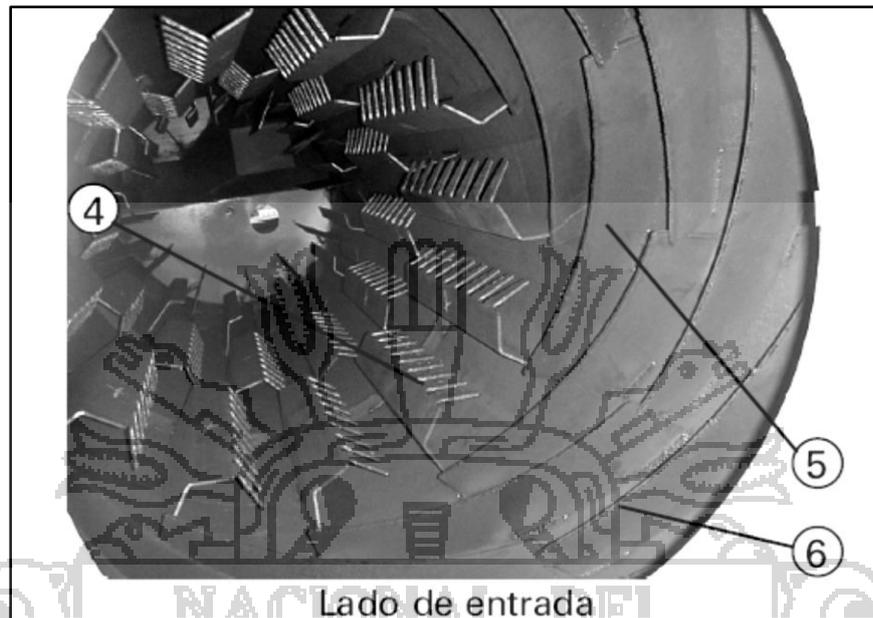
- Zona de secado
- Zona de mezcla

### **Zona de secado**

Es el área del secador - equivalente a 2/3 de la longitud del tambor dónde el quemador ejerce 2 funciones básicas:

1. Quitar la humedad del agregado
2. Aumentar la temperatura del agregado, hasta el máximo requerido por el tipo de mezcla a producir.

Por ejemplo, en algunas regiones es regla que la diferencia de temperatura entre el cemento asfáltico y los agregados, al alcanzar la zona de la mezcla, no puede ser superior a 15 °C y la temperatura de la masa, en la salida del mezclador, no puede ser superior a 177 °C.

**FIGURA N° 3.15: VISTA INTERIOR DEL TAMBOR LADO DE ENTRADA**

Fuente: CMI-Cifali. Manual de Plantas RD. 2003.Módulo 03A Pág. 05

4. Tablillas de secado, 5. y 6. Tablillas especiales, tiradores

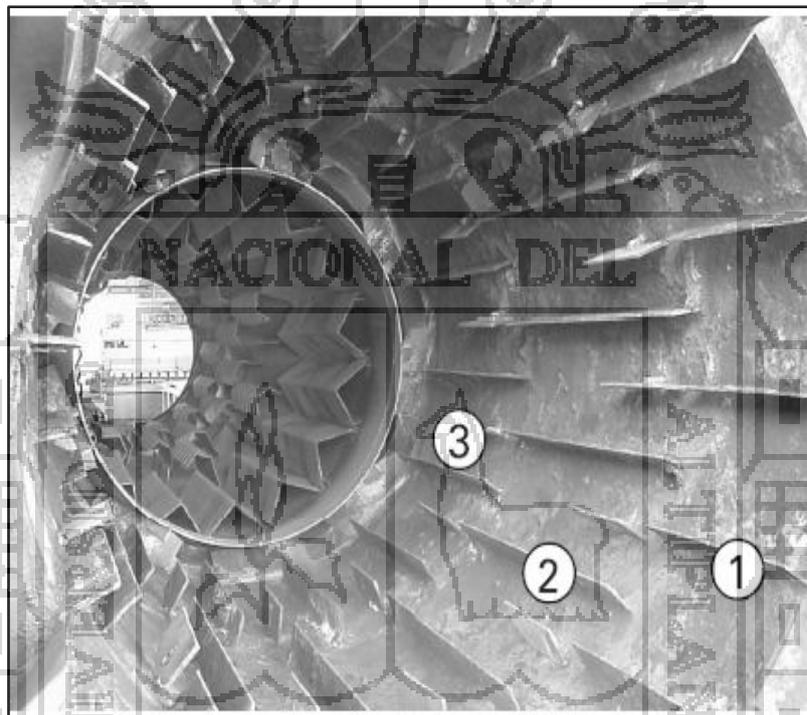
La zona de secado también incluye la zona de la combustión, equipada con tablillas especiales, estas tablillas, llamadas “los tiradores”, empujan el material que entra en el secador hasta el punto de secaje, impidiendo que el material se levante dentro del silo y se caiga delante del fuego o dentro del área de combustión.

Esta área posee una longitud de 1.5 m. en la dirección longitudinal del tambor. La función básica de las tablillas del secador en esta área es separar al máximo los agregados causando el efecto cascada, separando el material más fino del agregado grueso. Con esto, se transmite mayor energía térmica y crece el rendimiento del sistema.

### Zona mezcla

Esta área empieza al final del área de secado y va al punto dónde la barra esparcidora de asfalto y *filler* consiguen alcanzarse. Por esta razón la longitud de las barras nunca debe alterarse porque afectará la longitud del área de secado

**FIGURA N° 3.16: VISTA INTERIOR DEL TAMBOR LADO DE SALIDA**

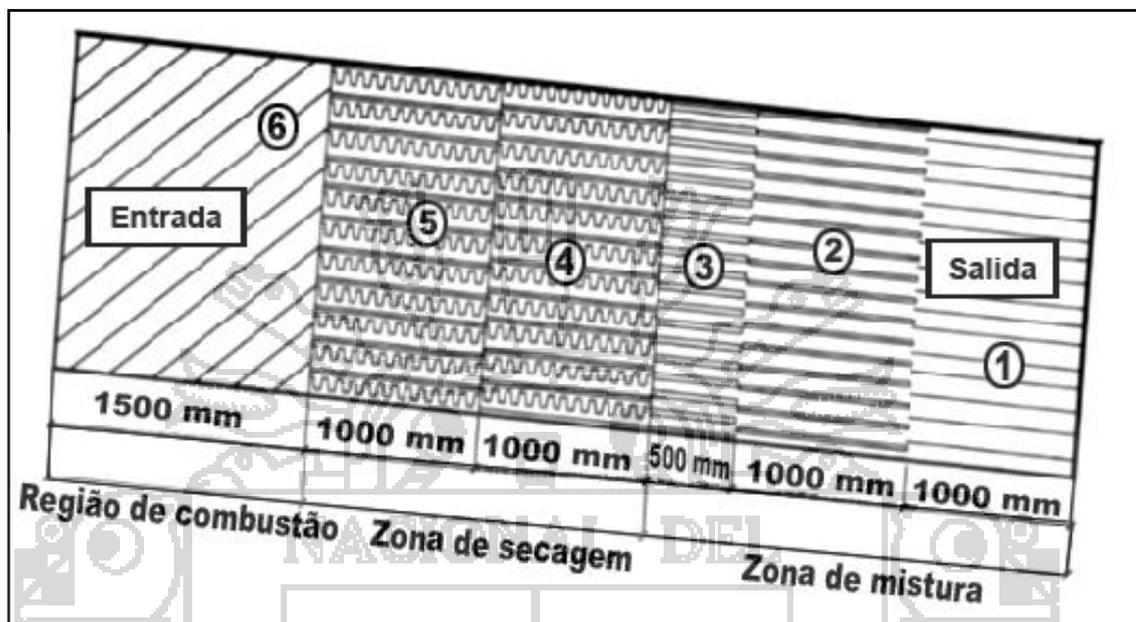


Fuente: CMI-Cifali. Manual de plantas RD. 2003. Modulo 03A Pág. 05

1,2 y 3 Tablillas de fin de mezclado

La inclinación del tambor respecto a la horizontal es aproximadamente de 5° dependiendo el modelo y/o diseño de la planta, la velocidad de giro del tambor es constante, y la longitud de cada área, incluyendo también el diseño de las tablillas puede variar de un fabricante a otro, pero siguen la misma función. En la siguiente figura se muestra las longitudes de las distintas zonas, de un sistema clásico en un tambor secador-mezclador.

**FIGURA. N° 3.17: DIMENSIONES DE LAS ZONAS DE UN TAMBOR  
SECADOR-MEZCLADOR**



Fuente: CMI-Cifali, Manual de Plantas RD. 2003. Módulo 03A Pág. 06

6. Riego de combustible, 5 y 4. Zona de secado, 3, 2,1. Zona de mistura

Por trabajar con algunos tipos de líneas con el porcentaje alto de agregados finos y ligante asfáltico, es necesario periódicamente hacer la inspección y limpieza dentro del tambor, porque la acumulación de material que se pega a las paredes y a las tablillas mezcladoras, dañará la calidad de la mezcla. El secador se inclina en relación con la horizontal (5°) como se mencionó y semejante inclinación aliada a su rotación, determinan el tiempo utilizado por los agregados para cruzarlo. Los agregados entran en el secador en su extremo más alto dónde se localiza el quemador y lo dejan por la parte de atrás para llegar al ascensor escalonado. Para alcanzar la máxima productividad y eficacia, es necesario observar el funcionamiento de cada parte de la planta de asfalto. La dosificación correcta de los agregados, el ajuste del quemador y el extractor de gases que vienen del tambor-secador, porque estos

componentes deben formar un conjunto armónico. Siempre se debe encender primero la llama -piloto y sólo después, accione la inyección de combustible del quemador.

### 3.8.9 CONJUNTO DEL QUEMADOR

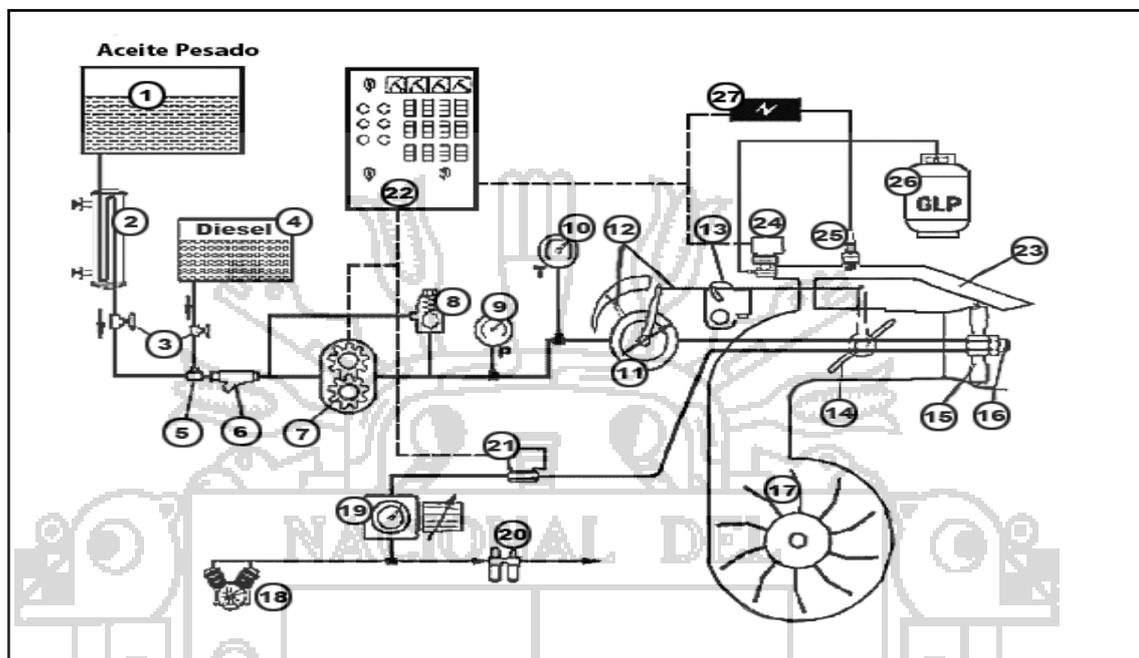
El quemador que es utilizado en las plantas se desarrolló con el propósito de quitar la humedad de los agregados que entran en el tambor secador-mezclador (área secante) y para calentarlos hasta la temperatura necesaria para la dosificación del asfalto líquido (área de la mezcla). Existen diversidad de modelos de quemadores utilizados para plantas de asfalto, su principio y función es el mismo en todos los casos con algunas variantes.

A continuación se describe el funcionamiento de un quemador clásico, utilizado en las plantas de asfalto. El quemador proporciona un alto rendimiento térmico. La función de la inyección de aire comprimido en el pico aspersor, perfecciona la pulverización del aceite combustible así como, hace posible la afinación de intensidad del fuego a través de un servo-motor. Todavía se presenta, una reducción considerable, del consumo de combustible y un índice menor de emisión de gases. Posee un sistema de encendido automático a distancia, (a través de llama-piloto), accionada a través del botón de toque, instalado en el tablero de control de la cabina asegurando con eso, agilidad y seguridad en el funcionamiento.

El sistema de combustión desarrollado por el quemador se constituye por la acción conjunta de tres componentes:

- El combustible presurizado (por la bomba de engranajes)
- El aire comprimido para el pico atomizador del combustible
- El aire del ventilador, necesario para la combustión.

**FIGURA. N° 3.18: ESQUEMA DE LOS COMPONENTES DE UN QUEMADOR**



Fuente: CMI-Cifali. Manual de plantas RD. 2003. Módulo 03A Pág. 11

1. Tanque de aceite pesado, 2. Intercambiador de calor: usa aceite térmico., 3. Válvulas de registro, 4. Depósito de aceite diesel: se usa dos minutos después del arranque y dos minutos previos a apagar el quemador., 5. Conexión "T", permite utilizar dos tipos de combustible, 6. Filtro pantalla. Debe lavarse cada 50 horas o semanalmente. 7. Bomba de combustible (de engranajes), 8. Válvula de ajuste de presión de combustible, 9. Manómetro de combustible, 10. Termómetro de combustible, 11. Válvula micrométrica: ajusta el flujo de combustible y por consiguiente la intensidad del fuego., 12. Indicador del sincronismo de la válvula de combustible y la válvula de aire., 13. Servo-motor: controla la válvula micrométrica de forma sincronizada con la válvula de aire., 14. Válvula del tipo mariposa: regula el aire del ventilador, 15. Turbo alimentador de aire, 16. Pico atomizador de combustible, 17. Ventilador: mantiene el flujo de aire insuflado para completar la quema de combustible, 18. Compresor, 19. Conjunto de manómetro más válvula para

regular la presión de aire del pico del atomizador según sea el tipo de combustible., 20. Unidad de preparación de aire comprimido: filtro secador, lubricar y graduación de presión del circuito general del compresor., 21. Válvula eléctrica de liga, desliga del flujo de aire para el atomizador. 22. Panel de control de la planta, 23. Ducto para gas de la llama piloto, 24. Electro-válvula de paso de gas propano, 25. Bujía, 26. Tanque renovable de gas propano, 27. Bobina accionadora de bujía.

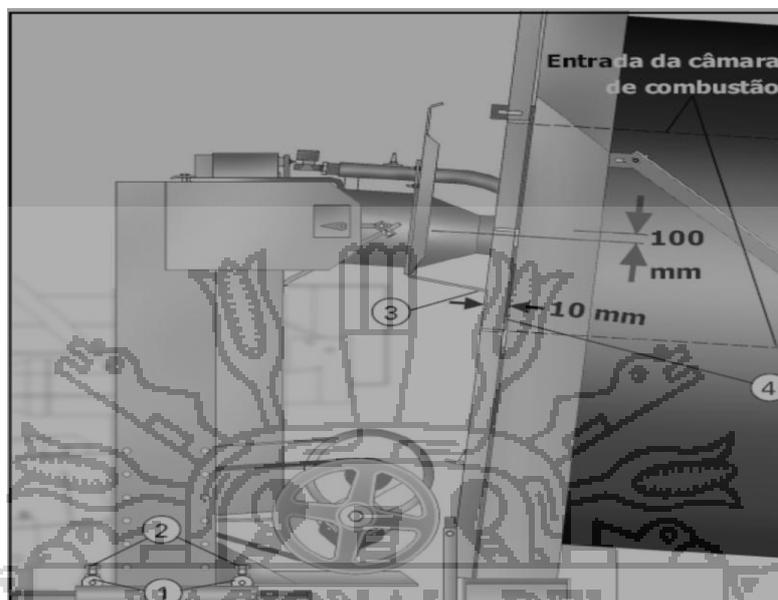
Todos los componentes identificados anteriormente, tiene el objetivo de obtener una combustión completa, logrando gran productividad.

- Sistema de afinaciones que permiten el uso de combustibles diferentes, manteniendo perfecta la quema del combustible. De esta manera, se consigue mantener los niveles apropiados para las exigencias ambientales, y una baja emisión de elementos residuales de la combustión para la atmósfera.
- Accionamiento del quemador: empezando en la cabina de mando de la planta.

Uno de los artículos que necesitan ser verificado después de la instalación de la planta y antes de encender el quemador, es el posicionamiento del conjunto del quemador con relación a la entrada del tambor secador (o cámara de combustión).

Debe verificarse el ajuste cuando:

- A) Distancia en relación al tambor secador-mezclador.
- B) La altura respecto a la entrada del tambor secador-mezclador (la cámara de combustión).

**FIGURA. 3.19: POSICIÓN CLÁSICA DEL QUEMADOR**

Fuente: CMI-Cifali. Manual de Plantas RD. 2003. Módulo 03 Pág. 17.

### 3.8.10 SISTEMA COLECTOR DE FINOS

Se utilizan los colectores de finos, para retirar las partículas en suspensión, que se generan durante el proceso de secado y mezclado; existen dos tipos de colectores de finos, los colectores de finos vía húmeda y los colectores o filtros secos.

#### 3.8.10.1 COLECTOR DE POLVO VÍA HÚMEDA

Como se mencionó en los colectores vía seca, los gases del proceso son extraídos por el ventilador extractor; ayudando también a la combustión dentro del secador, luego son regados con agua atomizada aproximadamente 80Gls. /min. dependiendo el diseño de la planta.

El agua y el flujo de gases abrumado de partículas finas en una forma de flujo ciclónico llegan al tubo venturi y la mezcla densa de agua y polvo se remueven y se transfiere a los estanques de asentamiento.

### **Tanques de asentamiento**

Consisten en una construcción de una fosa o depósito de mampostería, para la decantación de sólidos, en dos secciones: la primera destinada a sólidos y la segunda a líquidos. Estas dos secciones se conectan por medio de un vertedor que tiene la función de recuperar el agua para su recirculación. El principal inconveniente de este sistema, es el de no eliminar totalmente los residuos que provocan la contaminación ambiental. Además se necesita vaciar las piletas cada cierto tiempo y mayor espacio.

#### **3.8.10.2 COLECTOR DE FINOS VÍA SECA**

Uno de los grandes avances en la tecnología de plantas de asfalto es la creación de los sistemas de recolección de finos vía seca, sus costos son más elevados, pero son más limpios e integrados al funcionamiento y operación de las plantas de asfalto. A continuación se describirá el funcionamiento y operación de un filtro de mangas, como suele llamársele por la forma de sus elementos filtrantes.

#### **Filtro de Mangas**

Las plantas de asfalto en general, son equipos que por la característica de su actividad (producción de concreto asfáltico), trabajan con la quema de derivados de petróleo y gran cantidad de agregados finos, siendo este un tipo de material que puede ser altamente contaminante. El filtro de mangas es un equipo anti-polución sumamente eficaz para lugares dónde la emanación del partículas no excede los 90 mg/ m<sup>3</sup>. Básicamente el filtraje es hecho a través de las bolsas de tejido, con la recuperación del particulado colectado para el reaprovechamiento en la mezcla asfáltica. La atención al ajuste correcto y funcionamiento del conjunto de la planta,

son factores que ciertamente pueden minimizar los elementos contaminantes y todavía mejorar la acción y la productividad de la planta de asfalto.

### **Identificación de los componentes**

1. La cámara de aspiración, en la salida del tambor.
2. Ducto de conexión entre la salida del tambor y la cámara de filtrado.
3. La cámara de aire saturado o cuerpo intermedio, donde se localizan las mangas.
4. La cámara de aire limpio, parte superior de las mangas: el aire saturado, después de pasar por las mangas (eso retiene las partículas del polvo), alcanza la cámara superior (de aire limpio), de dónde es succionado para el extractor.
5. El canal de sección rectangular que lleva el aire limpio a la succión del extractor.
6. Extractor: responsable del flujo del aire a través del filtro, siendo posible el filtraje por las mangas.
7. La cámara inferior, recuperadora de finos: forma un laberinto, precipitando las partículas retenidas por las mangas.
8. Rosca transportadora: quita el material acumulado en la cámara inferior y lo mueve para la zona de mezcla del tambor-secador (*drum*), reduciendo la circulación de éstos por el filtro y reincorporándolo a la masa asfáltica
9. Moto reductor de accionamiento de la rosca transportadora (tornillo sin fin).
10. Las válvulas del pulso para limpieza de las mangas: alimentadas por el compresor del filtro de mangas, inyectan pulsos de aire comprimidos dentro de las

mangas en sentido contrario al flujo de trabajo. Así desprende el material arrestado en la periferia de las mangas.

11. Las mangas: son elementos filtrantes hechos en tejido Nomex. Tiene la forma tubular (prolongada), estando dispuesto en grupos, para que consigan el área de filtraje suficiente para la limpieza del aire contaminado que circula por las mangas.

12. Las jaulas: son armazones de alambre puestos internamente en las mangas, manteniendo constantemente la forma cilíndrica.

13. Venturi: tiene la función de retener el aire inyectada en las mangas, provocando la vibración de la misma, soltando las partículas arrestadas en el tejido.

14. Las tapas de inspección superior: Permiten el acceso fácil para la instalación y el mantenimiento de los filtros.

15. La tapa de inspección inferior: permite el acceso a la estructura inferior, para hacer inspecciones o servicios en el filtro, con una comodidad más grande

16. La válvula reguladora de la acción del extractor.

17. El compresor: proporciona el aire comprimido para la limpieza de las mangas.

18 - El sensor de temperatura T1: Localizado en la salida de la cámara de aspiración, supervisa la temperatura del aire que se dirige al filtro de mangas, a través del ducto.

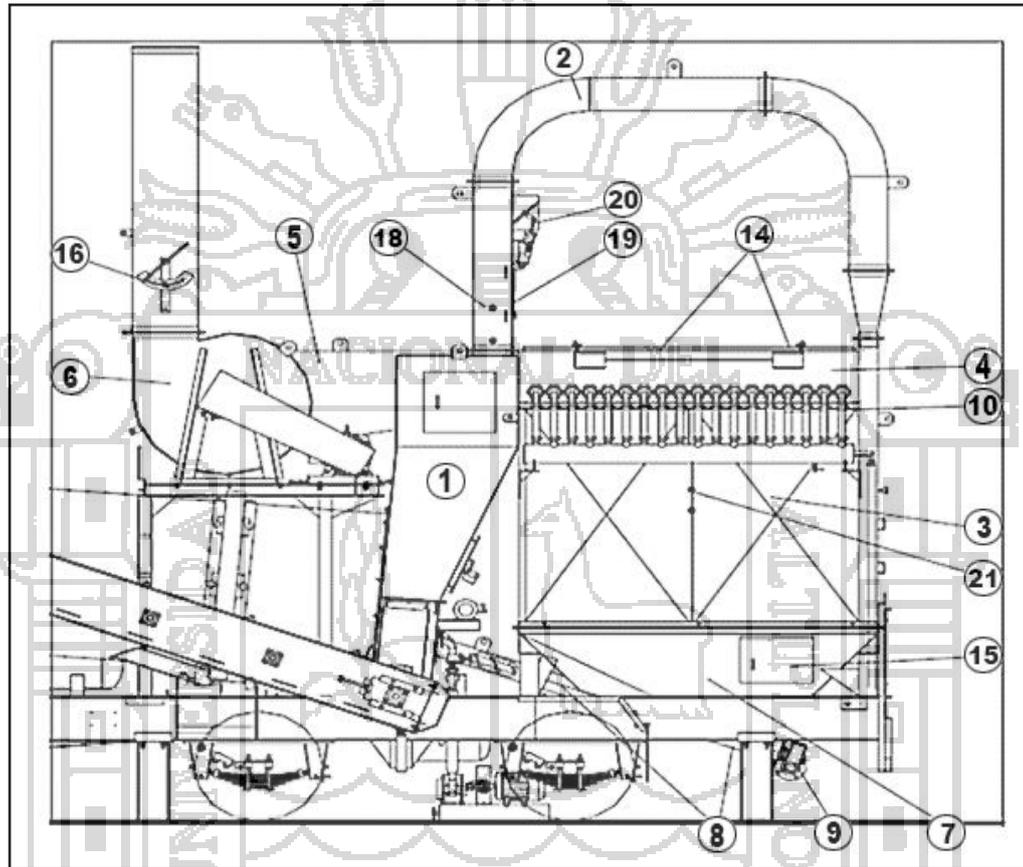
El mando de la temperatura es hecho de dos maneras:

1° Manual: a través de la compuerta reguladora del extractor. (19)

2° Automático: a través del cilindro neumático y compuerta (20)

21. El sensor de temperatura T2: supervisa la temperatura de los gases dentro del filtro. Cuando esta temperatura supera el máximo permitido, se interrumpe el quemador del secador automáticamente.

**FIGURA N° 3.20: COMPONENTES DEL FILTRO DE MANGAS**



Fuente: CMI-Cifali. Manual de Plantas RD. 2003. Módulo 06A Pág. 05

### **Sistema de extracción de gases**

El sistema de extracción tiene por finalidad la extracción de los gases de la quema de los derivados de petróleo en el tambor secador-mezclador, proporcionando con este una mayor eficacia del secado y extracción de estos gases.

Este sistema crea una succión básicamente dentro del secador, mientras ayuda al fuego del quemador y en el secado de los agregados que contienen partículas que se aspirarán por el extractor, retirándolas hacia el filtro.

El sistema de extracción de gases está compuesto por el extractor y la tubería de la chimenea. Siempre debe observarse el ajuste correcto del quemador y del *exhaustor*, asegurando la producción apropiada de gases de combustión, así como su retirada a través del sistema de extracción. Los correctos procedimientos y mantenimiento del funcionamiento, y el ajuste correcto del conjunto del quemador y extractor, en mucho ayudarán en el funcionamiento general de la planta y sus equipos, aumentando la productividad y la vida útil de los componentes, principalmente del filtro de mangas.

### **Conjunto del extractor**

Está compuesto por un rotor radial responsable del arrastre del fuego, de los gases y de una chimenea que libera los gases a la atmósfera. Esta chimenea posee una válvula mariposa destinada para regular el tiro del extractor. Para el mejorar ajuste del extractor y minimizar el arrastre de los finos y agregados, con la planta de asfalto, operando considere lo siguiente:

- a) Cierre la válvula-mariposa hasta que el quemador presente deficiencia en la quema del combustible. Esto puede verificarse, por la formación de humo o polvo en la entrada del tambor secador-mezclador.
- b) En este punto, regrese algunos centímetros en el ajuste y atornille firmemente con la tuerca, para evitar el descalibraje. Si no se realiza el calibraje del extractor, éste estará vibrando, habrá pérdida del rendimiento del quemador y daños en el extractor, como quebradura del eje o aspas y daño en los rodamientos.

### 3.8.11 SISTEMA DE ALMACENAMIENTO Y ALIMENTACIÓN DE COMBUSTIBLE

El tanque entero de combustible tiene que ser vaciado periódicamente, además debe tomarse las medidas de seguridad en el almacenamiento de combustible. Los tanques de almacenamiento de los combustibles, deben tener un volumen compatible con el consumo del equipo y que prestar facilidad en el acceso para la descarga, medidas, limpieza y desagüe.

Los tanques de almacenamiento deben ser periódicamente limpiados para retirar impurezas que pueden obstruir la tubería. Cuando se cambie el tipo del combustible usado en el equipo, todo el combustible debe sacarse para evitar la contaminación y rehacer las afinaciones de presión del combustible.

Todas las precauciones de seguridad deben tomarse en el manejo, transporte y almacenamiento, evitando el riesgo de fuegos.

Cuando se usa aceite pesado, es de mucha importancia mantener el combustible a una temperatura correcta, obedeciendo los límites:

**El mínimo:** la viscosidad para una buena acción del quemador es de 100 (S.S.U.) o menor.

**El máximo:** algunos grados debajo del punto de inflamación del combustible. La calefacción del combustible, puede lograrse en tres formas:

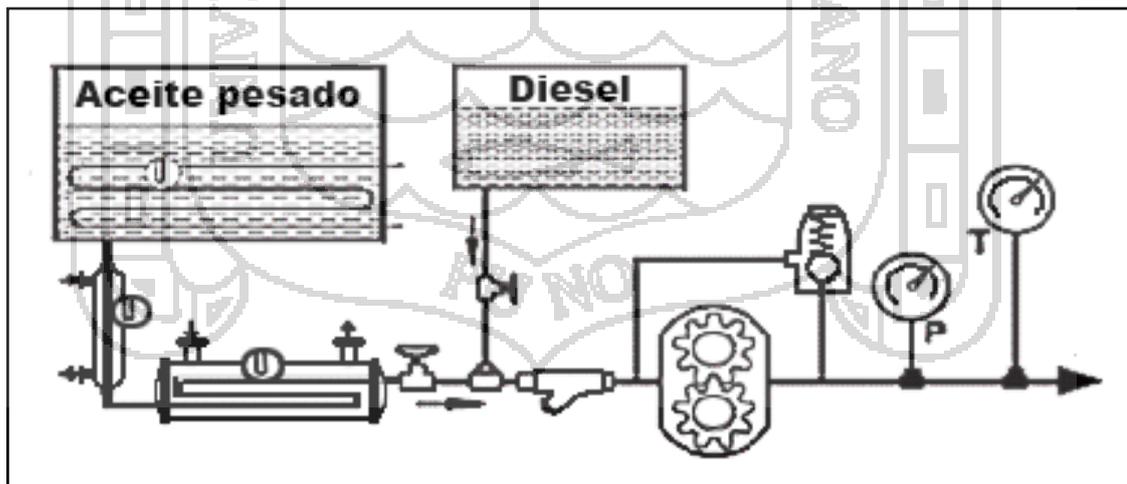
1- En el interior de los tanques de almacenamiento: Puede hacerse a través de las resistencias eléctricas, serpentines con vapor o fluidos de transmisión de calor (aceite térmico).

2- La circulación del combustible en las tuberías encamisadas.

3- En un intercambiador de calor, que eleve la temperatura del combustible, hasta el punto dónde posee la viscosidad apropiada a ser atomizada, además ayudara al filtraje del combustible.

En la figura 3.21 puede observarse la disposición de los diferentes elementos que intervienen en el almacenaje y en la alimentación de combustible, en este caso se utiliza diesel y un aceite pesado, el diesel se inyecta al quemador durante los primeros cuatro minutos de operación de la planta y luego se establece la operación con aceite pesado, preliminarmente al paro del quemador, deberá inyectarse de nuevo diesel cuatro minutos antes de apagar el quemador. Nótese la necesidad de calentar el aceite pesado para llevarlo a la viscosidad necesaria para ser quemado.

**FIGURA N° 3.21: SISTEMA DE ALIMENTACIÓN DE COMBUSTIBLE**



Fuente: MCI-Cifali. Manual de Plantas. 2001. Módulo 2D Pág. 05

En la actualidad la mayoría de las plantas de asfalto, son totalmente móviles, por consiguiente los tanques que se utilizan para el almacenaje de los combustibles son

depósitos metálicos, que incluso son conformados por el sistema completo de almacenaje y alimentación todo sobre un remolque.

Debe tomarse muy en cuenta las disposiciones legales del lugar de donde se opera la planta en lo que se refiere al manejo y almacenamiento de combustibles.

### **3.8.12 FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA DE ALMACENAMIENTO, CALENTAMIENTO Y DOSIFICACIÓN DE CEMENTO ASFÁLTICO**

El sistema de almacenamiento, calentamiento y dosificación de cemento asfáltico, es un sistema independiente del sistema de control de la operación de la planta a excepción de la dosificación de cemento asfáltico el cual se realiza a través de la bomba dosificadora la cual es controlada por el sistema de control.

Hay que considerar el hecho de que antes de iniciar la operación de la planta de asfalto, la temperatura del cemento asfáltico y la del combustible, según el caso, deben ser las correctas he aquí la importancia del sistema de almacenamiento y calentamiento del cemento asfáltico. Los tanques de cemento asfáltico deben almacenar la suficiente cantidad para mantener la producción, incluso contando con posibles retrasos en las entregas de asfalto.

#### **3.8.12.1 CALENTAMIENTO DE LOS TANQUES DE CEMENTO ASFÁLTICO**

El aceite térmico está constantemente circulando por todo el sistema intercambiando o transfiriendo calor a los tanques de cemento asfáltico y también al combustible pesado si es necesario.

La caldera produce calor a través de su quemador (2), donde el mando de temperatura es automático una vez programado. La bomba centrífuga (14) es responsable de la circulación del aceite térmico para el sistema entero.

El aceite térmico empieza la circulación en los tanques de asfalto 1 y 2, según el caso; el mando de la apertura y cierre para la circulación del aceite térmico en los tanques es hecho a través de las válvulas registradoras (4 y 5) que están en la entrada del serpentín de cada tanque, si la válvula (5) está cerrada, el aceite térmico va hasta el siguiente tanque.

El aceite térmico circula dentro de los tanques de Asfalto a través de los serpentines (3), transfiriendo el calor al cemento asfáltico, manteniéndolo caliente.

Después de calentar el cemento asfáltico, el aceite térmico también calienta el combustible pesado, en el tanque respectivo, a través del serpentín respectivo (8). Nótese que para esto, es necesario que la válvula de registro (7), de este tanque este abierta. Si está cerrado, el aceite térmico procede directamente para las siguientes aplicaciones.

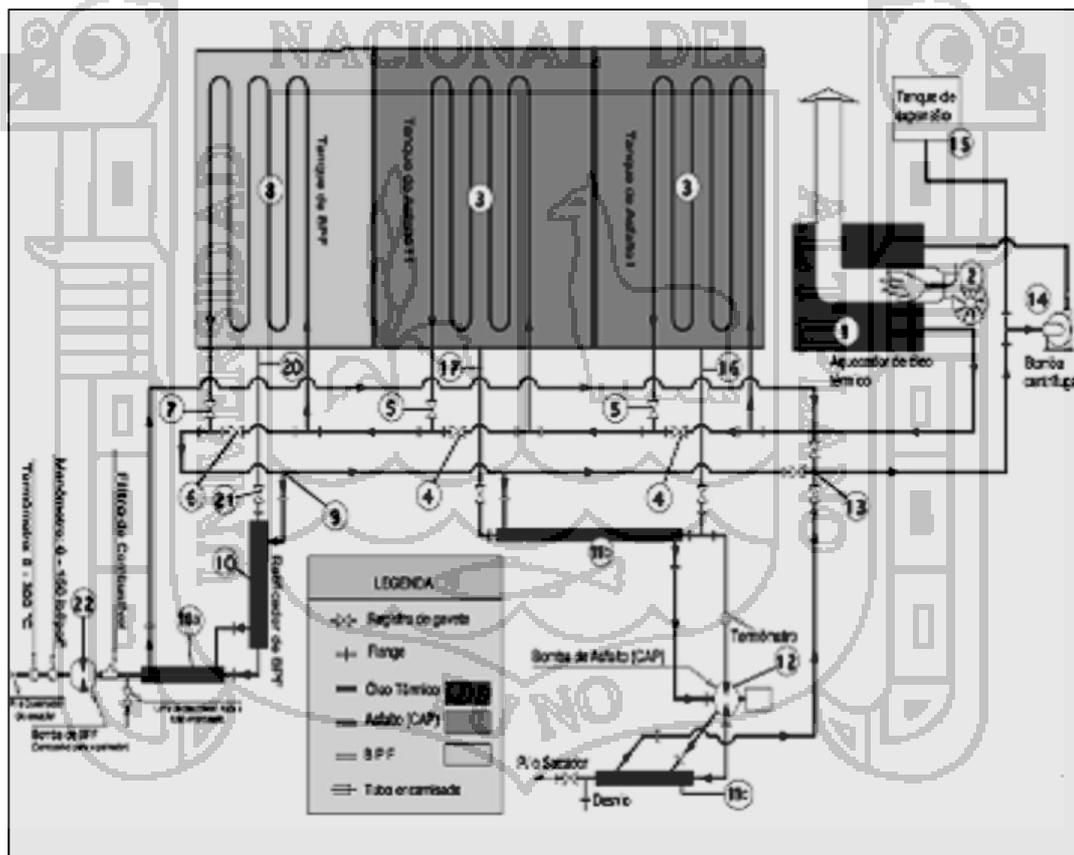
En la Fig.2.20 siguiendo la secuencia, el aceite térmico se separa, en el punto (9): Un camino entra en el rectificador de CA (10) y encamisado del tubo (11a) cuya salida unirá al retorno en el punto (13).

El siguiente camino va a los siguientes artículos, en el orden: al encamisado del tubo (11b), calentador de la bomba de CA (12) y encamisado del tubo (11c). En secuencia, este flujo se une también al retorno en el punto (13). Es de beneficio el retorno total, empezando en la unión (13), para la succión de la bomba centrífuga (14), de dónde reinicia el ciclo entero.

El tanque de expansión (15) permite la expansión del volumen de aceite térmico en función de las alteraciones de temperatura del mismo (la dilatación).

El siguiente diagrama muestra la distribución de tuberías del circuito de aceite térmico, encargado de calentar los dos tanques de cemento asfáltico y además en este caso calentar el depósito de combustible pesado así como los tramos de tubería encamisada.

**FIGURA N° 3.21: DIAGRAMA DEL FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA DE CALENTAMIENTO DEL CA**



Fuente: MCI-Cifali. Manual de Plantas. 2001. Módulo 2D Pág. 05

### 3.8.12.2 AISLAMIENTO

Es necesario el uso de algún material aislante en los tanques que contienen el cemento asfáltico y el combustible pesado; así también deben ser aisladas las

tuberías encamisadas que conducen el CA. El aislamiento es necesario no solo porque mantenemos la temperatura necesaria para el trabajo en el CA, sino porque a la larga reducimos los costos al ahorrar combustible que es quemado para producir el calor que es transferido al aceite térmico en la caldera. En la mayoría de los tanques el material que se utiliza como aislante térmico es la fibra de vidrio, la cual es colocada en la parte exterior de los tanques, posterior a esto es colocada en algunos casos láminas de acero inoxidable, que además de dar una apariencia agradable complementan el sistema aislante.

### 3.8.12.3 CONTROL DE TEMPERATURA

Como se mencionó anteriormente, el sistema de calentamiento posee un mando de control automático donde se establece la temperatura que debe mantener el sistema de calentamiento, para lograr la temperatura de trabajo el sistema se lleva un tiempo de varias horas, según sea la capacidad de la caldera y es necesario que se controle el desarrollo de la temperatura. Por lo general los tanques están provistos de termómetros, donde se puede monitorear la temperatura real en todo momento, este trabajo por lo regular no lo realiza el sistema de control de la planta, sino debe ser realizado por el personal operario de la planta. El hecho de controlar la temperatura del cemento asfáltico es muy importante, ya que se puede dar un sobrecalentamiento que afectaría las características y calidad de la mezcla.

La temperatura del cemento asfáltico para poder operar una planta de asfalto es de 145° C a 150° C, este rango puede variar debido a las especificaciones de la mezcla y/o a las características propias del cemento asfáltico a utilizar. La temperatura del combustible pesado debe ser aproximadamente de 150° C, en este caso la temperatura dependerá, del hecho que el combustible logre al menos una viscosidad

de 100 S.S.U. o según las especificaciones del quemador; habrá que verificar si el quemador que se tiene fue diseñado para poder trabajar con combustibles pesados.

#### **3.8.12.4 SISTEMA DE CARGA DESCARGA DE CEMENTO ASFÁLTICO**

La carga y la descarga de cemento asfáltico hacia los tanques se lleva a cabo por medio de una sola bomba, claro que independiente a la bomba dosificadora, por lo regular solo se carga el tanque, en muy raras ocasiones es necesario vaciar el tanque; tal vez para el traslado de la planta; La bomba debe estar alimentada por la línea de aceite térmico para que esta pueda operar, y solo cuando esta trabaj posterior a la carga se debe cerrar las válvulas de la línea de aceite térmico. Un aspecto muy importante en el sistema de carga de los tanques es que tanto la línea de descarga como las líneas de retorno que descargan en los tanques de almacenaje, deben estar en todo momento sumergidas bajo el nivel de asfalto en el tanque para evitar la oxidación de este.

#### **3.8.13 CALDERA**

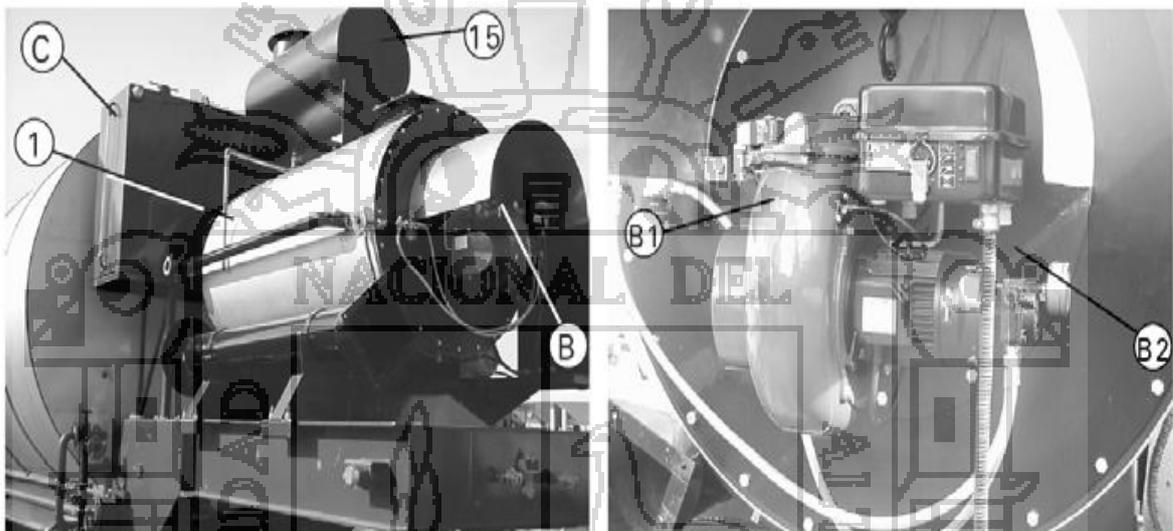
La caldera de aceite térmico (1) es la responsable de la generación de calor que, a través del aceite térmico se transferirá al cemento asfáltico y al combustible pesado según sea el caso. Posee un tanque de la expansión para el aceite térmico (15).

Componentes principales de la caldera:

- A. Cámara de combustión para el calentamiento del aceite térmico;
- B. El quemador: está provisto con un turboventilador (B1), una bomba de aceite diesel (B2) y un pico inyector, cerca de la salida.

- C. Tanque de aceite diesel para el quemador (B). Una parte de este depósito se usa para el agua que enfría los sellos de la bomba que hace circular el aceite térmico por todo el sistema

**FIGURA N° 3.22: COMPONENTES PRINCIPALES DE LA CALDERA**



Fuente: [www.ablisa.com](http://www.ablisa.com) Enero 2007.

#### 3.8.14 DOSIFICACIÓN DE CEMENTO ASFÁLTICO

Por lo general, en las plantas continuas la dosificación de cemento asfáltico se realiza por medio de una bomba de engranes; la bomba posee una cámara externa por donde circula aceite térmico para mantener la fluidez del CA.

La operación de la bomba, por lo general durante la operación de la planta es en el modo automático y el sistema de control que opera la dosificación de los agregados, también controla la cantidad de cemento asfáltico que llega al tambor mezclador.

La bomba puede trabajar en los siguientes regímenes:

1. Manual: En este caso, la velocidad de la bomba puede controlarse a mano, a través de un botón desde la cabina de control.

2. Automático: La velocidad de la bomba es controlada por el sistema de control.

3. Reversa: La bomba gira al contrario, mientras retira todos los residuos de asfalto del cuerpo de la bomba y del conducto entre la bomba y el tanque, enviando el todos los residuos hacia el tanque.

La reversión de la bomba del asfalto debe trabajarse en las siguientes situaciones:

a) Al trabajar la planta, la bomba se pone en la reversión y hasta después del accionamiento del quemador y que la temperatura llega a 150 °C en los gases en la salida del secador, se acciona la bomba poniéndola en el modo automático para empezar el bombeo de CA para el tambor secador-mezclador.

b) Al detener la planta: cuando se detiene el flujo de agregados, la bomba de CA se detiene automáticamente. La bomba debe estar en la rotación contraria durante 20 minutos para vaciar el conducto y la propia bomba.

El flujo de la bomba se da en función de la cantidad de asfalto especificada en la línea y en la producción de cada hora.

Ejemplo:

¿Suponiendo que la producción de cada hora programada es de 50 toneladas de concreto asfáltico, y se quiere una cantidad del 6% de asfalto en la mezcla;

¿Cuál es el flujo que pide la bomba del asfalto?

$$\text{Flujo} = (50 \times 6) / 100$$

$$\text{Flujo} = 3 \text{ toneladas /hora}$$

Debe de recordarse que previo a operar la planta y dosificar el CA se debe verificar la temperatura de este, la temperatura debe de ser la correcta, debido al hecho que la cantidad de masa de cemento asfáltico depende directamente de la temperatura a la cual éste se encuentre.

### **3.8.15 MEDICIÓN DE VOLÚMENES DE CEMENTO ASFÁLTICO**

La medición de los volúmenes de cemento asfáltico, se hace necesario debido no solo a la dosificación de cemento asfáltico sino también porque debemos saber la cantidad de cemento asfáltico que tenemos en los tanques disponibles para la producción, y las cantidades de cemento asfáltico que es llevado por la compañía proveedora; Por lo general, las cantidades de cemento asfáltico se miden en galones o en litros. Hay que considerar el hecho de la variación del volumen con el cambio de la temperatura; el cemento asfáltico tiende a expandirse al incrementarse su temperatura y viceversa, se contrae al disminuir su temperatura.

Existen tablas, que proporcionan los factores de corrección de volumen para los diferentes valores de la temperatura, normalizándolos a un valor de temperatura estandarizado y según el tipo de asfalto.

### **3.8.16 FUNCIONAMIENTO DEL TRANSPORTADOR ESCALONADO Y SILO DE ALMACENAMIENTO.**

El ascensor escalonado es el encargado de elevar la mezcla asfáltica producida en el tambor secador-mezclador hasta una altura considerable para que sea cargada por los camiones. En las plantas pequeñas de tambor secador-mezclador el transportador

escalonado no posee un silo de almacenaje, únicamente posee en su extremo superior un depósito, que tiene una compuerta, que abre y cierra de acuerdo a la producción de la planta, esto con el fin de evitar la segregación de la mezcla. A continuación se describen los componentes del transportador escalonado, sin silo de almacenamiento.

Silo de masa: Localizado en la punta del ascensor de masa, este silo acumulador tiene el propósito de evitar la segregación de la masa asfáltica. La segregación se debe la altura de descarga del silo en el cubo del camino que provoca la separación de los agregados de granulometría más grande de la de los finos. Para evitar que esto suceda, el silo guarda cantidades más grandes de masa lista y la libera para el cubo del camión.

El sistema de apertura y cierre de la compuerta está bien sincronizado y controlado a través de dos temporizadores:

T1 Controla el tiempo de cierre de la compuerta, en otros términos, la cantidad de segundos que esta se queda cerrada, mientras se llena el silo.

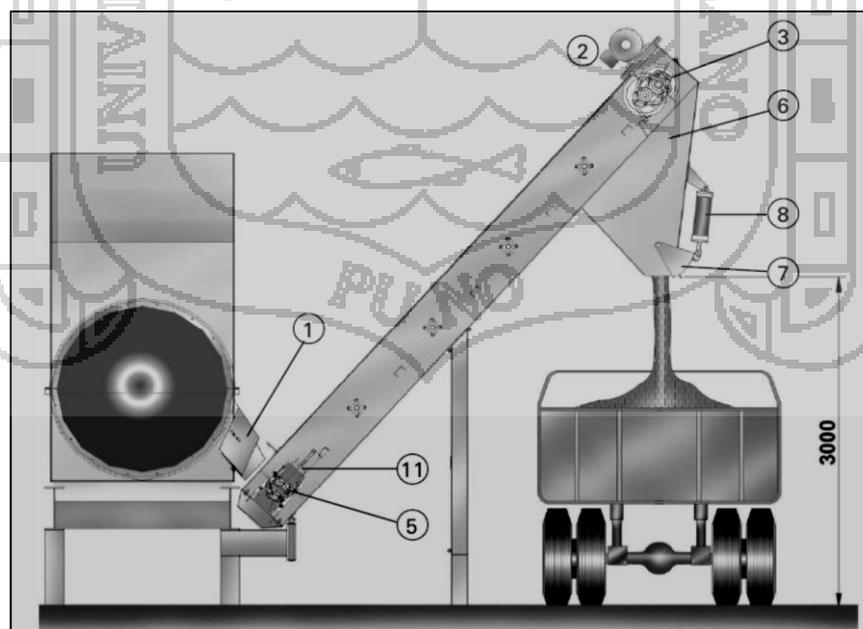
T2 Controla el tiempo, en segundos, en que la compuerta permanece abierta, para la descarga de la masa.

La masa asfáltica se transporta en el fondo de las tablillas y posee un fondo compuesto por planchas reemplazables en hierro fundido resistente a la abrasión.

Por ser un transportador de masa lista el propio asfalto (CA) incorporado en la masa sirve de lubricante al sistema de arrastre, garantizando así la durabilidad de las planchas que cubren a las tablillas. (o chapa de desgaste). El ascensor trabaja por el motor eléctrico con la transmisión por las correas en “V” al reductor de velocidad acoplado directamente al eje superior.

1. Compuerta de la entrada
2. Motor
3. Reductor y eje de la cadena (superior)
4. Tablillas
5. Eje-guía y estirador (inferior)
6. Silo de masa
7. Compuerta de Descarga
8. Cilindro neumático de la compuerta
9. Lugar donde del sensor de temperatura de la masa asfáltica se instala.
10. El punto de salida de la masa en caso de que el tiempo de cerrar de la compuerta sea insuficiente
11. Estirador de la cadena de tablillas

**FIGURA N° 3.23: TRANSPORTADOR ESCALONADO SIN SILO DE ALMACENAJE**



Fuente: [www.ablisa.com](http://www.ablisa.com) Enero 2007.

La compuerta opera con el arranque del ciclo de descarga programado desde el panel de control de la planta de asfalto, a través de dos temporizadores (T1 y T2), estos determinan el intervalo de cerrar y el tiempo de abrir.

El intervalo entre ciclos (controlado por el temporizador T1) y el tiempo de abrir de la compuerta (controló por T2), ellos varían conforme con la potencia productora de la planta del asfalto, la capacidad del silo y la especificación de la línea.

El silo de la planta puede abastecer hasta 500 kg. de mezcla aproximadamente, para determinar el tiempo de mantener cerrada la compuerta, aplique la fórmula: Tiempo de cerrar =  $500 \times 3600 / \text{Producción de cada hora en el KG}$  Por ejemplo: Para una producción de cada hora de 80 toneladas (80.000 Kg.), el tiempo de cerrar debe ser de:  $(500 \times 3600) / 80.000 \text{ Kg.}$

Tiempo de cerrar = 22,5 segundos

En este caso, el temporizador que T1 debe ajustarse en 22,5 seg. o un tiempo menor.

Tiempo de abrir: El tiempo de abrir la compuerta (para la descarga), debe ajustarse entre 3 y 5 segundos, a través del temporizador T2. El tiempo debe ser bastante para que pase una descarga completa a cada apertura.

Después de hacer la afinación de los temporizadores, con la planta en el funcionamiento, se debe verificar:

1 - Si hay segregación del concreto asfáltico en el momento de la descarga en el camión, aumente el tiempo de acumulación en el temporizador T1;

2 - Si, por otro lado, la masa inunda la ventana (12) del ascensor, el tiempo de abrir de la compuerta debe reducirse en el temporizador T1.

### 3.9 CALIBRACIÓN DE LA PLANTA

Consiste en determinar todas las constantes “k” de la planta, esto significa encontrar los valores los cuales sirven de punto de referencia al sistema de control para la operación de la planta, dichos valores representan los distintos parámetros que regulan la operación de la planta y son calculados en el proceso de calibración, que no es más que la primera prueba basada en términos reales.

El proceso de calibración de la planta, es diferente para cada tipo de planta y para cada sistema de control. Hay plantas que vienen calibradas de fábrica y solo indican en su manual las indicaciones detalladas, de los cambios que hay que hacer si se cambia el tipo de mezcla a producir, pero sólo permiten la producción de ciertas líneas descritas en el manual. Las plantas más modernas permiten realizar la calibración y determinar las constantes “k” para diversos tipos de líneas o tipos de mezclas, desde un inicio, quedando registrados estos valores en el sistema de control, siendo necesario únicamente seleccionar el tipo de línea que se desea trabajar sin tener que hacer de nuevo una calibración.

A continuación se describen las constantes que hay que determinar para la operación de una planta de tambor secador-mezclador:

Constante “K” de la velocidad de las correas dosificadores de agregados

Constante “K” del peso de la carga de los silos de agregados

Constante “K” de la dosificación del asfalto

Constante “K” de la dosificación de *filler* (Si está equipado)

Constante “K” de la temperatura de CA

Constante “K” de la temperatura de la masa

Constante “K” de la temperatura del filtro de mangas

Los valores de las constantes deben ingresarse en la pantalla de calibración del sistema de control de la planta, debe tenerse cuidado a la hora de ingresar estos datos, la correcta operación de la planta depende de estos.

La correcta operación de la planta depende de la correcta calibración de la planta, posterior a este hecho el correcto funcionamiento de la planta dependerá del control que se tenga sobre la carga de los agregados, la temperatura del CA y de la capacidad de control del operador de planta.

### **3.10 FUNCIONAMIENTO DE ELEMENTOS COMPLEMENTARIOS**

#### **3.10.1 CARGADOR FRONTAL**

Es de mucha importancia en la operación de la planta el buen funcionamiento, o estado de un cargador frontal como mínimo, este tiene la función de alimentar las tolvas del sistema dosificador de agregados y mantenerlas como mínimo con el 50% de su capacidad de material, esto con el fin de mantener la presión de dosificación dentro de los límites necesarios para el buen funcionamiento del sistema dosificador. Además, el cargador frontal es utilizado para el correcto apilamiento de los agregados en el lugar asignado para este fin. La capacidad del cargador deberá ir de acuerdo con la capacidad de producción de la planta, además debe estar en óptimas condiciones de funcionamiento para no afectar la producción por sus posibles descomposturas.

Hay que tomar en cuenta el hecho de que la producción de la planta se pararía al no funcionar el cargador frontal; por esto es necesario darle el mantenimiento requerido, durante los paros eventuales de la planta.

### 3.10.2 CAMIONES

Los camiones se utilizan para el acarreo de la mezcla asfáltica, de la planta hacia el lugar donde será colocada, usualmente son camiones de doble eje trasero de palangana de volteo y su capacidad usualmente es de 20 toneladas métricas. Se recomienda que todas las unidades estén en condiciones óptimas de funcionamiento, puesto que al presentar fallas en el camino, si este va cargado fácilmente podría echarse a perder la mezcla que este lleva, por el enfriamiento de la mezcla asfáltica.

#### **Flowboy**

Los camiones *flowboy* son camiones tipo tráiler, equipados con sistemas de descarga, de gran capacidad, ésta puede llegar a ser de 35 a 40 toneladas métricas de mezcla. Se tiene la ventaja que si el tractocamión falla fácilmente se puede enganchar otro y el riesgo de pérdida de la mezcla disminuye.

### 3.11 PLANTA CHANCADORA

Para realizar trabajos de trituración y reducción del tamaño de agregados para satisfacer la demanda requerida en las obras civiles hacemos uso de las chancadoras, las cuales a su vez requieren de una serie de procesos para lograr resultados favorables en el chancado. Una forma eficaz de saber que tan favorable es o no el proceso de chancado, se logra midiendo el rendimiento de la chancadora.

La medición del rendimiento de la chancadora nos permite estimar el tiempo de explotación de cierto volumen de agregados (de 1/2", 3/8" y 1/4") usando la cantera

que se disponga y mejorar los niveles de operación y productividad de la misma. Esta medición lo hacemos en la planta de chancado llevando un control diario de producción.

Los métodos de reducción de tamaños pueden agruparse de varias maneras, pero como la reducción ocurre en etapas, el tamaño de las partículas aporta el método primario de agrupamiento.

Si el cuerpo de mineral es de carácter masivo, el minado o extracción es en realidad la primera etapa de reducción de tamaño, y generalmente se realiza con explosivos, aunque pueden usarse medios mecánicos en los minerales más blandos. El término chancado se aplica a las reducciones subsecuentes de tamaño hasta alrededor de 25 (mm), considerándose las reducciones a tamaño más finos como molienda. Tanto el chancado como la molienda pueden subdividirse aún más en etapas primaria, secundaria, terciaria, y a veces hasta cuaternaria. Como estas etapas se relacionan con la maquinaria que se emplea, los límites de las divisiones no son rígidos, y en cualquier operación dada pueden no requerirse todos.

#### **FIGURA N° 3.24 VISTA DE PLANTA PORTÁTIL CONCENTRADORA DE AGREGADOS**



Fuente: [www.ablisa.com](http://www.ablisa.com) Enero 2007

### 3.11.1 FUNDAMENTO TEÓRICO

Para el desarrollo de este trabajo haremos una descripción básica de los términos y definiciones que serán utilizados en el transcurso del mismo.

### 3.11.2 AGREGADOS EN LA CONSTRUCCIÓN

Los agregados también llamados áridos, son partículas granulares de material pétreo de tamaño variable. Este material se origina por la fragmentación de las distintas rocas de la corteza terrestre ya sea en forma natural o industrial. En este último caso actúan los procesos de chancados utilizados en las respectiva plantas de agregados.

El proceso industrial para la obtención de agregados se hace mediante equipos trituración, tamizado y transporte (ver Fig.3.25).

**FIGURA N° 3.25: PRODUCCIÓN INDUSTRIAL DE AGREGADOS EN PLANTAS CHANCADORAS**



Fuente: Ebensperger, 2003

Las chancadoras se pueden clasificar por la fase de reducción por tamaños (primaria, secundaria y terciaria) y por el método de trituración, donde según esta última clasificación tenemos:

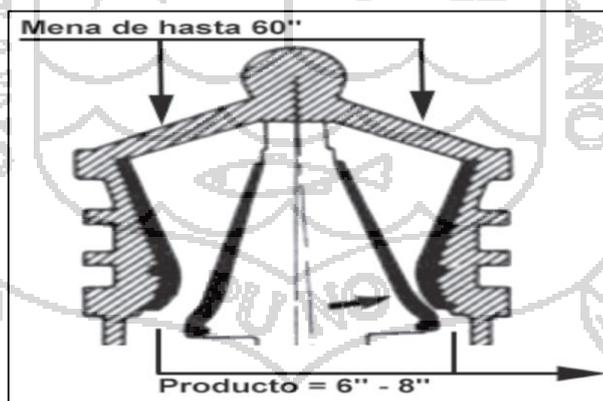
### 3.11.3 CLASIFICACIÓN DE CHANCADORAS POR EL MÉTODO DE TRITURACIÓN

En general, el chancado puede dividirse en chancado grueso y fino:

- Chancado grueso – Chancador primario.
- Chancado fino – Chancador Secundario, Terciario, 40, 50

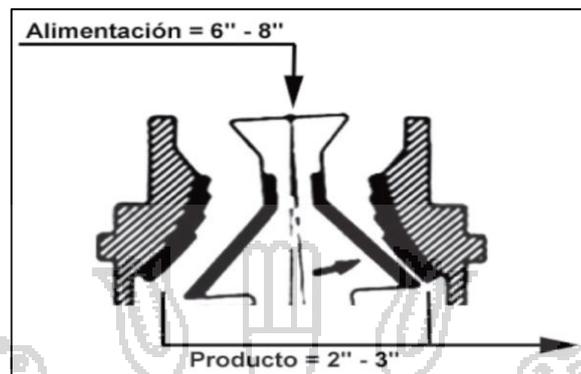
**Chancador Primario:** Fractura la mena de alimentación proveniente de la mina, desde 60" hasta bajo 8" a 6" de producto. (Fig. 3.26)

**FIGURA N° 3.26: CHANCADOR GIRATORIO (PRIMARIO)**



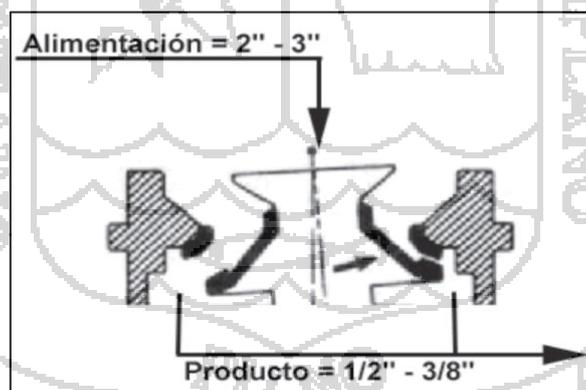
Fuente: Elementos y técnicas de chancados pag.8

**Chancador Secundario:** Toma el producto del chancador primario y lo reduce, en una pasada hasta 3" o 2" de producto. (Fig. 3.27)

**FIGURA N° 3.27: CHANCADOR DE CONO STANDARD (SECUNDARIO)**

Fuente: Elementos y técnicas de chancados pag.8

**Chancador Terciario:** Toma el producto del chancador secundario o chancadores intermedios reduciendo el material bajo 1/2" o 3/8". (Fig. 3.28)

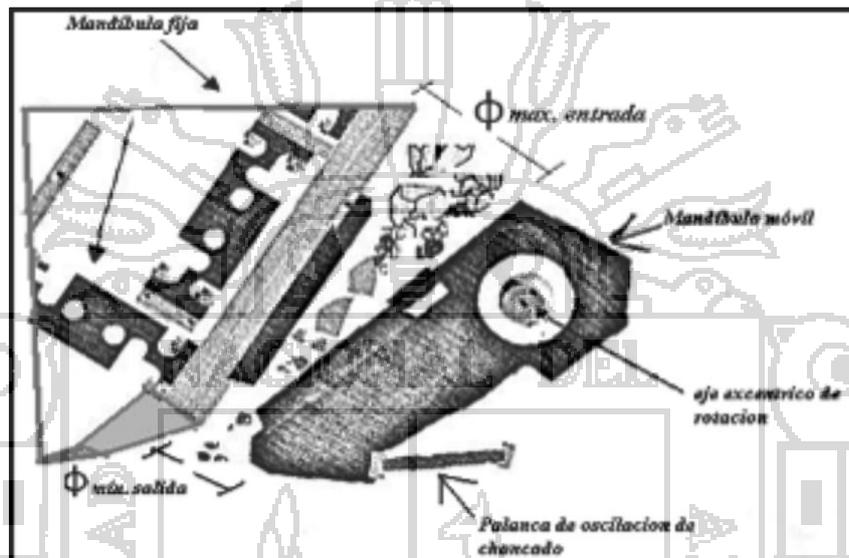
**FIGURA N° 3.28: CHANCADOR DE CONO DE CABEZA CORTA (TERCIARIO)**

Fuente: Elementos y técnicas de chancados pag.8

a) **Chancadoras de Mandíbulas:** La forma en que se reduce el tamaño en la cámara de chancado es similar al proceso del masticado de alimentos (ver Fig. 3.29). La mandíbula móvil es la que se desplaza de arriba hacia abajo siguiendo una velocidad de rotación definida que facilita la caída de agregados por gravedad a través de los

canales de entrada y salida, permitiendo reducir los tamaños hasta un máximo deseable.

**FIGURA N° 3.29: ESQUEMA DE LA CÁMARA INTERIOR DE UNA CHANCADORA DE MANDÍBULA**

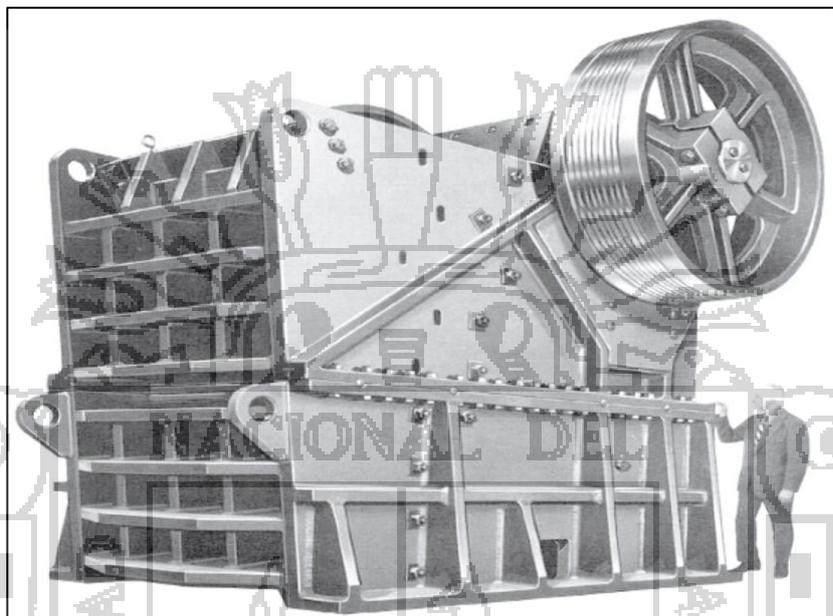


Fuente: Lindqvist et al., 2003

Los chancadores de mandíbulas son equipos dotados de 2 placas o mandíbulas, en los que una de ellas es móvil y presiona fuerte y rápidamente a la otra, fracturando el material que se encuentra entre ambas. Según el tipo de movimiento de la placa móvil.

El Chancador de mandíbulas se especifica por el área de entrada, es decir, la distancia entre las mandíbulas en la alimentación (Feed) que se denomina “Boca” y el ancho de las placas (largo de la abertura de admisión). Por ejemplo un Chancador de mandíbulas de 30”x48” tendrá una boca de 30” y un ancho de las placas de 48”(Fig. 3.30)

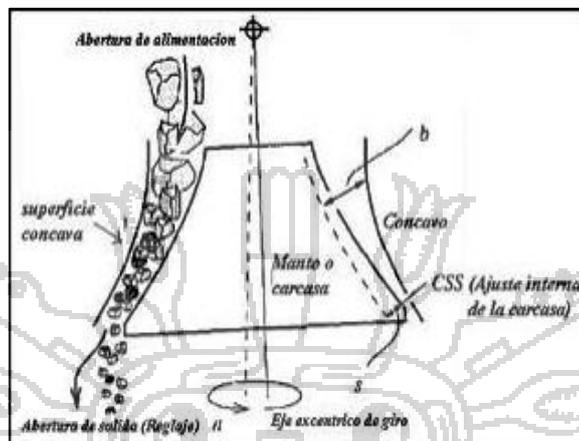
**FIGURA N° 3.30: ESQUEMA COMPARATIVO ENTRE UN CHANCADOR DE MANDÍBULAS Y UN SUPERVISOR**



Fuente: Elementos y técnicas de chancados pag.10

**b) Chancadoras de Cono:** La reducción del tamaño se hace por medio de una cámara de chancado en forma de cono (ver Fig.3.31), ingresando en la parte superior a través de un canal de entrada en el cual el agregado desciende por gravedad y mediante la rotación del eje excéntrico que origina un desgaste en las paredes del cono al entrar en contacto con el material rocoso se lleva a cabo el chancado. El material reducido sale a través del ducto de salida conocida también como reglaje, en función a los tamaños que se han ajustado previamente.

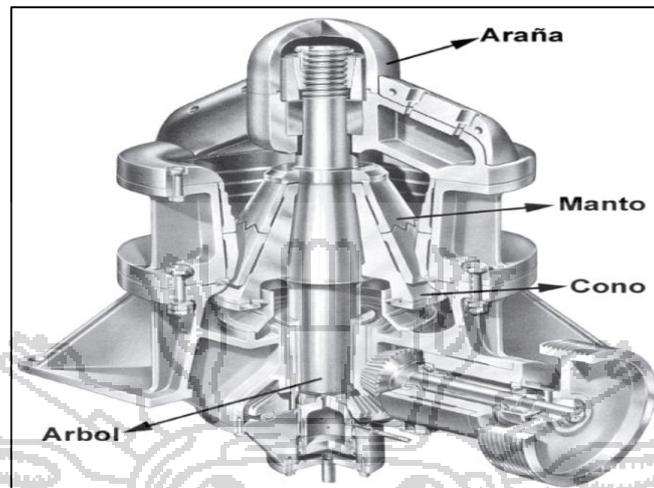
**FIGURA N° 3.31: ESQUEMA DE LA CÁMARA INTERIOR DE UNA CHANCADORA DE CONO**



Fuente: Lindqvist&Evertsson, 2003

Está constituido por un eje vertical (árbol) con un elemento de molienda cónico llamado cabeza, recubierto por una capa de material de alta dureza llamado manto. La cabeza se mueve en forma de elipse debido al efecto de movimiento excéntrico que le entrega el motor. El movimiento máximo de la cabeza ocurre en la descarga evitando los problemas de hinchamiento del material. Debido a que chanca durante el ciclo completo, tiene más capacidad que un Chancador de mandíbulas del mismo tamaño (boca), por lo que se le prefiere en plantas que tratan altos flujos de material. Operan normalmente en circuito abierto, aunque si el material de alimentación tiene mucho fino, éste debe ser preclasificado. El tamaño de los Chancadores Giratorios se especifica por la boca (ancho de la abertura de admisión) y el diámetro del manto. El casco exterior es de acero fundido, mientras que la cámara de chancado está protegida con revestimientos o “cóncavos” de acero al manganeso. La cabeza está protegida por un manto de acero al manganeso la que a su vez está recubierta por alguna resina epóxica, poliuretano, goma o algún otro recubrimiento. (Fig. 3.32)

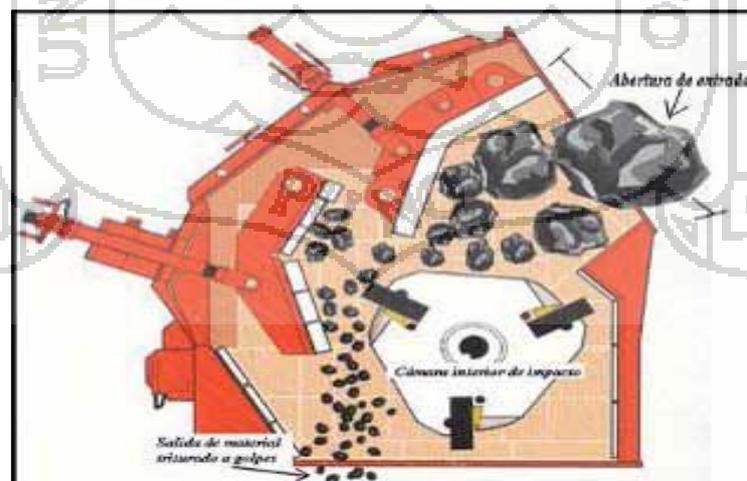
FIGURA N° 3.32: CORTE DE UN CHANCADOR DE CONO GIRATORIO



Fuente: Elementos y técnicas de chancados pag.9

- b) **Chancadoras de Impacto:** La trituración para este caso se lleva a cabo mediante golpes de los agregados de entrada en las paredes de la cámara de chancado (ver Fig.3.33). De esta forma se reduce el tamaño de los agregados a obtener.

FIGURA N°: 3.33: ESQUEMA DE CÁMARA INTERIOR DE UNA CHANCADORA DE IMPACTO



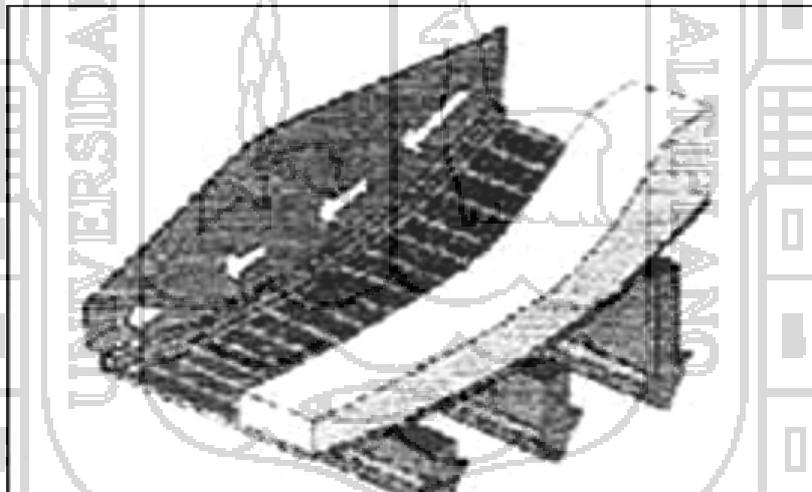
Fuente: Brochure de Eagle Crusher Company Inc

### 3.11.4 ZARANDA MECÁNICA VIBRATORIA

Consiste en un chute metálico vertical, el mismo que vibra por acción de un motor eléctrico, dentro de este chute vertical están instaladas una serie de mallas que clasifican el material en diversos tamaños. Existen zarandas de doble, triple o inclinación múltiple donde se zaranda por estratificación y por caída libre.

El tipo de zaranda que comprende el modelo de la chancadora estudiada es el de inclinación Múltiple Banana Screen, efectivas en zarandeo en camas delgadas (ver Fig.3.34).

**FIGURA N° 3.34: ZARANDA MECÁNICA DE INCLINACIÓN MÚLTIPLE TIPO BANANA SCREEN**



Fuente: Curso de Zarandas-G y M S.A, Lima 2008

### 3.12 CONTROL DE CALIDAD

#### 3.12.1 DEFINICIÓN DE CALIDAD

El cliente actual no solo busca un producto que le agrade, busca más que eso. Aunque el producto cumpla las especificaciones del diseño, este tiene más aceptación por el mercado si da confianza y esto se garantiza demostrando que hubo

control a lo largo del proceso de producción mediante herramientas como los sistemas de aseguramiento de la calidad. Es en estas circunstancias que surge la necesidad de cambiar el sistema de gestión tradicional sumándole ahora la gestión de la calidad. El concepto de calidad se mide mediante el grado de satisfacción de las necesidades del cliente. Los objetivos, por lo tanto, serán satisfacer al cliente, mantener la calidad, reducción de los costos y mejorar la competitividad de la empresa.

Las empresas más comprometidas en materia de calidad han comenzado recientemente a incorporar un sistema de gestión denominado Gestión de Calidad Total. Este proceso supone integrar el concepto de calidad en todas las fases del proceso y a todos los departamentos que tienen alguna influencia en la calidad final del proceso y/o servicio prestado al cliente. En el proceso actual de globalización económica, contar con un Sistema de Aseguramiento de la Calidad, es un factor crítico para la supervivencia y competitividad de las empresas.

### **3.12.2 FALSAS PERCEPCIONES EN RELACIÓN A LA CALIDAD**

La calidad en nuestros países es considerada una característica socialmente deseable, pero su contribución a la rentabilidad de los negocios se mira como algo marginal, debido a ciertas concepciones erróneas, a continuación mencionaremos las más frecuentes:

- ✓ Lograr productos y servicios de calidad es más costoso: Esta creencia contradice el principio que la mejora en los procesos de producción disminuye sustancialmente los costos finales del producto o servicio. Se piensa en los costos de la calidad, pero no en los costos de la no-calidad.

- ✓ Lograr la calidad conduce a una reducción en la productividad: Este concepto fue heredado de las primeras técnicas del control de calidad que consistían en separar los productos aceptables de los defectuosos. Las técnicas modernas en cambio enfatizan el control del diseño, evitando la producción de unidades defectuosas desde su concepción.
- ✓ El resultado final de la calidad está condicionado a la capacidad de la mano de obra: el culpar a los trabajadores por la baja calidad de los servicios o productos generados es la práctica común en las diferentes industrias, pero para poder realizar tal afirmación el empleador está en la obligación de realizar previamente lo siguiente:
  - ✓ Brindar la capacitación necesaria.
  - ✓ Entregar instrucciones detalladas de lo que deben hacer.
  - ✓ Establecer los medios adecuados para la verificación o evaluación de los resultados de las acciones de los trabajadores.
  - ✓ Entregar las correcciones necesarias para modificar el proceso productivo si la calidad de los productos obtenidos se considera inadecuada.
  - ✓ La calidad se garantiza mediante una estricta inspección: La inspección por sí sola no puede realizar mejora alguna en las etapas previas al producto final. Estudios realizados han determinado que entre el 60% y 70% de los defectos en los productos pueden atribuirse directa o indirectamente a errores cometidos en otras fases, como el diseño, la selección de proveedores y subcontratistas, entre otros.

### 3.12.3 ORIGEN DE LAS NORMAS INTERNACIONALES DE CALIDAD

A principios de los años setenta las organizaciones se vieron sujetas a la necesidad de satisfacer los requisitos de múltiples programas de gestión de la calidad. Estos

programas habían sido establecidos en distintos sectores económicos y todos ellos contaban con un elevado grado de semejanza en los detalles de sus requisitos. Esto originó la creación de un lenguaje común de calidad para compradores y proveedores, en un principio de uso local, y después de uso internacional.

### **3.12.4 ORGANIZACIÓN INTERNACIONAL DE ESTANDARIZACIÓN (ISO)**

La Organización Internacional de Normalización, ISO, fue fundada en 1947 con miras a desarrollar normas técnicas para los productos de manufactura y así colaborar en la reconstrucción de Europa después de la guerra.

La ISO actualmente se encuentra conformada por más de 130 países miembros, representados cada uno por organismos de certificación, y en todos estos años de existencia ha publicado más de 12,500 normas. A pesar del gran trabajo desarrollado para publicar normas técnicas, es sólo a partir de la publicación de las normas ISO 9000 en el año 1987; norma para la gestión, aseguramiento y administración de la calidad; que el organismo alcanza prestigio internacional.

El objetivo de la ISO es promover el desarrollo de la normalización de actividades con el fin de facilitar el intercambio internacional de bienes y servicios, logrando cooperación en las esferas intelectual, científica, tecnológica y económica.

Para el desarrollo de la normalización se cuenta con una estructura conformada por comités técnicos, los cuales a su vez conforman subcomités y grupos de trabajo en los que participan todos los países miembros. Las normas ISO son de aplicación voluntaria por parte de las empresas del mundo entero, se han vuelto obligatorias por costumbre y exigencia internacional. Hoy en día la empresa que no pueda demostrar

que posee un sistema de calidad basado en estándares internacionales se encuentra en desventaja para competir con éxito en el mercado

### **3.12.5 NORMAS ISO 9000**

La Serie ISO 9000 es un conjunto de normas que, a diferencia de otras, en lugar de referirse al producto (su especificación, método de ensayo, etc.) se refieren a la forma de llevar a cabo la Gestión de la Calidad y montar los correspondientes Sistemas de aseguramiento de la Calidad y Mejora Continua en una organización.

Hay que tener en cuenta que son normas internacionales, que no solamente han sido avaladas por los más de 130 países que integran la ISO, sino que también han sido adoptadas por ellos como propias por lo que representan el consenso universal de los especialistas del mundo entero sobre el tema. Actualmente existen más de cien mil empresas certificadas en el mundo y se encuentra en vigencia la versión ISO 9000:2000.

La familia ISO 9000 se debe considerar como un conjunto de normas para:

- ✓ Apoyar a las organizaciones en sus sistemas de gestión de la calidad, independiente de su forma y tamaño.
- ✓ Promover la comunicación entre las partes interesadas.
- ✓ Dirigir una organización con éxito en forma sistemática y transparente.
- ✓ Identificar las expectativas de los clientes internos y externos.
- ✓ Cuidar la mejora continua.

#### **3.12.5.1 ISO 9000:2000 FUNDAMENTOS SOBRE LOS SISTEMAS DE CALIDAD**

### **3.12.5.1.1 SISTEMA DE CALIDAD ISO 9000:2000**

Se define al Sistema de Calidad como “la estructura organizacional, los procedimientos, los procesos y los recursos necesarios para implementar la Gestión de la Calidad”. Se podría acotar, además, que el sistema de calidad es la forma inteligente, orgánica y sistemática para prevenir, detectar, corregir, mejorar y demostrar lo que se está haciendo en el tema de la calidad. Para ello, la empresa debe organizarse de forma que los factores que afecten a la calidad estén totalmente controlados.

### **3.12.5.1.2 ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD ISO 9000:2000**

El Aseguramiento de la Calidad consiste en tener y seguir un conjunto de acciones planificadas y sistemáticas, implantadas dentro del sistema de calidad de la empresa. Estas acciones deben ser demostrables para proporcionar la confianza adecuada, tanto dentro de la propia empresa como hacia los clientes, de que se cumplen los requisitos del sistema. Un modelo para un sistema de aseguramiento de la calidad no pone requisitos a los procesos y actividades que se realizan en la empresa, sino al propio sistema de calidad. Por el hecho de proporcionar confianza, el tratamiento de un cliente a sus proveedores puede ser distinto en función del sistema de la calidad del cliente. El cliente, cuyo proveedor utiliza un sistema de aseguramiento de la calidad, puede reducir fuertemente el nivel de inspección de los productos que este le suministra; incluso suprimir las auditorias debido a que el proveedor “da confianza”. Por tanto, los clientes también se benefician de tener proveedores que aseguren su Calidad.

### **3.12.5.2 ISO 9001:2000 REQUISITOS PARA LOS SISTEMAS DE CALIDAD**

#### **3.12.5.2.1 OBJETIVOS Y CAMPO DE APLICACIÓN**

Esta norma Internacional especifica los requisitos para un sistema de gestión de la calidad, cuando una organización:

- ✓ Necesita demostrar su capacidad para proporcionar de forma coherente productos que satisfagan los requisitos del cliente y los reglamentarios aplicables.
- ✓ Aspira a aumentar la satisfacción del cliente a través de la aplicación eficaz del sistema, incluidos los procesos para la mejora continua del sistema y el aseguramiento de la conformidad con los requisitos del cliente y los reglamentos aplicables.

Todos los requisitos de esta Norma Internacional son genéricos y se pretende que sean aplicables a todas las organizaciones sin importar su tipo, tamaño y producto suministrado.

Cuando uno o varios requisitos de esta Norma Internacional no se puedan aplicar debido a la naturaleza de la organización y de su producto, pueden considerarse para su exclusión.

#### **3.12.5.2.2 SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD**

#### **3.12.5.2.3 REQUISITOS GENERALES**

La organización debe:

- ✓ Identificar los procesos necesarios para el sistema de gestión de la calidad y su aplicación a través de la organización.

- ✓ Determinar la secuencia e interacción de estos procesos.
- ✓ Determinar los criterios y métodos necesarios para asegurarse de que tanto la operación como el control de estos procesos sean eficaces.
- ✓ Asegurarse de la disponibilidad de recursos e información necesarios para apoyar la operación y el seguimiento de este proceso.
- ✓ Realizar el seguimiento, la medición y el análisis de estos procesos.
- ✓ Implementar las acciones necesarias para alcanzar los resultados planificados y la mejora continua de estos procesos.

#### 3.12.5.2.4 REQUISITOS DE DOCUMENTACIÓN

La serie ISO 9000 se centra en las normas sobre documentación. Por lo que lo más importante es una correcta estructuración de sus documentos.

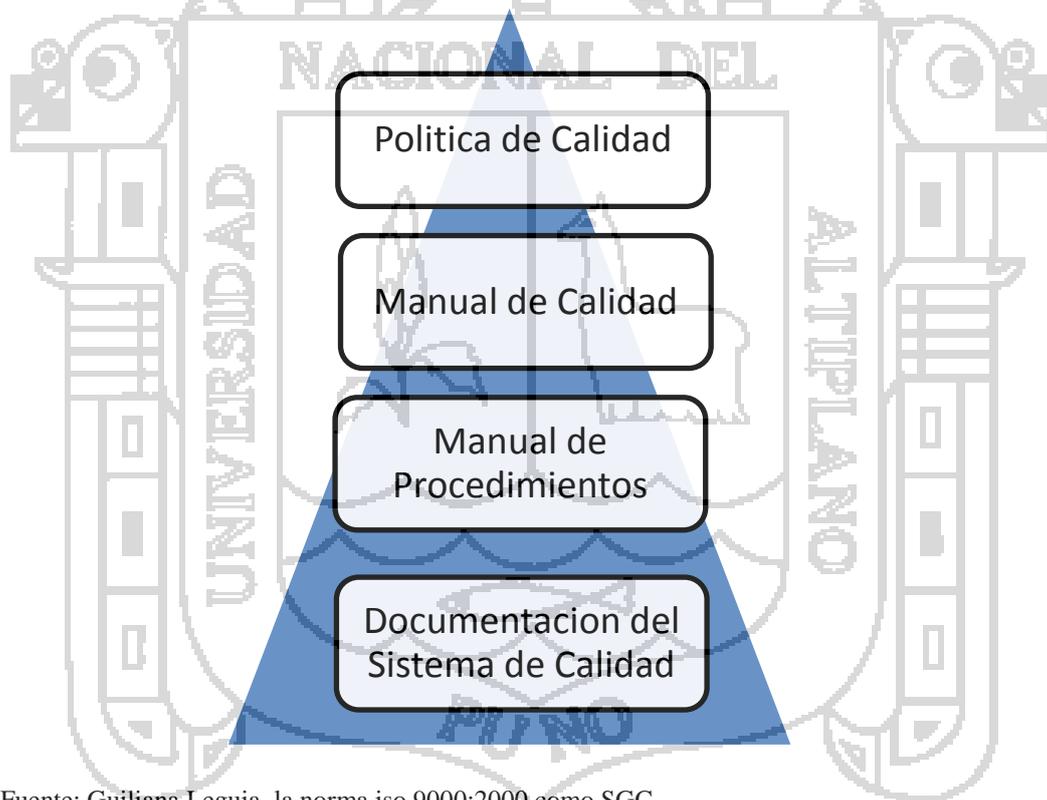
La documentación del sistema de gestión de la calidad debe incluir:

- ✓ Un manual de la calidad,
- ✓ Los procedimientos documentados requeridos en esta Norma Internacional o procedimientos de gestión
- ✓ Los documentos necesitados por la organización para asegurarse de la eficaz planificación, operación y control de sus procesos, o también llamados procedimientos operativos
- ✓ Los registros requeridos por esta Norma Internacional

La documentación debe estar interrelacionada y responder a un sistema general de control. Cada nivel de documentación debe estar aprobado por la autoridad correspondiente a la importancia del documento.

Se recomienda hacer participar, a través del trabajo en equipo, a todas las personas que tengan relación con los procesos que afectan a la calidad, de manera que la documentación responda al cómo se hacen las cosas al interior de la empresa e integre los elementos claves para asegurar la calidad de los procesos. Actualmente tiene bastante aceptación el Modelo Piramidal de Documentación, el se muestra en la siguiente figura:

**FIGURA 3.35. PIRÁMIDE DE LA DOCUMENTACIÓN DEL SISTEMA DE GESTIÓN DE CALIDAD**



Fuente: Guiliana Leguía, la norma iso 9000:2000 como SGC

A continuación desarrollaremos cada una de los documentos a ser utilizados en un sistema de calidad:

#### **3.12.5.2.4.1 MANUAL DE CALIDAD**

La organización debe establecer y mantener un manual de la calidad que incluya:

- ✓ Política y objetivos sobre la Calidad.
- ✓ El alcance del sistema de gestión de la calidad, incluyendo los detalles y la justificación de cualquier exclusión.
- ✓ Los procedimientos documentados establecidos para el sistema de gestión de la calidad, o referencia a los mismos.
- ✓ Una descripción de la interacción entre los procesos del sistema.
- ✓ Organigrama de la organización y funciones.

Es un documento general, de aplicación a todas las áreas de la empresa. Constituye un único documento, tanto interno como externo, que puede ser utilizado en labores comerciales y de marketing.

#### **3.12.5.2.4.2 PROCEDIMIENTOS DE CONTROL**

Son documentos que desarrollan las pautas fundamentales que se dan en el Manual de Calidad y Garantizan la correcta ejecución del Sistema de Calidad. Entre los principales procedimientos de gestión tenemos:

- ✓ Control de documentos
- ✓ Control de producto suministrado por el cliente.
- ✓ Control de procesos
- ✓ Estados de inspección y ensayo
- ✓ Control del equipo de Inspección, medición y ensayo
- ✓ Control de producto no conforme
- ✓ Acción correctiva y preventiva
- ✓ Manipulación, almacenamiento, preservación y entrega
- ✓ Control de registros de calidad
- ✓ Auditorías internas de calidad

A continuación daremos una breve explicación de los principales procedimientos de gestión utilizados normalmente.

### **NO CONFORMIDAD**

Es un documento que se genera al detectarse un no cumplimiento de un requisito de calidad, en el cual se describe los sucesos y las causas relacionadas a esta falla. Este requisito puede estar en planos, normas, especificaciones o procedimientos.

### **ACCION CORRECTIVA**

Es un documento en el cual se plasma las acciones tomadas para eliminar las causas de las no conformidades, con el objetivo de evitar que estas se repitan.

### **PLAN DE CALIDAD**

Es un documento que establece las prácticas de calidad, recursos, objetivos y métodos para conseguir la calidad de un proyecto o contrato particular, es único para cada proyecto. Este documento se elabora durante el proceso de licitación y es parte de la propuesta técnica, consta normalmente de los siguientes ítems:

- Objetivos de calidad.
- Política de calidad.
- Responsabilidades de calidad.
- Organización elementos del sistema de calidad.
- Procedimientos operativos.
- Instrucciones de trabajo.
- Registros del sistema de calidad.
- Aprobación y enmiendas de los documentos.

## **AUDITORIA DE CALIDAD**

Es un documento en el cual se analiza y evalúa las actividades relacionadas con el aseguramiento de la calidad y sus resultados, para determinar si éstas cumplen lo planificado.

### **PLAN DE INSPECCION Y RECEPCION**

Documento que establece la secuencia de inspecciones y la metodología para aceptar productos que tengan la conformidad del cliente, esto incluye características, responsabilidades, etc.

### **PLAN DE INSPECCION Y ENSAYO**

Es un documento que establece la secuencia de inspecciones para asegurar la calidad de los procesos de muestreo y ensayo, de la misma manera puede asegurar un correcto control del conjunto de resultados obtenidos, incluyendo responsables y registrando su cumplimiento.

#### **3.12.5.2.4.3 PROCEDIMIENTOS OPERATIVOS**

Estos procedimientos detallan la secuencia de actividades a realizar que tienen como objetivo el obtener un producto, se puede decir que desarrollan en forma concreta, las actividades realizadas cotidianamente en el área productiva de la empresa, indicando la sistemática a seguir en cada caso y los responsables de llevar a cabo las mismas. Estos son el punto de partida de los controles y mediciones a realizar en el área productiva de una industria.

## ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

Son los documentos que nos especifican los requerimientos técnicos de los diferentes materiales a utilizar así como también las características finales de los productos a producir.

## LOS REGISTROS DE CALIDAD

Son documentos que entregan evidencia objetiva de actividades efectuadas o resultados obtenidos.

## CONTROL DE DOCUMENTOS

Los documentos requeridos por el sistema de gestión de la calidad deben controlarse de la siguiente forma:

- Aprobar los documentos en cuanto a su adecuación antes de su emisión.
- Revisar y actualizar los documentos cuando sea necesario y aprobarlos nuevamente.
- Asegurar que las versiones pertinentes de los documentos aplicables se encuentran disponibles en los puntos de uso.
- Asegurar que los documentos permanezcan legibles y fácilmente identificables.
- Prevenir el uso no intencionado de documentos obsoletos, y aplicarles una identificación adecuada en el caso de que se mantengan por cualquier razón.

- Los registros deben establecerse y mantenerse para proporcionar evidencia de la conformidad con los requisitos así como de la operación eficaz del sistema de gestión de la calidad.

### 3.13 VENTAJAS DE LOS SISTEMAS DE CALIDAD

Las principales ventajas que ofrece el aplicar un sistema de calidad son:

- ✓ Mejora la imagen de la organización frente a sus clientes, la comunidad y a su propio personal.
- ✓ Con un sistema de calidad bien aplicado puedes desarrollar técnicas de producción de bajo costo, produciendo un liderazgo en costos respecto a los competidores
- ✓ Los trabajos asociados entre empresas certificadas con el ISO 9000, se hacen menos complicados, debido a que las dos empresas operan con el mismo lenguaje.
- ✓ El personal que trabaja con sistemas de calidad va creando una cadena de responsabilidades, que lleva a una especialización.
- ✓ Menor número de incompatibilidades encontradas en los proyectos durante su ejecución.
- ✓ Mejora la eficiencia interna de la empresa.
- ✓ Dinamizan su funcionamiento, aumentan la motivación y participación del personal y mejoran la gestión de los recursos.
- ✓ Incremento de la calidad en los servicios, plazos de entrega, garantía, etc.

### 3.14 NORMALIZACION EN EL PERU

Dentro del campo de la normalización nacional el Instituto Nacional de la Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual, INDECOPI, es la entidad encargada de desarrollar normas en todas las especialidades, contando actualmente con más de 7800 normas aprobadas y alrededor de 250 organismos de estudio de normas. Dichos organismos están constituidos por especialistas y representantes de todos los sectores interesados, y en ellos se procura que las normas aprobadas sean el fruto del consenso de todos estos sectores.

#### 3.14.1 PRIMERAS NORMAS DE CALIDAD DE INDECOPI

Las Normas Técnicas Peruanas referidas a los temas de calidad surgieron por la necesidad de las empresas nacionales de comenzar a competir a nivel internacional ya sea en el Perú o fuera de él, para lo cual nuestros estándares de producción, calidad y seguridad deberían ser similares a los usados comercialmente a nivel mundial.

Debido a la falta de normatividad de estos temas en nuestro país el estado se vio en la necesidad de la creación de normas nacionales compatibles o similares a las vigentes internacionalmente.

Para este propósito se comenzaron a formar comités técnicos conformados con los representantes de las principales instituciones y empresas relacionadas a la norma en creación para trabajar y llegar a un consenso en la nueva norma a crear. En temas como la producción, la calidad y la seguridad las normas internacionales estaban ya establecidas y respaldadas por organismos internacionales como la ISO. En estos casos INDECOPI absorbía o revisaba tales normas y se les hacía una guía de

interpretación o adaptación a nuestra realidad obteniendo así una norma nacional basada en normas internacionales vigentes y posesionadas en el mercado.

Es así como en el Perú tiene su origen las normas de calidad tales como la NTP-ISO 9000, NTP-ISO 9004, NTP-ISO 9001:2001 basadas en normas ISO 9000 equivalentes.

Actualmente se encuentra vigente la norma de calidad para el sector construcción NTP 833.930 que desarrolla una guía de interpretación para el sector construcción de la NTP-ISO 9001:2001.

#### **3.14.2 NORMA TÉCNICA PERUANA NTP 833.930**

En el Perú ya existe una norma sobre sistemas de calidad en la construcción, la norma NTP 833.930, la cual desarrolla una guía de interpretación de la NTP-ISO 9001:2001 para el sector construcción. El modelo bajo el cual se trabajó esta norma se sustenta en el planteamiento de la aplicación simultánea de la Gestión de Calidad y la Gerencia de Proyectos.

Esta norma fue elaborada por el Sub Comité Técnico de Normalización de Gestión y Aseguramiento de la Calidad en el Sector de la Construcción en el año 2003, y utilizó como antecedente la NTP-ISO 9001:2001 Sistemas de Gestión de la Calidad.

En esta norma se transcribe la norma NTP-ISO 9001:2001 adicionándole comentarios a cada título de la norma original, los cuales tienen como objetivo darnos una interpretación de la norma aplicada para el sector construcción acordada por consenso del comité.

## CAPITULO IV

### 4. MATERIAL Y METODOS

#### 4.1 DIAGNOSTICO

##### 4.1.1 HISTORIA

La planta de asfalto tiene hasta la fecha doce años de antigüedad habiendo adquirido la planta en el periodo del alcalde Prof. Ricardo Castillo Cáceres, la planta asfalto fue traído desde el país de Brasil en el 2002.

La planta de asfalto es de fabricación del 2001, color naranja, modelo UADM-14P, de marca CIBER, con capacidad de producción de 80 tn/h, se adquirió por un monto de: \$ 412,410.00 con t/c de S/. 3.03 que en soles costo S/. 1, 249,602.30.

La planta de asfalto se encuentra ubicada en la comunidad Esquen – Moccopata –ruta Juliaca Arequipa Km. 6 Juliaca.

La finalidad de esta planta es la proveer mezcla asfáltica en caliente para la ciudad de Juliaca, para las diferentes obras viales que ya en ese momento necesitaban colocar, y para las diferentes obras futuras que lo necesitarían.

Par su instalación llegó personal técnico brasileño de la misma empresa para su ensamblaje y puesta en funcionamiento.

Luego de terminar con la instalación de la planta el personal técnico de Brasil dio una capacitación al personal que estaría a cargo del funcionamiento de la planta, y así empezó a producir mezcla asfáltica en caliente para el pavimentado de las diferentes calles de la Ciudad de Juliaca.

La planta de asfalto de la Municipalidad provincial San Román Juliaca ha estado produciendo desde entonces, la producción y colocación de mezcla asfáltica en caliente para las diferentes calles, avenidas de la ciudad de Juliaca.

#### **4.1.2 PLAN ESTRATÉGICO INSTITUCIONAL**

Participar activamente en el desarrollo del crecimiento de la ciudad de Juliaca brindando el servicio de la dotación de mezcla asfáltica en caliente para asfaltado de las diferentes obras en Construcción de la Municipalidad Provincial San Román – Juliaca y para solicitantes externos.

#### **4.1.3 ORGANIZACIÓN**

La planta de asfalto de la Municipalidad Provincial San Román Juliaca tiene una estructura organizacional interna dentro de la planta de asfalto. La estructura organizacional actual es de orden jerárquico está establecido de la siguiente manera:

**GRÁFICO N° 4.1: ORGANIGRAMA DE LA PLANTA DE ASFALTO DE PRODUCCIÓN DE MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE**



FUENTE: Planta de asfalto de la MPSRJ

#### 4.2 DESCRIPCIÓN DE LA PLANTA ASFÁLTICA

La planta de asfalto de la Municipalidad Provincial de San Román Juliaca tiene instalada una planta asfáltica modelo UADM-14P, de marca CIBER, de tambor a contra flujo y de proceso continuo, la misma se encuentra constituida por los siguientes componentes:

**FIGURA N° 4.1: VISTA PANORÁMICA PLANTA CIBER.**

Fuente: Planta de asfalto de la MPSRJ.

#### **4.2.1 SILOS DOSIFICADORES**

Son los componentes responsables por el almacenamiento temporal y dosificación de los áridos. Tienen abertura superior y suficientemente grande para recibir alimentación a través de palas cargadoras sin que un tipo de árido contamine al otro, facilitando la operación y garantizando la calidad.

La dosificación de áridos es individual a través del pesaje dinámico con celdas de carga, sensores de rotación y moto-reductores de velocidad variable. El sistema de pesaje es totalmente automatizado, opera con lógica de auto monitoreo, garantizando el perfecto control de dosificación de cada uno de los componentes.

**FIGURA N° 4.2: SILOS DOSIFICADORES PLANTA CIBER.**

Fuente: Planta de asfalto de la MPSRJ.

**FIGURA 4.3: PERFECTO CONTROL DE LA DOSIFICACIÓN DE ÁRIDOS**

Fuente: Planta de asfalto MPSRJ.

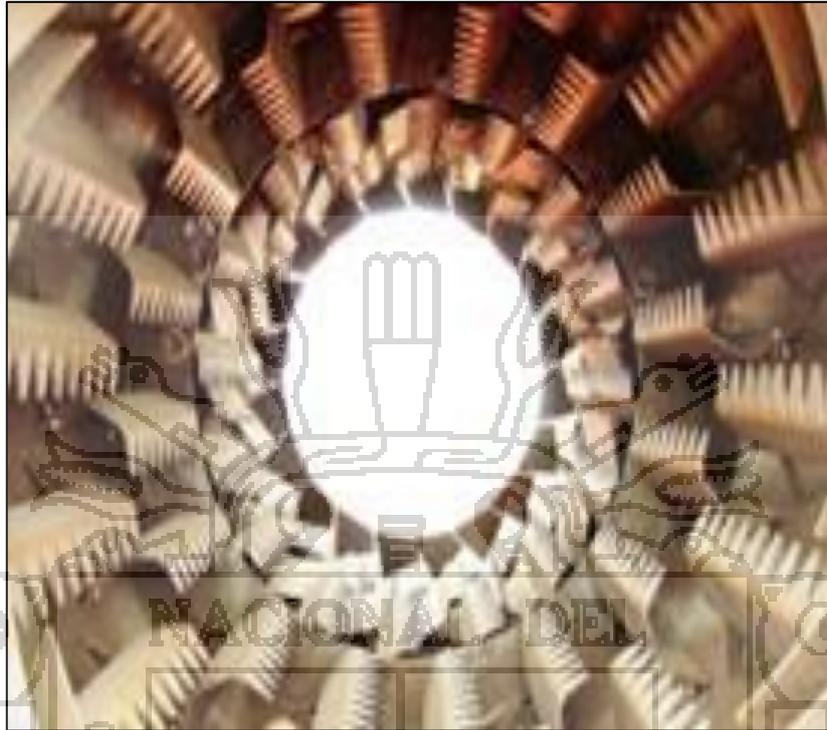
#### 4.2.2 SECADOR

El secador, o drum-mixer del tipo cilíndrico con aletas internas atornilladas, opera con proceso contraflujo, que trae comprobadas ventajas en calidad y capacidad de producción. Es el proceso de secado más eficiente para calentamiento y secado de áridos, con el mejor aprovechamiento de energía, productividad y economía de combustible. El calor se aplica gradualmente a los áridos, resultando en alta eficiencia de cambio térmico. El tambor tiene función exclusiva de secar y calentar los áridos, quitando la humedad de los agregados y hacer la mezcla seca y con asfalto. Su desempeño es muy importante en la planta, ya que de él depende en gran parte la producción de la mezcla asfáltica en caliente.

**FIGURA 4.4: SECADOR DRUM-MIXER CIBER.**



Fuente: Planta de asfalto de la MPSRJ.

**FIGURA N° 4.5: VISTA LATERAL E INTERIOR DE SECADOR.**

Fuente: Planta asfalto MPSRJ

#### **4.2.3 QUEMADOR**

Es el componente responsable por la generación de energía para secado y calentamiento de los áridos a través de la combustión de combustible.

Tiene sistema de ignición controlado por el operador desde el panel de mando, una llama piloto se acciona para iniciar la combustión, que se estabiliza automáticamente.

Las dosificaciones de aire y combustible son precisas, garantizando total aprovechamiento y máxima economía de combustible.

Debido a su moderna concepción, se puede acceder al quemador fácilmente para la limpieza, mantenimiento y regulado.

**FIGURA N° 4.6: VISTA POSTERIOR Y PANORÁMICA DEL QUEMADOR.**

Fuente: Planta asfalto MPSRJ.

#### **4.2.4 ELEVADOR DE MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE**

La función del elevador es recibir la mezcla asfáltica en caliente proveniente del mezclador drummixer y transportar hasta el silo de almacenamiento, de tipo transportador de arrastre tipo redler, totalmente cerrado con cadenas y aletas accionado por un motor eléctrico de 15 hp, con reductor de velocidad.

Acopia el silo de almacenamiento, con compuerta de descarga accionado por cilindro neumático.

**FIGURA N° 4.7: VISTA PANORÁMICA DEL ELEVADOR DE LA MEZCLA.**



Fuente: Planta asfalto MPSRJ.

**FIGURA 4.8: TRANSPORTADOR DE ARRASTRE TIPO REDLER: CADENA Y PALETAS.**



Fuente: Planta asfalto MPSRJ.

#### 4.2.5 SILO DE ALMACENAMIENTO Y DE DESCARGA

Son silos externos utilizados para almacenamiento temporal de la mezcla bituminosa, y posterior descarga hacia las volquetas, maximizando la capacidad logística de la obra.

Su función es almacenar la mezcla asfáltica producida por el drummixer. Está básicamente compuesto por un silo de compuertas accionadas por cilindros neumáticos y estructura con espacio libre suficientemente para el tránsito de camiones.

**FIGURA 4.9: SILO DE ALMACENAMIENTO Y DE DESCARGA.**



Fuente: Planta asfalto MPSRJ.

**FIGURA 4.10: CILINDROS NEUMÁTICOS SILO DE ALMACENAMIENTO Y DE DESCARGA.**

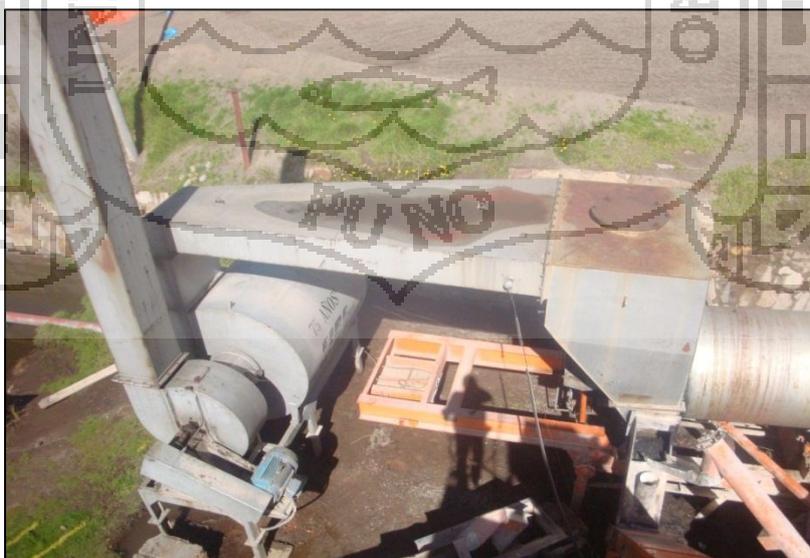


Fuente: Planta asfalto MPSRJ.

#### 4.2.6 EXTRACTOR

Su función en el proceso de producción de la mezcla asfáltica en caliente, es la de retirar los gases liberados en la etapa de secado, llevándolos hacia fuera del Drum-mixer.

**FIGURA N° 4.11: EXTRACTOR.**

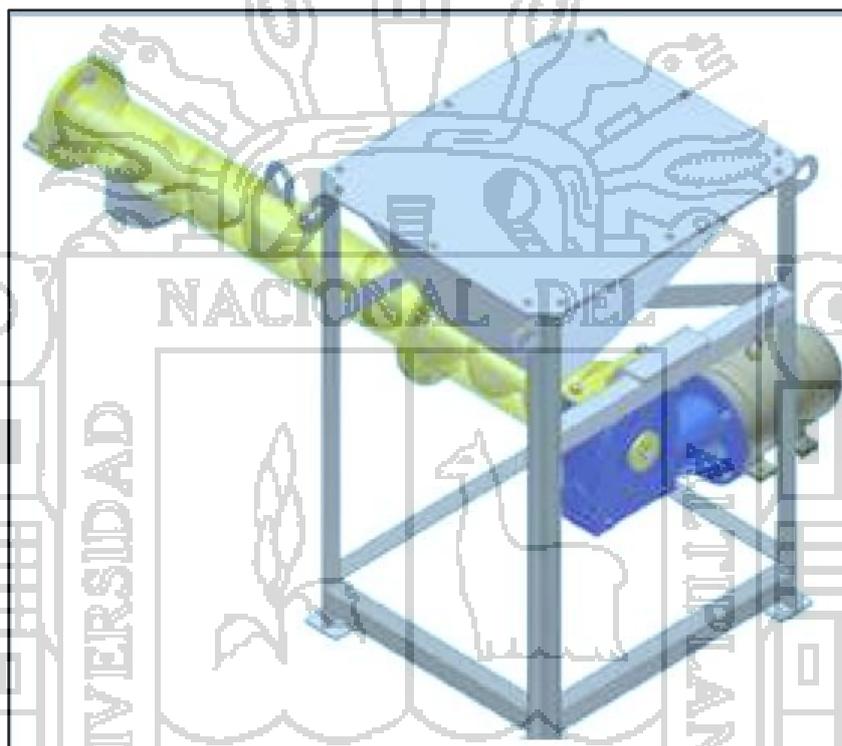


Fuente: Planta asfalto de MPSRJ.

#### 4.2.7 DOSIFICADOR DE FILLER O CAL HIDRATADA

Su función es el llenado de vacíos de la mezcla o adhesividad en la producción de mezcla asfáltica en caliente. Su capacidad es de 1 m<sup>3</sup> de capacidad se puede poner cal hidratada o filler, de acuerdo al diseño.

**FIGURA N° 4.11: DOSIFICADOR DE FILLER.**

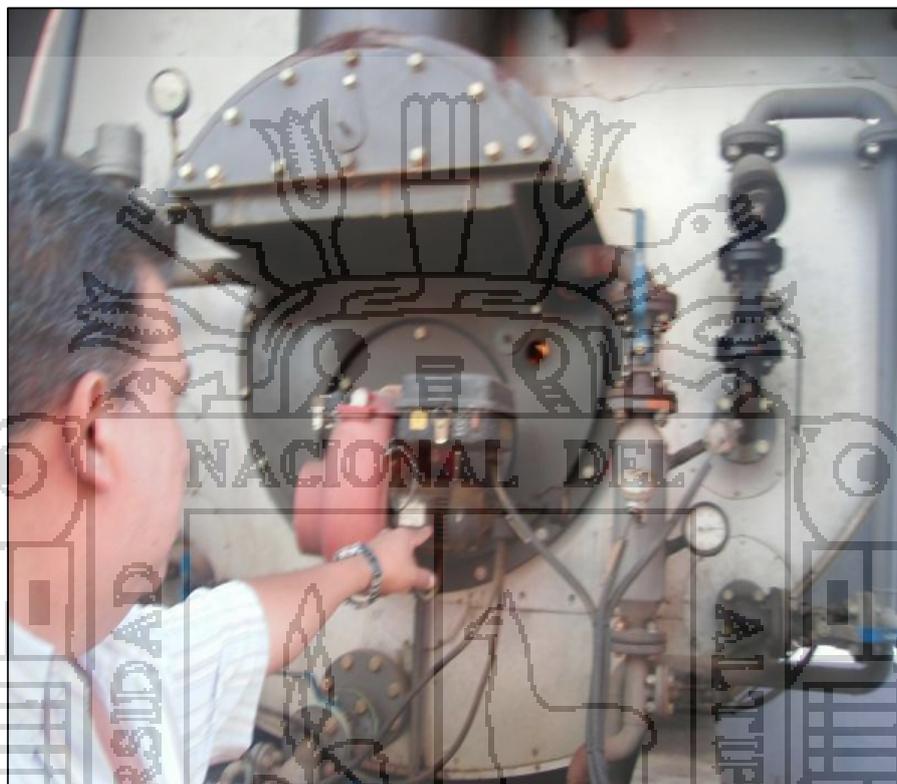


Fuente: Planta de asfalto Terex

#### 4.2.8 CALDERA (CALENTADOR DE ACEITE TÉRMICO)

Su función es calentar el fluido térmico que circula en la serpentina para que se mantenga caliente todo el sistema. Para transferencia de calor al cemento asfáltico almacenado en tanques, y a la mezcla en el mezclador externo

**FIGURA 4.12: CALDERA, CALENTADOR DE ACEITE TÉRMICO PARA TRANSFERENCIA DE CALOR AL CEMENTO ASFÁLTICO ALMACENADO EN TANQUES, Y A LA MEZCLA EN EL MEZCLADOR EXTERNO.**



Fuente: Planta de asfalto de la MPSRJ.

#### **4.2.9 TANQUES DE ALMACENAMIENTO DE ASFALTO**

Los componentes ofrecen sistema de calentamiento indirecto para preservar las propiedades químicas del CAP (Cemento asfáltico de petróleo), lectura de temperatura directa, sistemas de auto monitoreo y seguridad activa, además de configuraciones diferentes para utilización con asfaltos especiales.

**FIGURA N° 4.13: TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE PEN**

Fuente: Planta de asfalto de la MPSRJ

#### 4.2.10 LA CABINA DE MANDO

La cabina de mando ofrece espacio y comodidad al operador, cuenta con avanzado software de procesamiento, que calcula el caudal necesario en cada silo individualmente y ejecuta autocorrección en tiempo real, obteniendo perfecta dosificación, además un panel de control en pantalla interactiva sensible al toque observándose visión general para operación y visualización de todos los parámetros del equipo.

**FIGURA 4.14: CABINA DE MANDO**

Fuente: Planta de asfalto de la MPSRJ.

#### 4.2.11 PLANTA CHANCADORA

Los materiales pétreos para la elaboración de la mezcla asfáltica procedentes del área de explotación o canteras, son transportados hasta el complejo de trituración compuesto de una planta chancadora que consta de una trituradora de cono y una trituradora de mandíbulas, el material a chancar tiene que ser mayor a 3" me es sometido a trituración donde se obtiene arrocillo (arena chancada) y piedra chancada de tamaño (3/4, 3/8, 1/2, pulgadas), dependiendo de la configuración del equipo. Material que será acopiado en los patios de stock de la planta de asfalto.

**FIGURA N° 4.15: PLANTA CHANCADORA**



Fuente: Planta de asfalto de la MPSRJ

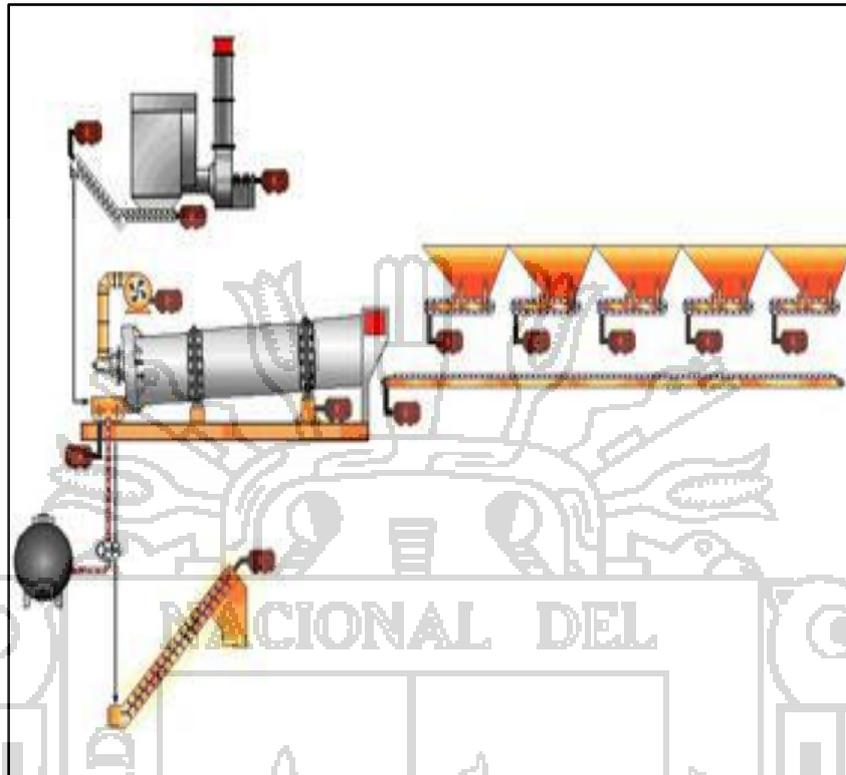
**FIG. N° 4.16: TRITURADORA DE CONO Y MANDÍBULA**

Fuente: Planta de asfalto de la MPSRJ

#### **4.2.12 PROCEDIMIENTO DE LA ELABORACIÓN DE LA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE**

Los silos almacenan y dosifican los áridos (mineral en bruto) de forma individual a través de cintas de velocidad variable, continua y automáticamente en la proporción indicada en el sistema de control, esto es: Tolva N°1 arena chancada (arrocillo), Tolva N° 2 arena zarandeada de 1/4, tolva N°3 piedra chancada del tipo canto rodado, cemento asfáltico 7%, y cal hidratada sin aplicar la estructura granulométrica de la combinación de diseño para definir el tipo de mezcla, para la planta se requiere seleccionar piedras fracturadas mayor a 3" por tener mayor superficie de caras fracturadas y de rugosidad apropiada para mezclarse y adherirse al cemento asfáltico.

Los áridos dosificados entran al secador, del tipo cilindro rotativo dotado de un quemador en una de sus extremidades, donde pasan por un proceso de secado para eliminación de agua naturalmente contenida y calentamiento para alcanzar la correcta temperatura de mezcla con el ligante (de 150°C a 190°C, variable a controlar de acuerdo con algún tipo de mezcla definido y adherente).

**FIG. N° 4.17: VISTA GENERAL EN PANEL DE CONTROL DE LA PLANTA.**

Fuente: CIBER

El material agregado se inserta en el secador en la extremidad opuesta al quemador. El flujo de áridos se desplaza en sentido contrario al flujo de gases calientes que vienen de la llama del quemador, Una vez secos y calentados, los áridos alcanzan el mezclador con el cemento asfáltico.

Al mismo tiempo, el sistema de dosificación del CAP inyecta este ligante siguiendo mandos del sistema de control directamente en el mezclador sobre los áridos secos y calientes.

Revueltos con gran energía por los brazos del mezclador, al material resultante se lo conoce como mezcla asfáltica en caliente.

A través de un elevador, esta mezcla se dirige a un silo de almacenamiento, de donde se descarga un camión que la transportará al lugar de pavimentación.

### 4.3 EQUIPOS Y MATERIALES

Los equipos y materiales que se utilizaron para la elaboración del plan de calidad en la producción de asfalto.

#### EQUIPOS:

- Laptop
- Cámara digital
- Calculadora

#### MATERIALES:

- Material bibliográfico
- Manual de operación de la planta de asfalto
- Normas iso 9000-2000
- Normas iso 9001-2000
- Tesis relacionadas al tema
- Documentos proporcionados por la planta.
- Internet.

### 4.4 DIAGNOSTICO DE LA PLANTA DE ASFALTO DE LA MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE SAN ROMAN- JULIACA

COMPONENTE	DEFICIENCIA
Silos dosificadores	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Las bandas transportadoras de los agregados se encuentran desgastadas.</li> </ul>
Secador - drummixer	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El eje de uno de los motores presenta una rajadura que perjudica el funcionamiento en el proceso de secado de los agregados.</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• En la parte interna las aletas atornilladas están gastadas, a la fecha no se hizo cambio, porque no existe ningún registro de cambio de aletas.</li> </ul>
Quemador	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La llama piloto esta averiado, no prende automáticamente, en la actualidad se hace manualmente el encendido de la llama.</li> </ul>
Elevador de mezcla asfáltica en caliente	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El transportador de arrastre tipo redler, las cadenas y paletas están gastadas.</li> </ul>
Silo de almacenamiento y de descarga	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Uno de los cilindros neumáticos (para abrir la compuerta de descarga), no está en funcionamiento.</li> </ul>
Extractor	<ul style="list-style-type: none"> <li>• No presenta ningún desperfecto.</li> </ul>
Dosificador De Filler o Cal hidratada	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El motor que hace girar al caracol helicoidal del filler, hay momentos que el motor se apaga, interrumpiendo la dotación de cal para la mezcla.</li> </ul>
Caldera (calentador de aceite térmico)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El sistema de prendido automático esta malogrado, en la actualidad lo prenden manualmente</li> </ul>
Tanques de almacenamiento de asfalto	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Uno de los accesorios que viene a ser la regla de medición del pen esta extraviado, esto sirve para medir la cantidad de ingreso de pen.</li> </ul>
Tanques de almacenamiento de combustible	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Uno de los accesorios que viene a ser la regla de medición el combustible (petroleo) esta extraviado, esto sirve para medir la cantidad de ingreso de petróleo.</li> </ul>
La cabina de mando	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se encuentra operativa, gracias a esta se controla la producción de MAC</li> </ul>

Fuente: Elaboración propia

**4.5 DIAGNOSTICO DE LA PLANTA CHANCADORA DE LA MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE SAN ROMAN - JULIACA**

COMPONENTE	DEFICIENCIA
Triturador de mandíbulas	<ul style="list-style-type: none"> <li>Las cuatro componentes de planta chancadora necesitan un cambio de piezas a todas, porque se encuentran desgastadas y perjudican en la producción</li> </ul>
Triturador de mandíbulas	
Zarandas vibratorias	
Bandas transportadoras	

Fuente: Elaboración propia

**4.6 DIAGNOSTICO DE MATERIALES E INSUMOS PARA EL USO EN LA PREPARACION DE LA MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE DE LA MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE SAN ROMAN - JULIACA**

COMPONENTE	DEFICIENCIA
Materia prima (over mayor a 3")	<ul style="list-style-type: none"> <li>el ingreso de over por parte de algunos proveedores no cumplen según las especificaciones técnicas, llegando a ingresar menores 3"</li> </ul>
Arena zarandeada de 1/4"	<ul style="list-style-type: none"> <li>la arena zarandeada ingresada por algunos proveedores contienen partículas de 3/8", con presencia de grumos arcilla y con humedad mayores a 5%.</li> </ul>
Cal hidratada	<ul style="list-style-type: none"> <li>la cal hidratada ingresada por algunos proveedores abastecen cal húmeda, que fluctúan entre 4 – 6%.</li> </ul>
Cemento asfáltico	<ul style="list-style-type: none"> <li>El ingreso de pen de algunos proveedores llega a bajas temperaturas de 50 – 60 °C, esto por traer en camiones cisternas antiguas.</li> </ul>
Aditivo mejorador de adherencia	<ul style="list-style-type: none"> <li>Algunos proveedores hacían el ingreso de aditivos de marcas desconocidas.</li> </ul>

Fuente: Elaboración propia

**4.7 DIAGNOSTICO DE EQUIPOS E INSUMOS DE LABORATORIO DE LA MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE SAN ROMAN- JULIACA**

COMPONENTE	DEFICIENCIA
Ambiente	<ul style="list-style-type: none"> <li>No se cuenta con un ambiente adecuado para hacer los ensayos de toma de muestra de la mezcla asfáltica en caliente.</li> </ul>
Equipos	<ul style="list-style-type: none"> <li>No cuenta con los equipos necesarios que se requieren para hacer correspondientes antes y después de la producción de mezcla asfáltica.</li> </ul>
Tricloroetileno	<ul style="list-style-type: none"> <li>En algunos casos se utilizaba gasolina, reemplazando al tricloroetileno.</li> </ul>

Fuente: Elaboración propia

**4.8 DIAGNOSTICO DEL PERSONAL INVOLUCRADO EN LA PRODUCCION DE MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE DE LA MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE SAN ROMAN- JULIACA**

Este diagnóstico se hizo con una encuesta conformada por preguntas tipo cerradas.

PERSONAL	DEFICIENCIA
Operador de planta de asfalto y chancadora	<ul style="list-style-type: none"> <li>No conocen normas de calidad con respecto a la producción de mezcla asfáltica.</li> <li>No trabajan bajo indicaciones técnicas de un plan de calidad</li> <li>No tienen curso de capacitación técnicas con respecto a un plan de calidad</li> <li>No tienen curso de capacitación sobre producción de mezcla asfáltica en caliente.</li> <li>No tienen conocimientos de sobre los ensayos realizados al producto y las materias primas.</li> <li>No trabajan bajo una supervisión y control constante.</li> <li>No trabajan bajo ningún sistema o política de calidad.</li> <li>Que todo el personal que trabaja en la planta son tareados (puestos en planilla) en las diferentes obras de la Municipalidad provincial de san Román - Juliaca, llegando algunas veces que se olvidan de poner en las planillas de pagos.</li> </ul>

Fuente: Elaboración propia

#### 4.9 DIAGNOSTICO EN LA PRODUCCION DE MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE DE LA MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE SAN ROMAN- JULIACA

COMPONENTE	DEFICIENCIA
Planta de Asfalto	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Todas las deficiencias que tiene la planta de asfalto influye en la producción de mezcla asfáltica en caliente, debido a que cada componente de la planta se encuentran desgastadas, originando que la producción de la mezcla no cumple con la entrega según diseño de mezcla que se tiene que cumplir en la entrega de la mezcla asfáltica en caliente.</li> </ul>
Planta chancadora	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Las deficiencias en la planta chancadora influye en el rendimiento en la obtención de piedra chancada.</li> <li>• En la uniformidad del tamaño de los agregados triturados, variando en el diseño de mezcla que se debe cumplir en la producción de mezcla asfáltica.</li> </ul>
Materiales e insumos que ingresan a la planta	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El ingreso de materiales que no cumplen con las especificaciones técnicas de cada material e insumo influyen negativamente en la producción de mezcla asfáltica, tal es el caso del ingreso de arena zarandeada de ¼” en estado contaminado y húmedo ocasionando la demora del mezclado, de la mezcla asfáltica.</li> <li>• La cal hidratada que ingresan en estado húmedo, ocasiona el atasco en el dosador de la cal y no llegando a ingresar en la mezcla.</li> <li>• El pen al llegar con temperaturas bajas ocasiona demora en el calentado, esto para poder vaciar a los tanques de almacenamiento.</li> </ul>

Equipos e insumos para el laboratorio	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La falta del insumo de tricloroetileno es esencial para poder realizar el lavado asfáltico, usando como reemplazo gasolina, el cual perjudica en la obtención de los resultados del contenido de asfalto que tiene que ir en la mezcla asfáltica que se está produciendo.</li> <li>• No se cuenta con un ambiente propio para el laboratorio, esto influye en la realización adecuada de los ensayos que se realizan al momento de la producción de mezcla asfáltica.</li> </ul>
Personal que está involucrado en la producción	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Personal no está capacitado adecuadamente sobre producción de calidad, no realizando un buen trabajo en el manejo del control de cada equipo, esto en la planta de asfalto y chancadora, ocasionando deficiencias en la producción.</li> </ul>

Fuente: Elaboración propia

Según el diagnóstico realizado presenta 6 puntos importantes que se deben mejorar:

**Primero: Con respecto al diagnóstico de la planta de asfalto**

- Se debe mejorar con el cambio de algunas piezas que se ya han cumplido su ciclo de funcionamiento en la planta de asfalto
- Realizar el mantenimiento continuo de los equipos que componen la planta de asfalto.

**Segundo: Con respecto al diagnóstico de la planta Chancadora**

- Se debe mejorar con el cambio de las piezas que ya han cumplido su ciclo de funcionamiento en la planta chancadora.

- Realizar el mantenimiento continuo de los equipos que componen la planta de chancadora.
- Que la planta tenga su propio presupuesto para mejorar en la compra de piezas que faltan cambiar por estar desgastadas.

**Tercero: Con respecto al diagnóstico de materiales**

- Mejorar el cumplimiento de ingreso de materiales respetando las especificaciones técnicas de cada material e insumo.

**Cuarto: Con respecto al diagnóstico de equipos e insumos de laboratorio**

- Solicitar un ambiente adecuado para realizar los ensayos que sean necesarios.
- Que se utilice tricloroetileno en todo los lavados asfálticos que se realicen para obtener resultados fehacientes.

**Quinto: Con respecto al diagnóstico de personal que labora en la planta.**

Realizar capacitaciones con respecto a:

- Elaboración de mezcla asfáltica
- Mantenimiento de los equipos de la planta de asfalto y chancadora.
- Normas de calidad con respecto a la producción de mezcla asfáltica.

**Sexto: Con respecto al diagnóstico en la producción de mezcla en la planta.**

Finalmente podemos indicar que, los cinco diagnósticos realizados en la planta de asfalto van a influir en la producción de mezcla asfáltica en caliente. Luego de haber realizado los diagnósticos se nota deficiencias de la planta de asfalto,

plantachancadora, materiales e insumos, laboratorio y el personal, que estos son los factores que influyen negativamente en la producción de mezcla asfáltica en caliente puesto que:

Si el personal estaría capacitado adecuadamente realizarían mejor su trabajo con respecto a la producción de mezcla.

Si se hace los cambios, reparaciones de las piezas desgastadas, mejoraría el rendimiento, calidad en la producción de mezcla asfáltica en caliente.



## CAPITULO V

### 5. RESULTADOS Y ANALISIS DE LOS RESULTADOS

#### 5.1 RESULTADOS Y ANALISIS DE LOS RESULTADOS DE LA ENCUESTA REALIZADA

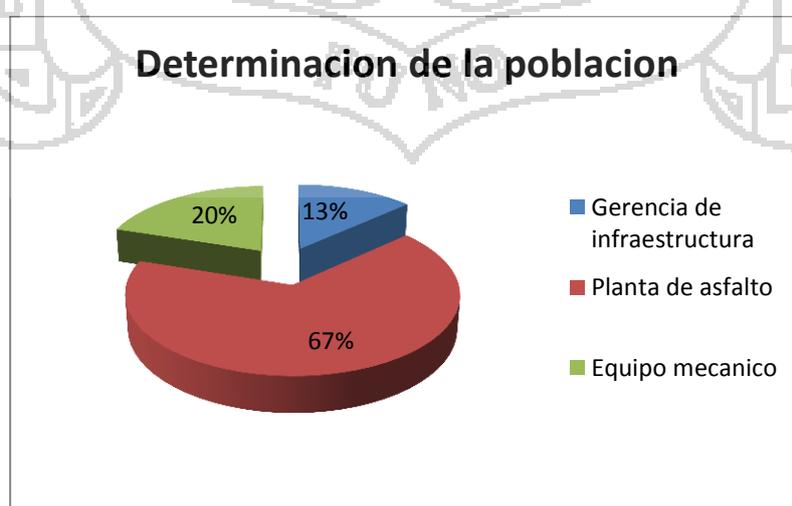
##### 5.1.1 DETERMINACIÓN DE LA POBLACIÓN

**CUADRO N° 5.1: DETERMINACIÓN DE LA POBLACIÓN**

AREA O DEPARTAMENTO	CANTIDAD DE SUJETOS	%
Gerencia de infraestructura	4	13
Planta de asfalto	20	67
Equipo mecánico	6	20
<b>TOTAL</b>	<b>30</b>	<b>100</b>

Fuente: Elaboración Propia

**GRÁFICO N° 5.1: DETERMINACIÓN DE LA POBLACIÓN**



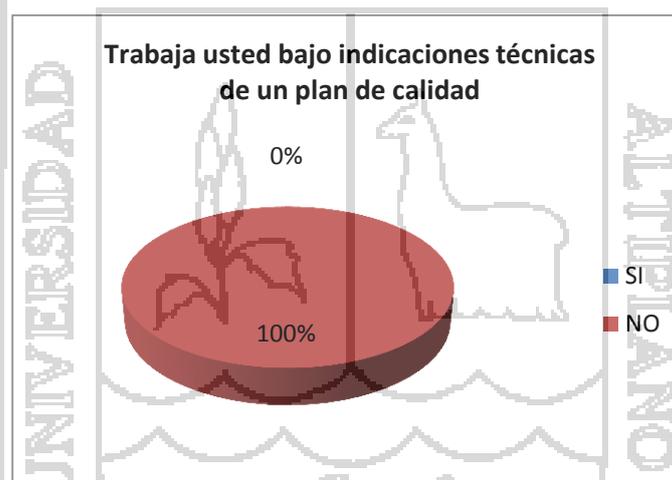
Fuente: Elaboración Propia

**CUADRO N° 5.2: DISTRIBUCIÓN PORCENTUAL RELATIVA A LAS INDICACIONES TRABAJA USTED BAJO INDICACIONES TÉCNICAS DE UN PLAN DE CALIDAD**

FRECUENCIAS DE RESPUESTAS		
Ítem	SI	NO
1. ¿Trabaja usted bajo indicaciones técnicas de un plan de calidad?	0	30

Fuente: Elaboración Propia.

**GRÁFICO N° 5.2: INDICACIONES TÉCNICAS DE UN PLAN DE CALIDAD**



Fuente: Elaboración Propia

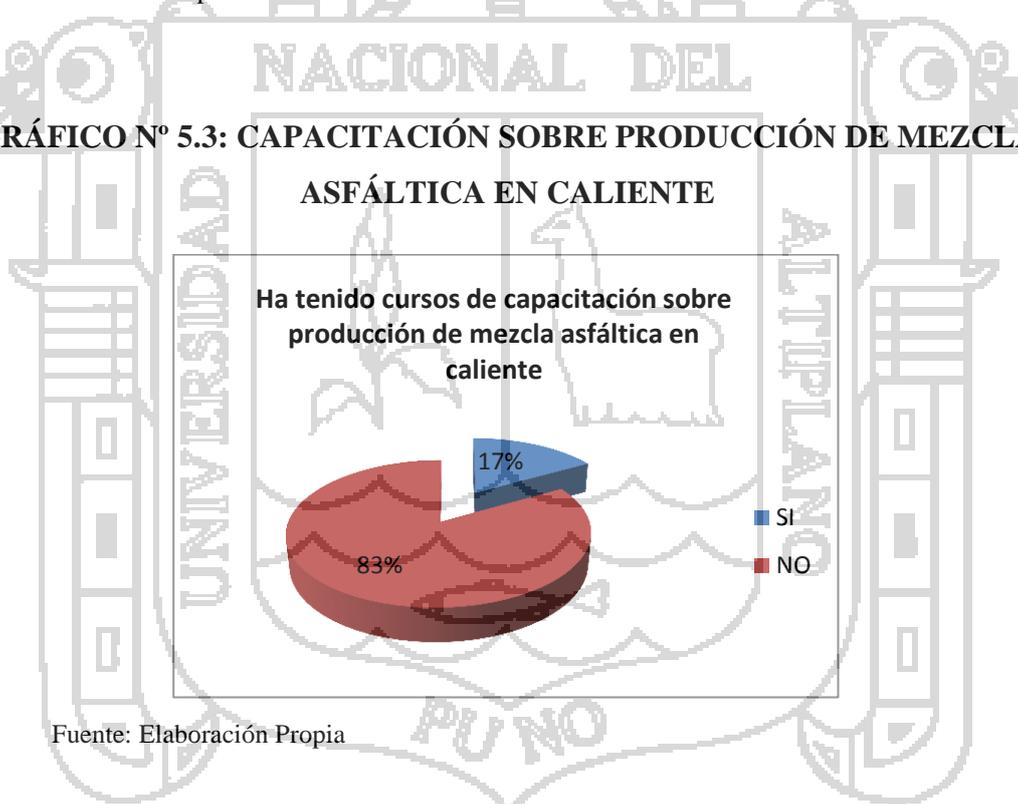
El 100% de los encuestados manifiestan que no trabajan bajo indicaciones técnicas de un plan de calidad. La planta de asfalto de la Municipalidad Provincial de San Román Juliaca, no tiene definido y establecido un sistema de gestión de calidad.

**CUADRO N° 5.3: DISTRIBUCIÓN PORCENTUAL RELATIVA: HA TENIDO CURSOS DE CAPACITACIÓN SOBRE PRODUCCIÓN DE MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE**

FRECUENCIAS DE RESPUESTAS		
Ítem	SI	NO
2. ¿Ha tenido cursos de capacitación sobre producción de mezcla asfáltica en caliente?	5	25

Fuente: Elaboración Propia

**GRÁFICO N° 5.3: CAPACITACIÓN SOBRE PRODUCCIÓN DE MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE**



Fuente: Elaboración Propia

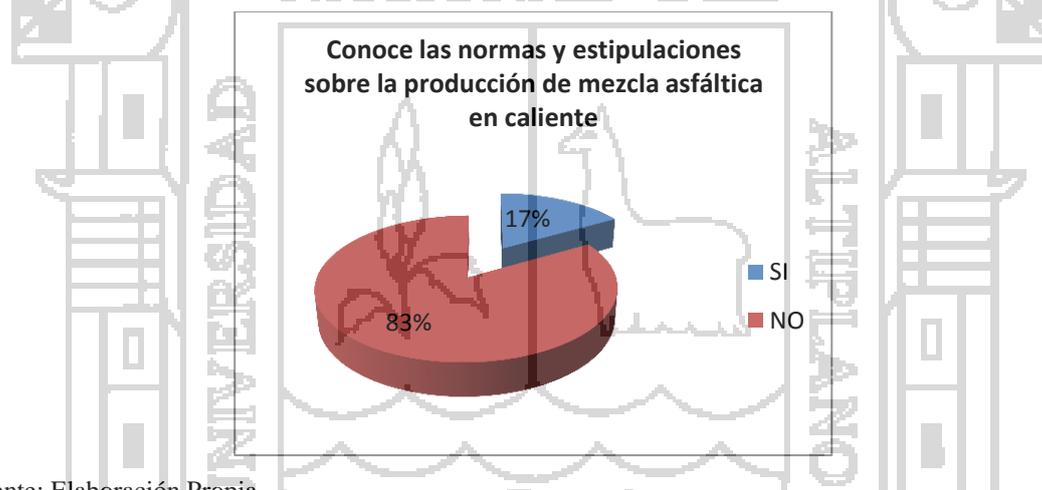
El 17% de los encuestados manifiestan haber tenido cursos de capacitación sobre producción de mezcla asfáltica en caliente, mientras que el 83% indicó que no lo ha tenido.

**CUADRO N° 5.4: DISTRIBUCIÓN PORCENTUAL RELATIVA DE CONOCER LAS NORMAS Y ESTIPULACIONES SOBRE LA PRODUCCIÓN DE MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE**

FRECUENCIAS DE RESPUESTAS		
Ítem	SI	NO
3. ¿Conoce las normas y estipulaciones sobre la producción de mezcla asfáltica en caliente?	5	25

Fuente: Elaboración Propia

**GRÁFICO N° 5.4: CONOCER LAS NORMAS Y ESTIPULACIONES SOBRE LA PRODUCCIÓN DE MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE**



Fuente: Elaboración Propia

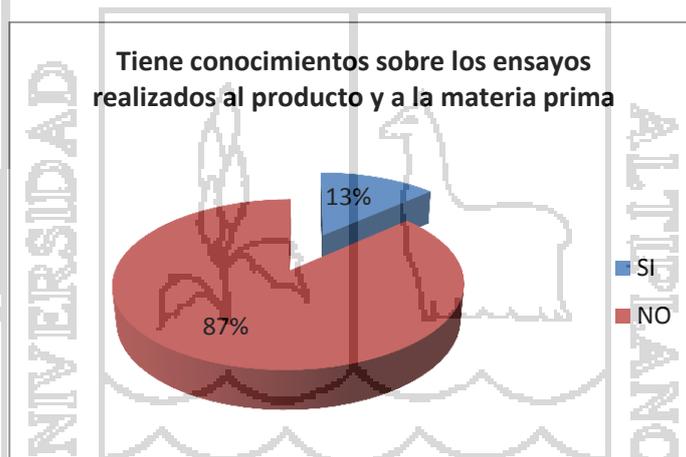
El 17 % de los encuestados afirman conocer las normas y estipulaciones sobre la producción de mezcla asfáltica en caliente, mientras que el 83 % de ellos consideran no conocerlas.

**CUADRO N° 5.5: DISTRIBUCIÓN PORCENTUAL RELATIVA DE TENER CONOCIMIENTOS SOBRE LOS ENSAYOS REALIZADOS AL PRODUCTO Y A LA MATERIA PRIMA**

FRECUENCIAS DE RESPUESTAS		
Ítem	SI	NO
4. ¿Tiene conocimientos sobre los ensayos realizados al producto y a la materia prima?	4	26

Fuente: Elaboración Propia

**GRÁFICO N° 5.6: CONOCIMIENTOS SOBRE LOS ENSAYOS REALIZADOS AL PRODUCTO Y A LA MATERIA PRIMA**



Fuente: Elaboración Propia

El 13 % de los encuestados indicaron tener conocimiento sobre los ensayos realizados al producto y a la materia prima, mientras que el 87 % manifiestan que no.

**CUADRO N° 5.6: DISTRIBUCIÓN PORCENTUAL RELATIVA: ESTARÍA DISPUESTO A LABORAR BAJO SUPERVISIÓN Y CONTROL CONSTANTE**

FRECUENCIAS DE RESPUESTAS		
Ítem	SI	NO
5. ¿Estaría dispuesto a laborar bajo supervisión y control constante?	30	0

Fuente: Elaboración Propia

**GRÁFICO N° 5.6: ESTARÍA DISPUESTO A LABORAR BAJO SUPERVISIÓN Y CONTROL CONSTANTE**



Fuente: Elaboración Propia

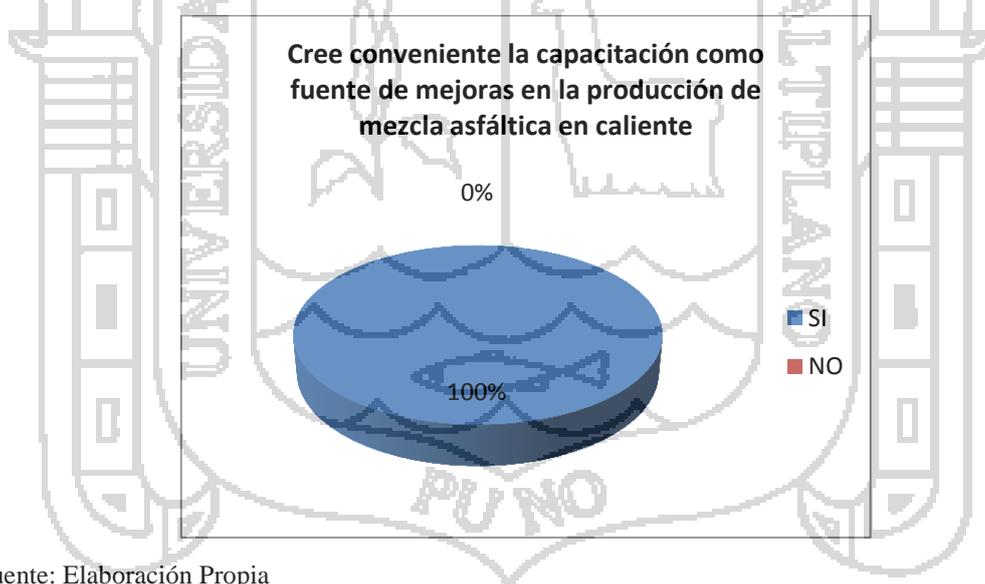
El 100 % de los encuestados coinciden en estar dispuesto a laborar bajo supervisión y control constante.

**CUADRO N° 5.7: DISTRIBUCIÓN PORCENTUAL RELATIVA: CREE CONVENIENTE LA CAPACITACIÓN COMO FUENTE DE MEJORAS EN LA PRODUCCIÓN DE MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE**

<b>FRECUENCIAS DE RESPUESTAS</b>		
<b>Ítem</b>	<b>SI</b>	<b>NO</b>
6. ¿Cree conveniente la capacitación como fuente de mejoras en la producción de mezcla asfáltica en caliente?	30	0

Fuente: Elaboración Propia

**GRÁFICO N° 5.7: CREE CONVENIENTE LA CAPACITACIÓN COMO FUENTE DE MEJORAS EN LA PRODUCCIÓN DE MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE**



Fuente: Elaboración Propia

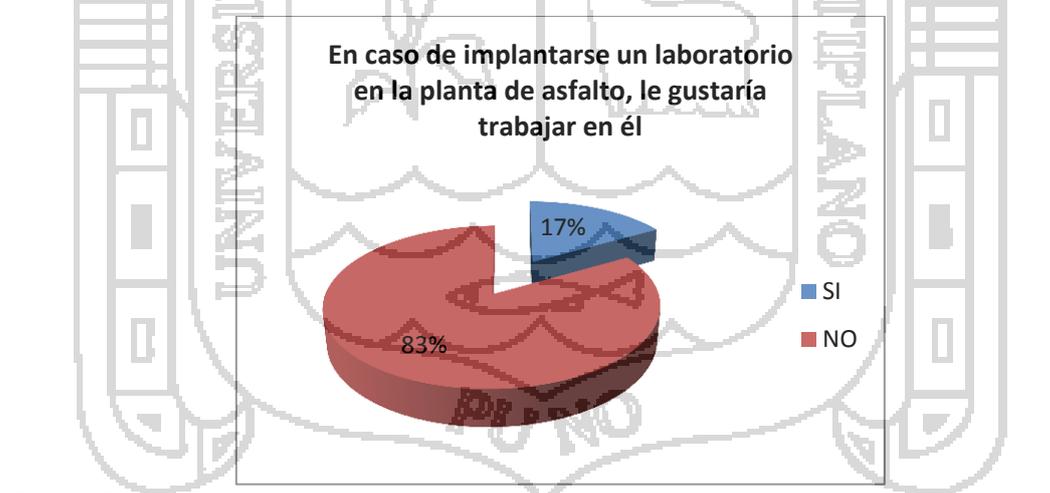
El 100 % de los encuestados creen conveniente la capacitación como fuente de mejoras en la producción de mezcla asfáltica en caliente en la planta de asfalto de la Municipalidad Provincial de San Roman Juliaca.

**CUADRO N° 5.8: DISTRIBUCIÓN PORCENTUAL RELATIVA: EN CASO DE IMPLANTARSE UN LABORATORIO EN LA PLANTA DE ASFALTO, LE GUSTARÍA TRABAJAR EN ÉL**

FRECUENCIAS DE RESPUESTAS		
Ítem	SI	NO
7. ¿En caso de implantarse un laboratorio en la planta de asfalto, le gustaría trabajar en él?	5	25

Fuente: Elaboración Propia

**GRÁFICO N° 5.8: EN CASO DE IMPLANTARSE UN LABORATORIO EN LA PLANTA DE ASFALTO, LE GUSTARÍA TRABAJAR EN ÉL**



Fuente: Elaboración Propia

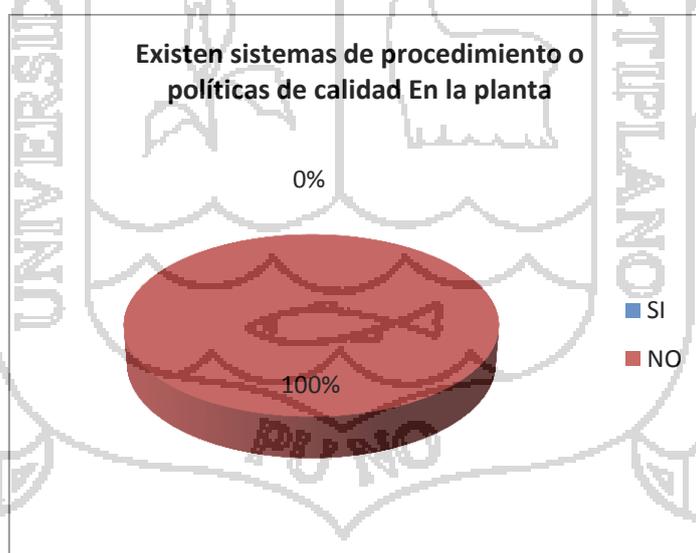
El 17 % de los encuestados indicaron si les gustaría laborar en caso de implementarse un laboratorio en la planta de asfalto, el 83% no le gustaría trabajar en caso se de implantarse un laboratorio en la planta de asfalto de la Municipalidad Provincial de San Roman Juliaca.

**CUADRO N° 5.9: DISTRIBUCIÓN PORCENTUAL RELATIVA: EXISTEN SISTEMAS DE PROCEDIMIENTO O POLÍTICAS DE CALIDAD EN LA PLANTA DE ASFALTO**

FRECUENCIAS DE RESPUESTAS		
Ítem	SI	NO
8. ¿Existen sistemas de procedimiento o políticas de calidad En la planta?	0	30

Fuente: Elaboración Propia

**GRÁFICO N° 5.9: EXISTEN SISTEMAS DE PROCEDIMIENTO O POLÍTICAS DE CALIDAD EN LA PLANTA DE ASFALTO**



Fuente: Elaboración Propia

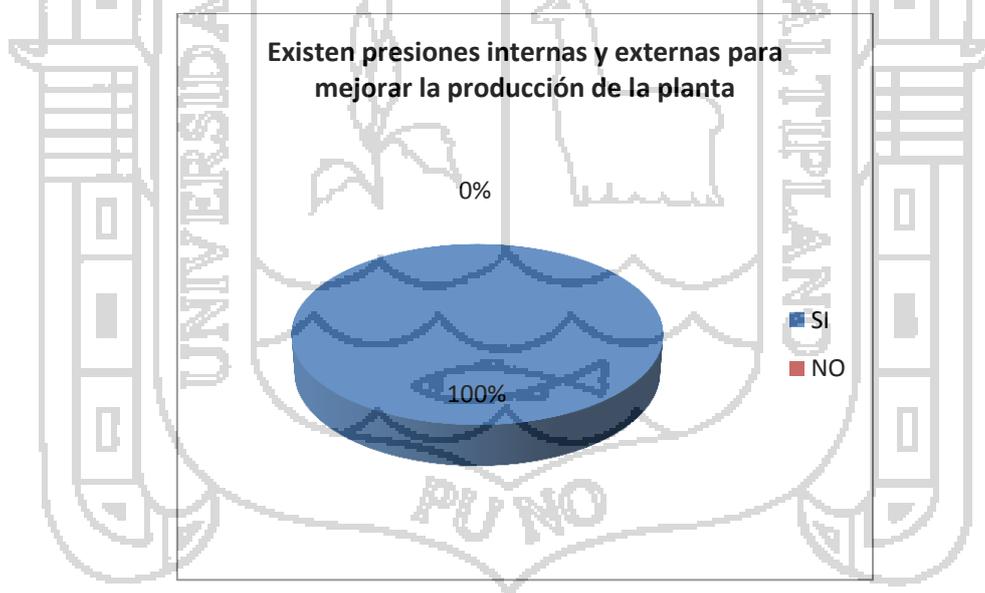
El 100 % de los encuestados dicen que no existen sistemas de procedimiento o políticas de calidad en la planta de asfalto de la Municipalidad Provincial de San Roman Juliaca.

**CUADRO N° 5.10: DISTRIBUCIÓN PORCENTUAL RELATIVA:EXISTEN PRESIONES INTERNAS Y EXTERNAS PARA MEJORAR LA PRODUCCIÓN DE LA PLANTA**

<b>FRECUENCIAS DE RESPUESTAS</b>		
<b>Ítem</b>	<b>SI</b>	<b>NO</b>
9. ¿Existen presiones internas y externas para la mejorar la producción de la planta?	30	0

Fuente: Elaboración Propia

**GRÁFICO N° 5.10: EXISTEN PRESIONES INTERNAS Y EXTERNAS PARA LA MEJORAR LA PRODUCCIÓN DE LA PLANTA**



Fuente: Elaboración Propia

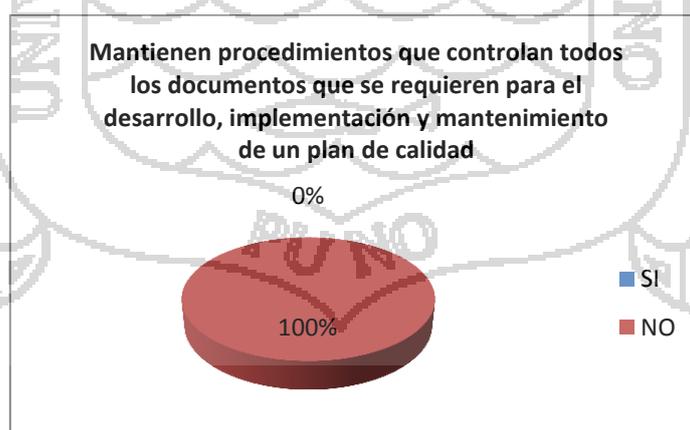
El 100 % de los encuestados dicen que si existen presiones internas y externas para la mejorar la producción en la planta de asfalto de la Municipalidad Provincial de San Roman Juliaca.

**CUADRO N° 5.11: DISTRIBUCIÓN PORCENTUAL RELATIVA: MANTIENEN PROCEDIMIENTOS QUE CONTROLAN TODOS LOS DOCUMENTOS QUE SE REQUIEREN PARA EL DESARROLLO, IMPLEMENTACIÓN Y MANTENIMIENTO DE UN PLAN DE CALIDAD**

Frecuencias de respuestas		
Ítem	SI	NO
10. ¿Mantienen procedimientos que controlan todos los documentos que se requieren para el desarrollo, implementación y mantenimiento de un plan de calidad?	0	30

Fuente: Elaboración Propia

**GRÁFICO N° 5.11: MANTIENEN PROCEDIMIENTOS QUE CONTROLAN TODOS LOS DOCUMENTOS QUE SE REQUIEREN PARA EL DESARROLLO, IMPLEMENTACIÓN Y MANTENIMIENTO DE UN PLAN DE CALIDAD**



Fuente: Elaboración Propia

El 100 % de los encuestados dicen que no Mantienen procedimientos que controlan todos los documentos que se requieren para el desarrollo, implementación y

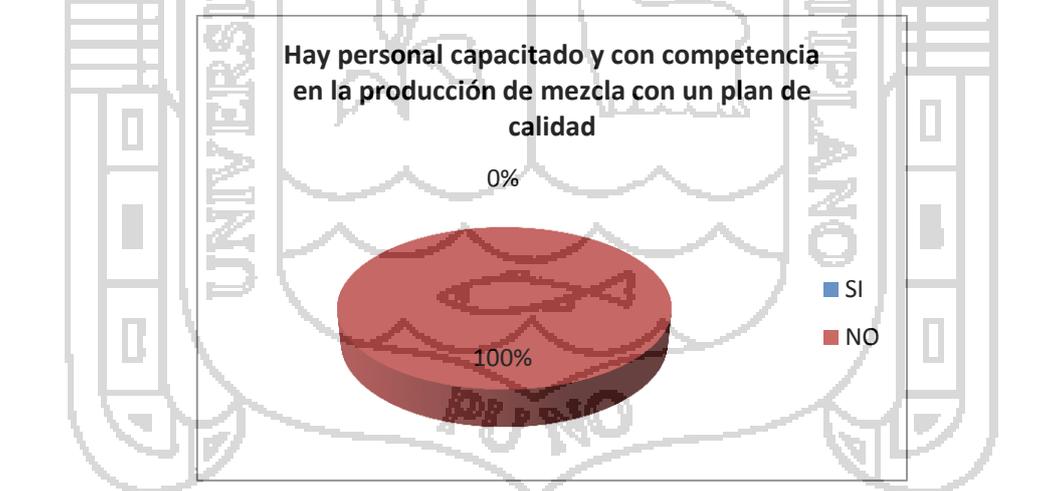
mantenimiento de un plan de calidad en la planta de asfalto de la Municipalidad Provincial de San Roman Juliaca.

**CUADRO N° 5.12: DISTRIBUCIÓN PORCENTUAL RELATIVA: HAY PERSONAL CAPACITADO Y CON COMPETENCIA EN LA PRODUCCIÓN DE MEZCLA CON UN PLAN DE CALIDAD**

FRECUENCIAS DE RESPUESTAS		
Ítem	SI	NO
11. ¿Hay personal capacitado y con competencia en la producción de mezcla con un plan de calidad?	0	30

Fuente: Elaboración Propia

**GRÁFICO N° 5.12: HAY PERSONAL CAPACITADO Y CON COMPETENCIA EN LA PRODUCCIÓN DE MEZCLA CON UN PLAN DE CALIDAD**



El 100% de los encuestados dicen que no hay personal capacitado y con competencia en la producción de mezcla con un plan de calidad en la planta de asfalto de la Municipalidad Provincial de San Roman Juliaca.

**5.2 INTERPRETACIÓN**

A través de los análisis de los resultados se determinó la necesidad de proponer un plan, mediante el cual sea un documento que forme parte del sistema de gestión de calidad de la Planta de Asfalto, que especifique los procedimientos y recursos asociados que deben aplicarse, quien debe aplicarlo y cuando debe aplicarse en la producción de mezcla asfáltica en caliente en caliente, enmarcado en los fundamentos de las normas ISO 9000:2000 y en los requisitos de las normas ISO 9001:2000, todo esto con el propósito de optimizar el diseño de mezcla asfáltica, proporcionar confianza tanto a la organización como a sus clientes de su capacidad para obtener productos que satisfagan los requisitos de forma coherente. Es importante destacar los ítems que dieron respuestas claves para la ejecución de la propuesta.

En este sentido y según lo expresado por la muestra encuestada el 100% manifiesta que no trabajan bajo indicaciones técnicas de un plan de calidad, razón por la cual es necesario definirlo y establecerlo.

Asimismo un 83% manifiesta no conocer las normas y estipulaciones sobre la producción de mezcla asfáltica en caliente, se hace necesario la implantación de estándares técnicos en el proceso de producción del producto.

Además un 87% manifiesta no tener conocimiento sobre los ensayos realizados al producto y a la materia prima, siendo esto de gran importancia ya que a través de los ensayos, se comprueba el cumplimiento de los requisitos de elaboración del producto, asegurando asimismo la calidad.

También el 100% manifiestan que no existen sistemas de procedimiento o políticas de calidad En la planta, siendo esto para la elaborar un plan de calidad para la planta de asfalto de la Municipalidad Provincial de San Roman Juliaca. Así como también el 100% manifiestan que no mantienen procedimientos que controlan todos los

documentos que se requieren para el desarrollo, implementación y mantenimiento de un plan de calidad, la cual es necesaria un plan de calidad para mejorar la producción de mezcla asfáltica en caliente.

De allí que, estos resultados permiten inferir que existe la necesidad de diseñar un plan de calidad aplicado a la mezcla asfáltica caliente producido en la planta de asfalto de la Municipalidad Provincial de San Roman Juliaca. Esto sobre la base de los fundamentos y requisitos de las normas ISO 9000:2000, ISO 9001:2000



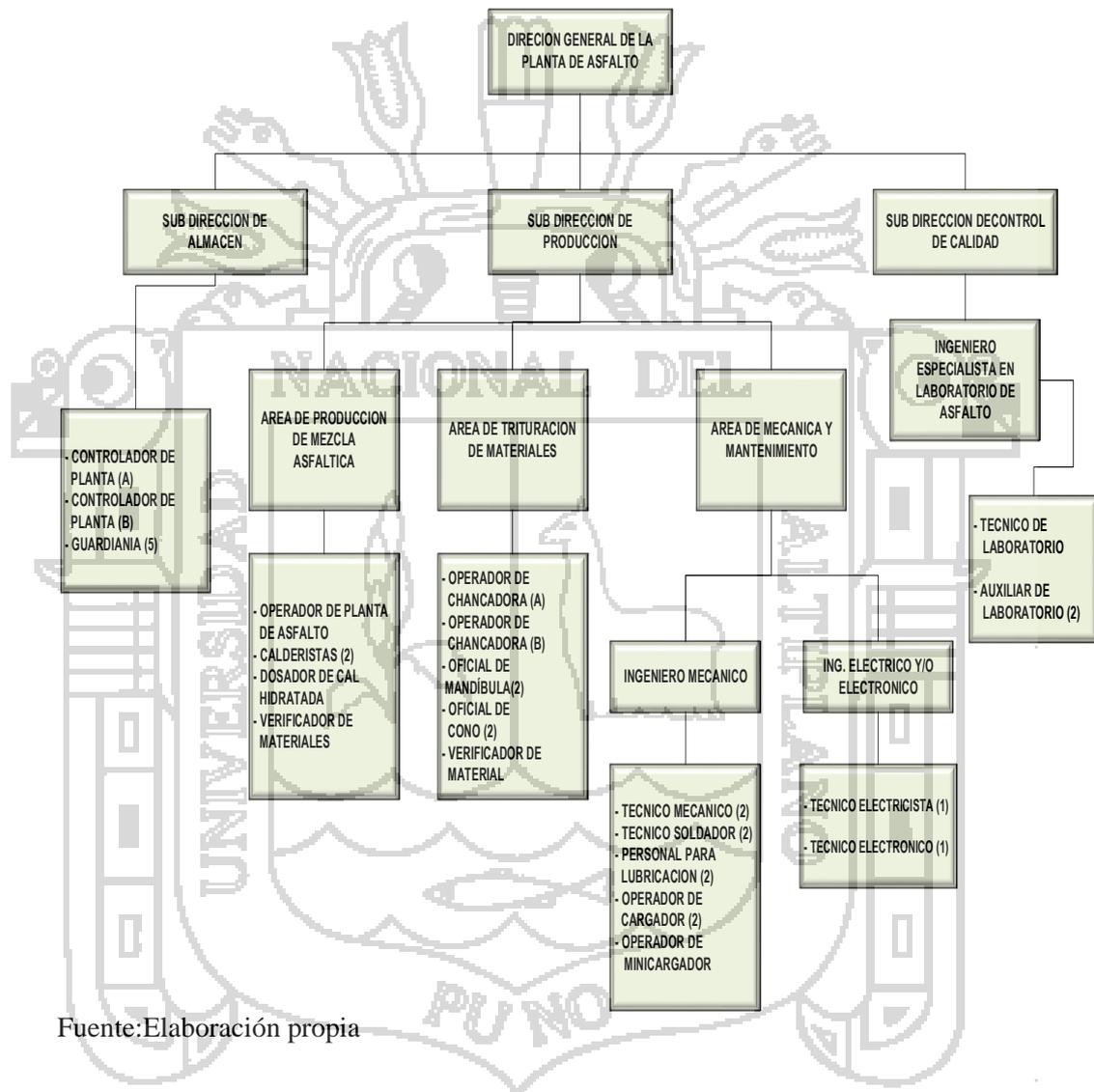
## **CAPITULO VI**

### **6. PROPUESTA DEL PLAN DE CALIDAD**

#### **6.1 ORGANIGRAMA PROPUESTA PARA LA PLANTA DE ASFALTO DE LA MUNICIPALIDAD PROVINCIAL SAN ROMAN – JULIACA**



**GRAFICO 6.1: ORGANIGRAMA PROPUESTA PARA LA PLANTA DE ASFALTO**



Fuente:Elaboración propia

## 6.2 PROPUESTA DEL PLAN DE CALIDAD EN LA PRODUCCION DE MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE EN MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE SAN ROMAN –JULIACA

### 6.3 OBJETIVO

Proporcionar los procesos generales respecto a los a producción de mezcla asfáltica en caliente. Con el fin de realizar los trabajos de forma eficiente y de manera segura.

### 6.4 ALCANCE

Todo el personal involucrado en la producción de mezcla asfáltica en caliente y áreas que intervienen, como son las obras, laboratorio de suelos, oficina de proyectos de la Municipalidad Provincial de Román - Juliaca

Los puntos que contiene el presente manual son:

- ✓ Actividad
- ✓ Documento de entrada o normativo
- ✓ Responsable de Actividad
- ✓ Registro de actividad
- ✓ Recursos
- ✓ Control de variable - Características
- ✓ Medio a utilizar
- ✓ Registro a conservar
- ✓ Frecuencia de control
- ✓ Responsable

## 6.5 PLAN DE CALIDAD

### MISION

Ser un grupo industrial que desarrolla la producción de mezcla asfáltica en caliente, con alto valor agregado a través de una filosofía de calidad creando constante alianza e innovaciones que generen crecimiento y bienestar.

### VISION

Ser una unidad industrial reconocida por la calidad en la producción de la mezcla asfáltica en caliente usando tecnología adecuada y un recurso humano capacitado y comprometido en la producción de mezcla asfáltica.

#### 6.5.1 TIPO DE MEZCLA

**A. ACTIVIDAD :** Definir el tipo de mezcla

**B. DOCUMENTO DE ENTRADA O NORMATIVO**

Según a las Especificaciones Técnicas Generales para Construcción de Carreteras EG – 2000.

- Subsección: 410.02
- Tabla: 410.02(1)

**C. RESPONSABLE DE ACTIVIDAD.**

Los responsables son:

- El ingeniero proyectista
- El ingeniero de laboratorio

**D. REGISTRO DE LA ACTIVIDAD.**

Se indicara las características generales del proyecto

- Espesor de la mezcla asfáltica en caliente
- Distancia de la vía
- Cantidad de mezcla a utilizar

**E. RECURSOS**

- Recursos humanos: Ing. de laboratorio, Ingeniero de proyectos
- Instalaciones: oficina de proyectos, ambiente de laboratorio

**F. CONTROL DE VARIABLE**

- Gradación de las mezclas tipo MAC basadas en el siguiente cuadro:

Tamiz	Porcentaje que pasa		
	MAC -1	MAC-2	MAC-3
25,0 mm (1")	100	-	-
19,0 mm (3/4")	80 - 100	100	-
12,5 mm (1/2")	67- 85	80 - 100	-
9,5 mm (3/8")	60 - 77	70 - 88	100
4,75 mm (N° 4)	43 - 54	51 - 68	65 - 87
2,00 mm (N° 10)	29 - 45	38 - 52	43 - 61
425 mm (N° 40)	14 - 25	17- 28	16 - 29
180 mm (N° 80)	8 - 17	8 - 17	9 -19
75 mm (N° 200)	4 - 8	4 - 8	05 - 10

Fuente: Especificaciones Técnicas Generales para la Construcción de Carreteras  
EG-2000 MTC.Perú.2000

**G. MEDIO A UTILIZAR**

El medio a utilizar es el ensayo de granulometría MTC E – 204

**H. REGISTRO A CONSERVAR**

Los resultados de granulometría MTC E – 204

**I. FRECUENCIA DE CONTROL**

En cada diseño de mezcla

**J. RESPONSABLE**

El responsable es el ing. de laboratorio

**6.5.2 MATERIALES: AGREGADOS****6.5.2.1 ESPECIFICACIONES DE LOS AGREGADOS**

**A. ACTIVIDAD:** Especificaciones de los agregados

**B. DOCUMENTO DE ENTRADA O NORMATIVO**

Según a las Especificaciones Técnicas Generales para Construcción de Carreteras EG – 2000.

**C. RESPONSABLE DE ACTIVIDAD.**

Los responsables son:

- El ingeniero proyectista
- El ingeniero de laboratorio

**D. REGISTRO DE LA ACTIVIDAD.**

Las características generales de las especificaciones técnicas de los agregados

- Espesor de la mezcla asfáltica en caliente
- Distancia de la vía
- Cantidad de mezcla a utilizar

#### **E. RECURSOS**

- Cantera, equipo de cribas, equipo de trituración, equipo para el manejo de agregados, tamices.

#### **F. CONTROL DE VARIABLE**

Se controla las siguientes variables de los siguientes agregados:

##### **6.5.2.1.1 AGREGADOS GRUESOS**

Los agregados pétreos empleados para la ejecución de cualquier tratamiento o mezcla bituminosa deberán poseer una naturaleza tal, que al aplicársele una capa del material asfáltico, ésta no se desprenda por la acción del agua y del tránsito. Sólo se admitirá el empleo de agregados con características hidrófilas, si se añade algún aditivo de comprobada eficacia para proporcionar una buena adhesividad.

Para el objeto de estas especificaciones, se denominará agregado grueso la porción del agregado retenido en el tamiz de 4.75 mm (N° 4); agregado fino la porción comprendida entre los tamices de 4.75 mm y 75 mm (N° 4 y N° 200) y polvo mineral o llenante la que pase el tamiz de 75 mm (N° 200).

El agregado grueso deberá proceder de la trituración de roca o de grava o por una combinación de ambas; sus fragmentos deberán ser limpios, resistentes y durables, sin exceso de partículas planas, alargadas, blandas o desintegrables. Estará exento de polvo, tierra, terrones de arcilla u otras sustancias objetables

que puedan impedir la adhesión completa del asfalto. Sus requisitos básicos de calidad se presentan en cada especificación.

### REQUERIMIENTOS PARA LOS AGREGADOS GRUESOS

ENSAYOS	NORMA	REQUERIMIENTO	
		ALTITUD (m.s.n.m.)	
		<3000	>3000
Durabilidad (al sulfato de Sodio)	MTC E 209	12% max	10% max
Durabilidad (al sulfato de magnesio)		18% max	15% max
Abrasión Los Ángeles	MTC E 207	40% max	35% max
Índice de Durabilidad	MTC E 214	35% min	35% min
Partículas chatas y alargadas	MTC E 221	10% max	10% max
Sales solubles totales	MTC E 219	0.5% max	0.5% max
Absorción	MTC E 206	1.00%	Según diseño
Adherencia	MTC E 519		+ 95

Fuente: Especificaciones Técnicas Generales para la Construcción de Carreteras EG-2000 MTC. Perú. 2000

#### 6.5.2.1.2 AGREGADOS MINERALES FINOS

El agregado fino estará constituido por arena de trituración o una mezcla de ella con arena natural. La proporción admisible de esta última dentro del conjunto se encuentra definida en la respectiva especificación.

Los granos del agregado fino deberán ser duros, limpios y de superficie rugosa y angular. El material deberá estar libre de cualquier sustancia que impida la adhesión del asfalto y deberá satisfacer los requisitos de calidad indicados en cada especificación.

El polvo mineral o llenante provendrá de los procesos de trituración de los agregados pétreos o podrá ser de aporte de productos comerciales, generalmente cal hidratada o cemento portland.

Podrá usarse una fracción del material proveniente de la clasificación, siempre que se verifique que no tenga actividad y que sea no plástico.

### REQUERIMIENTOS PARA LOS AGREGADOS FINOS

ENSAYOS	NORMA	REQUERIMIENTO	
		ALTITUD (m.s.n.m.)	
		<3000	>3000
Equivalente de Arena	MTC E 114	Tabla requerimientos equivalente de arena	
Angularidad del agregado fino	MTC E 222	Tabla Angularidad del agregado fino	
Adhesividad ( Riedel Weber)	MTC E 220	4% min	6% min
Indice de Plasticidad	MTC E 111	NP	NP
Indice de Durabilidad	MTC E 214	35 min	35 min
Indice de Plasticidad (malla N° 200)	MTC E 111	Max 4	NP
Sales solubles totales	MTC E 219	0.5% max	0.5% max
Absorción	MTC E 205	0.5%	Según diseño

Fuente: Especificaciones Técnicas Generales para la Construcción de CarreterasEG-2000 MTC.Perú.2000

### REQUERIMIENTO DEL EQUIVALENTE ARENA

Tráfico en Ejes Equivalentes (millones)	Porcentaje de Equivalente Arena (mínimo)
≤ 3	45
> 3 – 30	50
> 30	55

Fuente: Especificaciones Técnicas Generales para la Construcción de CarreterasEG-2000 MTC.Perú.2000

### ANGULARIDAD DEL AGREGADO FINO

Tráfico en Ejes Equivalentes (millones)	Espesor de Capa	
	< 100 mm	> 100 mm
≤ 3	30 min	30 min
> 3 – 30	40 min	40 min
> 30	40 min	40 In

Fuente: Especificaciones Técnicas Generales para la Construcción de Carreteras EG-2000  
MTC.Perú.2000

#### 6.5.2.1.3 FILLER O POLVO MINERAL

El filler o relleno mineral que sea necesario emplear como relleno de vacíos, espesante de la mezcla asfáltica o como mejorador de adherencia será de preferencia la cal hidratada que deberá cumplir los requisitos que se especifican en la norma AASHTO-M303.

Con mayor precaución y con la aprobación del Supervisor sujeto a pruebas y ensayos de la mezcla podrá utilizarse cemento hidráulico tipo I o polvo calcáreo procedente de trituración de rocas. En este caso, se deberá cumplir la siguiente granulometría:

MALLA	% RETENIDO (EN PESO)
Residuo Máximo en la malla de 600 um (N°30)	3%
Residuo máximo en la malla de 75 um (N°200)	20%

Fuente: Especificaciones Técnicas Generales para la Construcción de Carreteras EG-2000  
MTC.Perú.2000

Para el traslado el filler podrá empacarse en bolsas o a granel

Si el suministro se hace en bolsas, el transporte podrá efectuarse en cualquier camión convencional. El vehículo deberá disponer de lonas o cobertores

adecuados debidamente asegurados a su carrocería que proteja al aditivo durante su transporte.

Si el suministro se realiza a granel, deberán emplearse camiones adecuados para tal fin, dotados de dispositivos mecánicos que permitan el rápido traslado de su contenido a los depósitos de almacenamiento.

El depósito para el filler mineral suministrado en bolsas deberá ser ventilado y cubierto y disponer de los elementos que aseguren la protección del producto contra los agentes atmosféricos, particularmente la humedad proveniente tanto del suelo como de las paredes del almacén.

Los silos de almacenamiento de filler suministrados a granel deberán estar completamente aislados contra la humedad y dispondrán de sistemas apropiados para su rápido llenado y vaciado.

La incorporación del filler mineral a las mezclas asfálticas en caliente se hará en la proporción definida en el diseño de éstos.

El abastecimiento se hará en la misma planta de asfalto utilizando tolvas especiales para el material y sistemas que impidan la pérdida. La dosificación debe ser uniforme y constante durante el proceso de elaboración de la mezcla.

#### **G. MEDIO A UTILIZAR**

El medio a utilizar es el ensayo de granulometría MTC E – 204

#### **H. REGISTRO A CONSERVAR**

Los resultados de granulometría MTC E – 204

**I. FRECUENCIA DE CONTROL**

En la obtención de los agregados

**J. RESPONSABLE**

El responsable es el ing. de laboratorio

**6.5.2.2 COMBINACION DE DISEÑOS CD**

**A. ACTIVIDAD :** Combinación de diseños

**B. DOCUMENTO DE ENTRADA O NORMATIVO**

Según a las Especificaciones Técnicas Generales para Construcción de Carreteras EG – 2000.

- Subsección: 410.02

- Tabla: 410-4

- Tabla: 410-5

- Tabla: 410-6

**C. RESPONSABLE DE ACTIVIDAD.**

Los responsables son:

- El ingeniero proyectista
- El ingeniero de laboratorio

**D. REGISTRO DE LA ACTIVIDAD.**

Se indicara las características generales del proyecto

- Estructura granulométrica de la combinación de diseño
- Aprobación de los agregados

**E. RECURSOS**

- Recursos humanos: Ing. de laboratorio, Ingeniero de proyectos

- Instalaciones: ambiente de laboratorio, equipos de laboratorio

#### **F. CONTROL DE VARIABLE**

- Granulometría de los agregados gruesos
- Granulometría de los agregados finos
- Tipo de mezcla

#### **G. MEDIO A UTILIZAR**

El medio a utilizar son los ensayos:

- MTC E – 207
- MTC E – 209
- MTC E – 210
- MTC E – 221

#### **H. REGISTRO A CONSERVAR**

Los resultados de los ensayos: MTC E – 207, MTC E – 209, MTC E – 210, MTC E – 221

#### **I. FRECUENCIA DE CONTROL**

En cada diseño de mezcla en fase de la combinación de diseño.

#### **J. RESPONSABLE**

El responsable es el ing. de laboratorio e ing. de proyectos.

### **6.5.3 MATERIALES ASFALTICOS**

#### **6.5.3.1 ESPECIFICACIONES DE LOS MATERIALES ASFALTICOS**

**A. ACTIVIDAD:** Especificaciones de los materiales asfálticos

**B. DOCUMENTO DE ENTRADA O NORMATIVO.**

Según a las Especificaciones Técnicas Generales para Construcción de Carreteras EG – 2000.

- Subsección: 400.02
- Tabla: 400-2
- Tabla: 400-3

Según la norma NTP 321.051

- Anexo A
- Anexo B

Norma técnica CE 010 pavimento urbano tabla B1

**C. RESPONSABLE DE ACTIVIDAD.**

Los responsables son:

- El ingeniero proyectista
- El ingeniero de laboratorio

**D. REGISTRO DE LA ACTIVIDAD.**

- El tipo de pen
- Certificado de calidad del proveedor

**E. RECURSOS**

- Instalaciones: ambiente de laboratorio, equipos de laboratorio

**F. CONTROL DE VARIABLE**

En la siguiente tabla .se dan los grados de asfalto recomendados para diferentes condiciones variadas de temperatura de acuerdo a la norma CE 0.10

Condición de Temperatura	Grados de Asfalto
Frio, temperatura media anual del aire 7 °C	PEN 120/150, 85/100
Templado, temperatura media anual del aire entre 7 °C y 24 °C	PEN 85/100, 60/70
Caliente, temperatura media anual del aire 24 °C	PEN 60/70, 40/50

Fuente: Especificaciones Técnicas Generales para la Construcción de CarreterasEG-2000  
MTC.Perú.2000

Según especificaciones técnicas EG- 2000 se tiene especificación según Penetracion:

GRADO DE PENETRACIÓN									
Características	Ensayo	40-50		60-70		85-100		120-150	
		Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.
Penetración 25°C 100g., 5 segundos	MTC E 304	40	50	60	70	85	100	120	150
Punto inflamador, Cleveland °C	MCT E 312	450	-	450	-	450	-	425	-
Ductilidad 25°C, 5cm por minuto	MTC E 306	100	-	100	-	100	-	100	-
Solubilidad de triclorotileno, % masa	MTC E 302	99	-	99	-	99	-	99	-
Susceptibilidad térmica.									
Ensayo de película delgada en horno, 3.2 mm, 163 °C, 5 hrs.									
Pérdida de masa %	MTC E 316	-	0.8	-	0.8	-	1	-	1.3
Penetración del residuo.% del original	MTC E 304	58	-	54	-	50	-	46	-
Ductilidad del residuo a 25 °C 5cm por min. Cm	MTC E 306	-	-	50	-	75	-	100	-
Índice de susceptibilidad térmica		-1	1	.-1	1	-1	1	-1	1
Ensayo de la mancha con solvente heptano xileno 20% (opcional)	MTC E 314	Negativo para todos los grados							

Fuente: Especificaciones Técnicas Generales para la Construcción de CarreterasEG-2000  
MTC.Perú.2000

Según especificaciones técnicas EG- 2000 se tiene especificación según su grado de viscosidad:

Característica	Ensayo	Grado de Viscosidad			
		AC -5	AC - 10	AC - 20	AC -40
Viscosidad absoluta 60° poises	MTC E 308	500±100	1000±200	2000±400	4000±800
Viscosidad cinemática 135° Cs-minima	MTC E 301	100	150	210	300
Penetracion 25° C 100 g., 5 segundos – mínimo	MTC E 304	120	70	40	20
Punto inflamador, Cleveland °C (°F)- mínimo	MTC E 303	177 (350)	219(425)	232(450)	232(450)
Solubilidad en tricloroetileno, % masa, mínimo	MTC E 302	99	99	99	99
Susceptibilidad Térmica.					
Ensayo de película delgada en horno, 3.2mm., 163°C, 5 hrs.	MTC E 316	200	400	800	1600
Viscosidad absoluta, 60°C poises-máximos	MTC E 304	-2000	-4000	-8000	-16000
Ductilidad, 25 °C, 5cm por minuto, cm mínimo	MTC E 306	100	50	20	10
Ensayo de la mancha con solvente Heptano – xileno 20% (opcional)	MTC E 314	Negativo para todos los grados			

Fuente: Especificaciones Técnicas Generales para la Construcción de Carreteras EG-2000 MTC.Perú.2000

### G. MEDIO A UTILIZAR

El medio a utilizar son los ensayos:

- Viscosidad MTC E 308
- Penetracion MTC E 304
- Inflamación MTC E 312
- TFO MTC E 316
- Ductilidad MTC E 306
- Solubilidad MTC E 302

## H. REGISTRO A CONSERVAR

Los resultados de los ensayos: MTC E – 308, MTC E – 304, MTC E – 312,  
MTC E – 316, MTC E – 306, MTC E – 302

## I. FRECUENCIA DE CONTROL

En cada diseño de mezcla en fase de la combinación de diseño.

## J. RESPONSABLE

El responsable es el ing. de laboratorio e ing. De proyectos.

### 6.5.3.2 MEZCLA ASFALTICA

#### 6.5.3.2.1 PROPIEDAD MARSHALL

##### A. ACTIVIDAD : Propiedad Marshall

##### B. DOCUMENTO DE ENTRADA O NORMATIVO

Según a las Especificaciones Técnicas Generales para Construcción de  
Carreteras EG – 2000

- Subsección: 410.04
- Tabla: 410-9

##### C. RESPONSABLE DE ACTIVIDAD.

Los responsables son:

- El ingeniero proyectista
- El ingeniero de laboratorio

##### D. REGISTRO DE LA ACTIVIDAD.

- Porcentaje óptimo de cemento asfaltico

##### E. RECURSOS

- Instalaciones: ambiente de laboratorio, equipos de laboratorio
- Recurso humano: personal de laboratorio.

## F. CONTROL DE VARIABLE

Las características de calidad de la mezcla asfáltica, deberán estar de acuerdo con las exigencias para mezclas de concreto bituminoso que se indican en la siguiente tabla:

Parámetro de Diseño	Clase de Mezcla		
	A	B	C
Marshall (MTC E 504)	8 kN (815 Kg)	5,34 kN (544 Kg)	4,45 kN (453 Kg)
1.Estabilidad (mín)	8 – 14	8 – 16	8 – 2
2.Flujo 0.25 mm	3 – 5	3 – 5	03 – 5

Fuente: Especificaciones Técnicas Generales para la Construcción de Carreteras EG-2000 MTC.Perú.2000

## G. MEDIO A UTILIZAR

El medio a utilizar es el ensayo:

- Marshall MTC E 504 o
- ASTM D- 1559

## H. REGISTRO A CONSERVAR

Los resultados de los ensayos:

- MTC E – 504 o
- ASTM D- 1559

## I. FRECUENCIA DE CONTROL

En cada diseño de mezcla.

## J. RESPONSABLE

El responsable es el ing. de laboratorio e ing. De proyectos.

### 6.5.3.2.2 ADHERENCIA EL AGREGADO GRUESO CON EL ASFALTO

**A. ACTIVIDAD :** Adherencia el agregado grueso con el asfalto

#### **B. DOCUMENTO DE ENTRADA O NORMATIVO**

Según a las Especificaciones Técnicas Generales para Construcción de Carreteras EG – 2000

- Subsección: 410.0(a)

#### **C. RESPONSABLE DE ACTIVIDAD.**

Los responsables son:

- El ingeniero proyectista
- El ingeniero de laboratorio

#### **D. REGISTRO DE LA ACTIVIDAD.**

- El porcentaje de adherencia del agregado grueso con el asfalto.

#### **E. RECURSOS**

- Instalaciones: ambiente de laboratorio, equipos de laboratorio
- Recurso humano: personal de laboratorio.

#### **F. CONTROL DE VARIABLE**

Tiene que cumplir como exige en las especificaciones técnicas EG – 2000 como mínimo debe cumplir se muestra en el siguiente cuadro:

Ensayos	Norma	Requerimiento	
		Altitud (m.s.n.m.)	
		< 3000	> 3000
Adherencia	MTC E 519	>95%	

Fuente: Especificaciones Técnicas Generales para la Construcción de Carreteras EG-2000 MTC.Perú.2000

### **G. MEDIO A UTILIZAR**

El medio a utilizar es el ensayo:

- Adherencia MTC E 519

### **H. REGISTRO A CONSERVAR**

Los resultados de los ensayos:

- MTC E – 519

### **I. FRECUENCIA DE CONTROL**

En cada diseño de mezcla.

### **J. RESPONSABLE**

El responsable es el ing. de laboratorio e ing. De proyectos.

#### **6.5.3.2.3 FORMULA DE TRABAJO**

**A. ACTIVIDAD :** Formula de trabajo

**B. DOCUMENTO DE ENTRADA O NORMATIVO**

- Según Norma técnica CE 010 pavimento urbano tabla 25
- Según a las Especificaciones Técnicas Generales para Construcción de Carreteras EG – 2000
- Subsección: 410.10(a)

**C. RESPONSABLE DE ACTIVIDAD.**

Los responsables son:

- El ingeniero proyectista
- El ingeniero de laboratorio

**D. REGISTRO DE LA ACTIVIDAD.**

- Rangos de fórmula de trabajo.

**E. RECURSOS**

- Instalaciones: ambiente de laboratorio, equipos de laboratorio
- Recurso humano: personal de laboratorio.

**F. CONTROL DE VARIABLE**

Una vez aprobada la Fórmula de Trabajo, se hará un control directo de las cantidades de agregados y asfalto que se mezclan, según las siguientes frecuencias y normas de ensayo según norma CE 0.10

Contenido de Asfalto	MTC E – 502	1 por día	Planta o Pista
Granulometría	NTP 339.128:1998	1 por día	Planta o Pista
Ensayo Marshall	MTC E – 504	1 por día	Planta o Pista
Temperatura	----	Cada volquete	Planta y Pista

Fuente: Especificaciones Técnicas Generales para la Construcción de Carreteras EG-2000 MTC.Perú.2000

Las mezclas en caliente deberán cumplir las siguientes tolerancias:

- Materiales que pasa el tamiz de ¾”..... ±5 %
- Material comprendido entre los tamices de 3/8” y N° 200..... ±4 %
- Material que pasa el tamiz N° 200..... ±1 %
- Porcentaje de Asfalto..... ±0,3 %
- Temperatura de la mezcla al salir de la planta..... ±11 °C
- Temperatura de la mezcla entregada en pista..... ±11 °C

**G. MEDIO A UTILIZAR**

Según la norma de pavimentos urbanos CE 0.10:

- Contenido de Asfalto MTC E – 502
- Granulometría NTP 339.128:1998

- Ensayo Marshall MTC E – 504

#### **H. REGISTRO A CONSERVAR**

Los resultados de los ensayos mencionados anteriormente y variaciones permisibles

#### **I. FRECUENCIA DE CONTROL**

En cada diseño de mezcla y durante la producción.

#### **J. RESPONSABLE**

El responsable es el ing. de laboratorio e ing. De proyectos.

### **6.5.4 PLANTA MEZCLADORA**

#### **6.5.4.1 CALIBRACION DE LA PLANTA MEZCLADORA**

**A. ACTIVIDAD :** Calibración de la planta Mezcladora

#### **B. DOCUMENTO DE ENTRADA O NORMATIVO**

Según a las Especificaciones Técnicas Generales para Construcción de Carreteras EG – 2000

- Sección 410
- Subsección: 410.0(b)
- Manual de operación de acuerdo al tipo de planta.

#### **C. RESPONSABLE DE ACTIVIDAD.**

Los responsables son:

- El ingeniero de planta
- El operador de planta de asfalto.

#### **D. REGISTRO DE LA ACTIVIDAD.**

- Especificaciones del fabricante.

- Manual de operaciones de la planta (instalación y operación de la planta)

#### **E. RECURSOS**

- Recursos Humanos: Jefe de planta de asfalto, operador de planta de asfalto, personal técnico.
- Herramientas, instrumentos de medición, combustible, energía eléctrica.
- Manual de la planta de asfalto.

#### **F. CONTROL DE VARIABLE**

Verificar el funcionamiento de:

- Compuertas de la Tolva de descarga
- Motores eléctricos reductores
- Quemador del drummixer
- Bombas (de asfalto, de combustible)
- Tanque de almacenamiento de pen.
- Sistema eléctrico.
- Sistema hidráulico
- Bandas transportadoras
- Panel de control.

#### **G. MEDIO A UTILIZAR**

- Manual de operaciones de la planta de asfalto.
- Montaje del fabricante.

#### **H. REGISTRO A CONSERVAR**

- etapa de montaje y programa de inspección de la planta

**I. FRECUENCIA DE CONTROL**

Cada vez que empieza la producción

**J. RESPONSABLE**

El responsable es el ingeniero de planta de asfalto y el operador de planta de asfalto.

**6.5.5 PREPARACION DE LA MEZCLA****6.5.5.1 TEMPERATURA DEL MATERIAL ASFALTICO**

**A. ACTIVIDAD :** Temperatura del material asfáltico

**B. DOCUMENTO DE ENTRADA O NORMATIVO**

Según a las Especificaciones Técnicas Generales para Construcción de Carreteras EG – 2000

- Sección 410
- Subsección: 410.10
- Subsección: 410.02(f)

**C. RESPONSABLE DE ACTIVIDAD.**

Los responsables son:

- El ingeniero de Laboratorio
- El operador de planta de asfalto.
- Operador de planta
- Operador de caldero
- Ingeniero supervisor

**D. REGISTRO DE LA ACTIVIDAD.**

- Temperatura y viscosidad del material asfáltico.

- Manual de operaciones de la planta (instalación y operación de la planta)

-

#### **E. RECURSOS**

- Recursos Humanos: Jefe de planta de asfalto, operador de planta de asfalto, ingeniero de laboratorio, operador de caldero
- Herramientas, instrumentos de medición para la temperatura, carta de viscosidad

#### **F. CONTROL DE VARIABLE**

Según las especificaciones técnicas EG – 2000 el cemento asfáltico será calentado a una temperatura tal, que se obtenga una viscosidad comprendida entre 75 y 155 cSt (según Carta Viscosidad-Temperatura proporcionado por el fabricante) y verificada en laboratorio por la Supervisión.

#### **G. MEDIO A UTILIZAR**

- Viscosidad MTC E - 308
- Carta de viscosidad – temperatura.

#### **H. REGISTRO A CONSERVAR**

- Resultados del ensayo MTC E – 308
- Carta de viscosidad – temperatura.

#### **I. FRECUENCIA DE CONTROL**

Durante la operación y producción de la mezcla asfáltica.

#### **J. RESPONSABLE**

El responsable es el ingeniero de planta de asfalto ingeniero de laboratorio, el operador de planta de asfalto, operador del caldero de la planta de asfalto, ingeniero supervisión.

#### **6.5.5.2 CALENTAMIENTO DEL MATERIAL ASFALTICO**

**A. ACTIVIDAD :** Calentamiento del material asfáltico

**B. DOCUMENTO DE ENTRADA O NORMATIVO**

Según a las Especificaciones Técnicas Generales para Construcción de Carreteras EG – 2000

- Sección 410

- Subsección: 410.10

**C. RESPONSABLE DE ACTIVIDAD.**

Los responsables son:

- El ingeniero de Laboratorio
- El operador de planta de asfalto.
- Operador de planta
- Operador de caldero
- Ingeniero supervisor

**D. REGISTRO DE LA ACTIVIDAD.**

- Temperatura del material asfáltico en tanques de almacenamiento antes durante la producción de la mezcla asfáltica.

**E. RECURSOS**

- Recursos Humanos: Jefe de planta de asfalto, operador de planta de asfalto, ingeniero de laboratorio, operador de caldero
- Herramientas, instrumentos de medición para la temperatura.

- Equipos como caldera, aceite térmico, cemento asfáltico, bombas de recirculación, tanque de almacenamiento, indicadores de temperatura.

#### **F. CONTROL DE VARIABLE**

- La temperatura del material asfáltico Según las especificaciones técnicas EG – 2000 el cemento asfáltico será calentado a una temperatura tal, que se obtenga una viscosidad comprendida entre 75 y 155 cSt (según Carta Viscosidad-Temperatura proporcionado por el fabricante) y verificada en laboratorio por la Supervisión.
- Esto dependerá de acuerdo al tipo de pen.
- Según la NTP 321.051 el cemento asfáltico deberá ser homogéneo, libre de agua, y no deberá producir espuma al ser calentado a 175 °C

#### **G. MEDIO A UTILIZAR**

- Carta de viscosidad – temperatura proporcionada por cada cisterna del proveedor.
- NTP 321.051

#### **H. REGISTRO A CONSERVAR**

- El informe de ensayo de asfalto conteniendo la carta de viscosidad – temperatura.

#### **I. FRECUENCIA DE CONTROL**

Constante inspección cada hora durante el proceso de producción.

#### **J. RESPONSABLE**

El responsable es el ingeniero de planta de asfalto, ingeniero de laboratorio, el operador de planta de asfalto, operador del caldero de la planta de asfalto, ingeniero supervisión.

### **6.5.5.3 ALMACENAMIENTO Y ALIMENTACIÓN DE LOS AGREGADOS**

**A. ACTIVIDAD:** Almacenamiento y alimentación de los agregados.

#### **B. DOCUMENTO DE ENTRADA O NORMATIVO**

Según a las Especificaciones Técnicas Generales para Construcción de Carreteras EG – 2000

- Sección 410
- Subsección: 410.10

#### **C. RESPONSABLE DE ACTIVIDAD.**

Los responsables son:

- El ingeniero de Laboratorio
- El jefe de la planta de asfalto.
- Operador de cargador
- Ingeniero supervisor

#### **D. REGISTRO DE LA ACTIVIDAD.**

- Resultados de la supervisión del almacenamiento y alimentación de los agregados

#### **E. RECURSOS**

- Recursos Humanos: Jefe de planta de asfalto, operador del cargador, ingeniero de laboratorio, ingeniero supervisor.
- Maquinaria (cargador frontal)

#### **F. CONTROL DE VARIABLE**

- Uniformidad de la granulometría de los agregados, evitar que no se observe en los agregados segregación, contaminación.

- Los agregados se suministrarán fraccionados. El número de fracciones deberá ser tal que sea posible, con la instalación que se utilice, cumplir las tolerancias exigidas en la granulometría de la mezcla. Cada fracción será suficientemente homogénea y deberá poderse acopiar y manejar sin peligro de segregación, observando las precauciones que se detallan a continuación.
- Cada fracción del agregado se acopiará separada de las demás para evitar intercontaminaciones. Si los acopios se disponen sobre el terreno natural, no se utilizarán los ciento cincuenta milímetros (150 mm) inferiores de los mismos. Los acopios se construirán por capas de espesor no superior a un metro y medio (1,5 m), y no por montones cónicos. Las cargas del material se colocarán adyacentes, tomando las medidas oportunas para evitar su segregación.
- Cuando se detecten anomalías en el suministro, los agregados se acopiarán por separado, hasta confirmar su aceptabilidad. Esta misma medida se aplicará cuando se autorice el cambio de procedencia de un agregado.
- La carga de las tolvas en frío se realizará de forma que éstas contengan entre el cincuenta por ciento (50%) y el cien por ciento (100%) de su capacidad, sin rebosar. En las operaciones de carga se tomarán las precauciones necesarias para evitar segregaciones o contaminaciones.

#### **G. MEDIO A UTILIZAR**

- Las instalaciones de la planta para verificar dimensiones de superficie de almacenamiento

**H. REGISTRO A CONSERVAR**

- Resultados de la supervisión del almacenamiento y alimentación de los agregados

**I. FRECUENCIA DE CONTROL**

Verificación antes y durante la producción de mezcla asfáltica en caliente.

**J. RESPONSABLE**

El responsable es el ingeniero de planta de asfalto, ingeniero de laboratorio, el operador del cargado, ingeniero de supervisión.

**6.5.5.4 CALENTAMIENTO DEL AGREGADO****A. ACTIVIDAD:** Calentamiento del agregado**B. DOCUMENTO DE ENTRADA O NORMATIVO**

Según a las Especificaciones Técnicas Generales para Construcción de Carreteras EG – 2000

- Sección 410
- Subsección: 410.10

**C. RESPONSABLE DE ACTIVIDAD.**

Los responsables son:

- El ingeniero de Laboratorio
- El jefe de la planta de asfalto.
- Operador de asfalto
- Ingeniero supervisor

**D. REGISTRO DE LA ACTIVIDAD.**

- Temperatura máxima
- Contenido de humedad

**E. RECURSOS**

- Recursos Humanos: Jefe de planta de asfalto, operador de planta de asfalto, ingeniero de laboratorio, ingeniero supervisor.
- Planta de mezcla asfáltica en caliente.

**F. CONTROL DE VARIABLE**

- En ningún caso se introducirá en el mezclador el agregado caliente a una temperatura superior en más de cinco grados Celsius ( $5^{\circ}\text{C}$ ) a la temperatura del asfalto.
- Los agregados preferentemente secos se calentarán antes de su mezcla con el asfalto. El secador se regulará de forma que la combustión sea completa, indicada por la ausencia de humo negro en el escape de la chimenea.
- A la descarga del mezclador, todos los tamaños del agregado deberán estar uniformemente
- distribuidos en la mezcla y sus partículas totales y homogéneamente cubiertas.

**G. MEDIO A UTILIZAR**

- Instrumentos de medición de temperatura y humedad.

**H. REGISTRO A CONSERVAR**

- Resultados de la de temperatura de calentamiento del agregado y humedad.

**I. FRECUENCIA DE CONTROL**

Verificación antes y durante la producción de mezcla asfáltica en caliente.

**J. RESPONSABLE**

El responsable es el ingeniero de planta de asfalto, ingeniero de laboratorio, el operador de planta, ingeniero de supervisión.

#### **6.5.5.5 TEMPERATURA DE LA MEZCLA ASFÁLTICA AL FINALIZAR EL PROCESO DE MEZCLADO**

**A. ACTIVIDAD:** Temperatura de la mezcla asfáltica al finalizar el proceso de mezclado

**B. DOCUMENTO DE ENTRADA O NORMATIVO**

Según a las Especificaciones Técnicas Generales para Construcción de Carreteras EG – 2000

- Sección 400.02
- Tabla : 400-7

**C. RESPONSABLE DE ACTIVIDAD.**

Los responsables son:

- El ingeniero de Laboratorio
- El jefe de la planta de asfalto.
- Operador de asfalto
- Ingeniero supervisor

**D. REGISTRO DE LA ACTIVIDAD.**

Registro de la temperatura de la mezcla asfáltica en caliente

**E. RECURSOS**

- Recursos Humanos: Jefe de planta de asfalto, operador de planta de asfalto, ingeniero de laboratorio, ingeniero supervisor.
- Planta de mezcla asfáltica en caliente.
- Instrumentos para la medición de temperatura

**F. CONTROL DE VARIABLE**

Tipo y Grado del Asfalto	Rangos de Temperatura	
	En Esparcido o Riego	En Mezclas Asfálticas (1)
<b>Asfaltos Diluidos:</b>		
MC-30	30-(2)	-
RC-70 o MC-70	50-(2)	-
RC-250 o MC-250	75-(2)	60-80(3)
RC-800 o MC-800	95-(2)	75-100(3)
<b>Emulsiones Asfálticas</b>		
CRS-1	50-85	-
CRS-2	60-85	-
CMS-2	40-70	50-60
CMS-2h; CSS-1; CSS-1h	20-70	20-70
<b>Cemento Asfáltico</b>		
Todos los grados	140 máx (4)	140 máx (4)

Fuente: Especificaciones Técnicas Generales para la Construcción de Carreteras EG-2000 MTC. Perú. 2000

- (1) Temperatura de mezcla inmediatamente después de preparada.
- (2) Máxima temperatura en la que no ocurre vapores o espuma
- (3) Temperatura en la que puede ocurrir inflamación. Se deben tomar precauciones para prevenir fuego o explosiones.
- (4) Se podrá elevar esta temperatura de acuerdo a las cartas temperatura-viscosidad del fabricante.

#### G. MEDIO A UTILIZAR

Instrumentos de medición de temperatura.

#### H. REGISTRO A CONSERVAR

Temperatura de la mezcla asfáltica al momento de su producción.

#### I. FRECUENCIA DE CONTROL

Durante el proceso de producción.

#### J. RESPONSABLE

El responsable es el ingeniero de planta de asfalto, ingeniero de laboratorio, el operador de planta, ingeniero de supervisión.

#### 6.5.5.6 TIEMPO DE MEZCLADO

A. **ACTIVIDAD:** Tiempo de mezclado

**B. DOCUMENTO DE ENTRADA O NORMATIVO**

Según a las Especificaciones Técnicas Generales para Construcción de Carreteras EG – 2000

- Sección 410
- Subsección 410.10

**C. RESPONSABLE DE ACTIVIDAD.**

Los responsables son:

- El jefe de la planta de asfalto.
- Operador de asfalto
- Ingeniero supervisor

**D. REGISTRO DE LA ACTIVIDAD.**

Tiempo de mezclado

**E. RECURSOS**

- Recursos Humanos: Jefe de planta de asfalto, operador de planta de asfalto, ingeniero supervisor.
- Planta de mezcla asfáltica en caliente.

**F. CONTROL DE VARIABLE**

El tiempo de mezclado debe ser el mínimo necesario para que todas las partículas del agregado queden cubiertas con el material asfáltico y la mezcla muestre un aspecto uniforme. En ningún caso el tiempo de mezclado, una vez que se haya añadido el material asfáltico, debe ser mayor de 50 segundos.

**G. MEDIO A UTILIZAR**

Software de proceso bajo la respectiva configuración.

#### **H. REGISTRO A CONSERVAR**

Tiempo de mezclado

#### **I. FRECUENCIA DE CONTROL**

Durante el proceso de producción.

#### **J. RESPONSABLE**

El responsable es el ingeniero de planta de asfalto, el operador de planta, ingeniero de supervisión.

#### **6.5.5.7 TRANSPORTE**

##### **A. ACTIVIDAD:** Transporte

##### **B. DOCUMENTO DE ENTRADA O NORMATIVO**

Según a las Especificaciones Técnicas Generales para Construcción de Carreteras EG – 2000

- Sección 410
- Subsección 410.11

##### **C. RESPONSABLE DE ACTIVIDAD.**

Los responsables son:

- Operador del camión de volteo.
- Ingeniero supervisor

##### **D. REGISTRO DE LA ACTIVIDAD.**

Resultado de la supervisión de la condición de transporte.

##### **E. RECURSOS**

- Recursos Humanos: Operador del camión de volteo, ingeniero supervisor.
- Operadores de camiones de volteo.

## **F. CONTROL DE VARIABLE**

La mezcla se debe transportar en camiones volteo, o en equipos especialmente diseñados para este fin, desde la Planta de Mezclado hasta el lugar de su utilización. Las tolvas de los camiones se deben limpiar para evitar materiales extraños en la mezcla. Las tolvas deben estar provistas de una lona para cubrir la mezcla desde que es cargada hasta el momento de su utilización.

## **G. MEDIO A UTILIZAR**

Técnicas de supervisión

## **H. REGISTRO A CONSERVAR**

Resultados de la supervisión

## **I. FRECUENCIA DE CONTROL**

Durante el transporte de la mezcla asfáltica.

## **J. RESPONSABLE**

El responsable es el operador del camión de volteo, ingeniero de supervisión.

## **6.6 REGLAMENTO INTERNO DE LA PLANTA DE ASFALTO DE LA MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE SAN ROMAN – JULIACA**

### **INTRODUCCION**

Este manual de procedimientos de la planta de asfalto de la MPSRJ fue creado con la finalidad de servir de guía al usuario paso por paso en la realización de cada una de los trabajos a realizarse por el personal que labora en la planta. El correcto uso del manual permitirá la correcta ejecución de los trabajos garantizando la confiabilidad en la entrega del producto final.

## INSTRUCCIONES DE USO

En el manual se indican claramente todos los elementos necesarios para poder llevar a cabo una correcta aplicación del mismo. Es importante que se comprenda la forma en que debe usarse para evitar cometer errores. El procedimiento es el siguiente:

- Leer cuidadosamente todo el documento de la prueba hasta asegurar su total comprensión.
- Asegurarse de que se tiene claro el objetivo de la prueba.
- Cerciorarse de que se cuenta con todo el equipo y los instrumentos indicados y verificar que cumplan con los requerimientos y se encuentren en buen estado.
- Colocar el equipo y los instrumentos cerca al área donde se llevara a cabo la prueba.
- Realizar las anotaciones referentes al material con el que se realizara la prueba en su respectiva hoja de registro, ubicada al final del documento.
- En caso de ser necesario, leer nuevamente la sección donde se especifica el procedimiento de prueba, especialmente la parte donde se especifican las acciones preventivas, que tienen la finalidad de evitar errores en el procedimiento.
- Realizar los cálculos y hacer las anotaciones de los resultados en las hojas de registro.

### **REGLAMENTO INTERNO DE LA PLANTA DE ASFALTO DE LA MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE SAN ROMAN - JULIACA**

#### **TITULO I :DISPOSICIONES GENERALES**

## CAPITULO I : GENERALIDADES

**Art. 01.** La planta de asfalto de la Municipalidad Provincial de San Román - Juliaca, proporciona a las diferentes obras ejecutadas por la Municipalidad Provincial San Román – Juliaca, con la entrega de mezcla asfáltica en caliente en condiciones óptimas.

**Art. 02.** La planta de asfalto de la Municipalidad Provincial de San Román - Juliaca contará con un Jefe encargado de la dirección, organización y supervisión de las actividades que se realiza en la planta de asfalto. El jefe de la planta deberá ser un profesional, especialista en dicha área y estar en pleno ejercicio de su profesión. Propuesto por la Municipalidad Provincial San Román – Juliaca, específicamente por la Gerencia de Infraestructura, acreditado bajo resolución gerencial para ejercer la jefatura.

## CAPITULO II: FINALIDAD

**Art. 03.** La planta de asfalto de la Municipalidad Provincial de San Román - Juliaca tiene por finalidad dotar mezcla asfáltica en caliente para las diferentes obras que son ejecutadas.

- a) Proponer un plan de calidad aplicado a la mezcla asfáltica caliente producido en la planta de asfalto de la Municipalidad Provincial de San Román de la ciudad de Juliaca, sobre la base de los fundamentos y requisitos de las normas ISO 9000:2000, ISO 9001:2000
- b) Evaluar la aplicación de las Normas ISO 9000:2000 y 9001:2000 en la elaboración de mezcla asfáltica caliente en la planta de asfalto de Juliaca.
- c) Ofrecer un plan de calidad aplicado a la mezcla asfáltica caliente producida en la planta de asfalto de Juliaca, sobre la base de los fundamentos de las normas ISO 9000:2000 y los requisitos correspondiente a los procesos de realización del producto de las Normas ISO 9001:2000. Esto para los profesionales y técnicos que están involucrados en la producción de mezcla asfáltica en caliente.
- d) Proporcionar la información básica para el control de calidad y de las prácticas eficientes de planta y de pavimentación en la producción de mezcla asfáltica en caliente.
- e) Evidenciar los beneficios que se observan en un proceso de producción de mezcla asfáltica en caliente, respaldados por fuertes controles de calidad

## TITULO II

### CAPITULO III

#### DE LA ORGANIZACIÓN

La planta de asfalto de la Municipalidad Provincial de San Román - Juliaca contará en su organización con el siguiente personal:

1. Jefe de planta de asfalto
2. Operador de la planta de asfalto
3. Operador de la planta chancadora
4. Ingeniero mecánico
5. Ingeniero electrónico
6. Ingeniero control de calidad de laboratorio
7. Técnico de laboratorio
8. Controlador de materiales
9. Seguridad en planta

### CAPITULO IV

#### DEL JEFE DE LA PLANTA DE ASFALTO

La planta de asfalto de la Municipalidad Provincial de San Román - Juliaca contará con un Jefe encargado de la dirección, organización y supervisión de las actividades que realiza en la planta. El jefe de la planta deberá ser un profesional, especialista en dicha área y estar en pleno ejercicio de su profesión. Propuesto por la Municipalidad Provincial San Román - Juliaca específicamente

por la Gerencia de Infraestructura, acreditado bajo resolución gerencial para ejercer la jefatura.

El jefe de la planta de asfalto tendrá como funciones principales las siguientes:

1. Dirigir y coordinar el adecuado funcionamiento de la planta de asfalto de la Municipalidad Provincial San Román - Juliaca
2. Establecer el cumplimiento de las funciones y sanciones del personal a su cargo para la operatividad de la planta de asfalto.
3. Coordinar las actividades y el acceso a la planta de asfalto de las personas que estén autorizadas que requiera hacer uso de las instalaciones de la planta.
4. Realizar constantemente la verificación de las instalaciones de la planta de asfalto tales como: los equipos, el abastecimiento del material, insumos que se requieran para la operatividad de la planta de asfalto, debiendo gestionar con oportunidad ante las instancias pertinentes a fin de no desabastecerse del material en la planta de asfalto.
5. Realizar la verificación en la producción de la mezcla asfáltica en caliente, previa coordinación con el supervisor y residente de obra.
6. Monitorear el funcionamiento de la planta de asfalto de manera que se cumpla el Reglamento.

## CAPITULO V

### **DEL OPERADOR DE LA PLANTA DE ASFALTO**

**Art. 03.** El operador de la planta de asfalto deberá ser una persona técnica que tenga conocimientos en el manejo de planta de asfalto.

El operador de la planta de asfalto tendrá como funciones principales las siguientes:

1. El operador de la planta de asfalto permanecerá en su centro de trabajo en el horario establecido por el jefe de planta, debiendo respetarse en dicho horario las 8 horas de trabajo por jornada y el tiempo necesario para la hora de almuerzo ( dicho hora de almuerzo no deberá ser menor a 1 hora ni mayor a 2 horas).
2. En días de producción el operador se quedará de corrido hasta que se termine con la producción.
3. El operador de la planta de asfalto coordinará con el jefe de planta de asfalto, previa anticipación no menor a dos días para la producción de mezcla asfáltica en caliente.
4. El operador de la planta de asfalto deberá comunicar al jefe de planta los imprevistos que se dan en la planta de asfalto.
5. El operador de la planta de asfalto es responsable de hacer cumplir según diseño, en la elaboración de la mezcla asfáltica en caliente.
6. El operador de la planta de asfalto es responsable de comunicar al jefe de planta de asfalto si tiene en reserva en los tanques de almacenamiento del cemento asfáltico y del combustible.
7. El operador de la planta de asfalto al término de los trabajos de producción deberá llevar un registro de que cantidad de mezcla asfáltica en caliente se ha producido en el día.
8. El operador de la planta de asfalto deberá estar en permanente coordinación con el jefe de Laboratorio y con el Técnico de laboratorio, a fin de que absuelva y asesore a este último, si así lo requiere.

#### **PERSONAL DE APOYO DEL OPERADOR DE PLANTA DE ASFALTO**

1. El personal de apoyo deberá trabajar previa coordinación con el operador de planta de asfalto.

2. El personal de apoyo debe de estar capacitado para poder cumplir sus funciones adecuadamente.
3. El personal de apoyo designado será como mínimo 4 personas (2 operador de caldero, 1 operador del dosador de filler y 1 personal de verificación de material)

## CAPITULO VI

### **OPERADOR DE LA PLANTA CHANCADORA**

**Art. 04.** El operador de la planta chancadora ser una persona técnica que tenga conocimientos en el manejo de planta chancadora, (Operador de Chancador A y

B)

El operador de la planta chancadora tendrá como funciones principales las siguientes:

1. El operador de la planta chancadora permanecerá en su centro de trabajo en el horario establecido por el jefe de planta, debiendo respetarse en dicho horario las 8 horas de trabajo por jornada y el tiempo necesario para la hora de almuerzo (dicho hora de almuerzo no deberá ser menor a 1 hora ni mayor a 2 horas). El operador de la planta chancadora deberá cumplir las siguientes funciones:
2. Deberá de controlar el chancado de la materia prima.
3. Deberá verificar la materia prima que ingresa al alimentador vibratorio, que no ingrese cualquier otro material como por ejemplo fierro.
4. El operador de la planta chancadora deberá comunicar al jefe de planta los imprevistos que se dan en la planta chancadora como averíos y otros.

5. Mantener la organización y limpieza en el Laboratorio.
6. Verificar constantemente del funcionamiento y operatividad de los equipos de la planta chancadora conjuntamente con el jefe de planta de asfalto.
7. Informar mensualmente al Jefe de planta de los trabajos realizados, así como de las condiciones de operatividad en que se encuentran los equipos de la planta chancadora. Si los equipos presentan deterioro por las condiciones normales de uso, dicha responsabilidad no será atribuible al operador de planta chancadora debiendo este último informar inmediatamente al jefe de planta de asfalto.
8. El operador de la planta chancadora deberá estar en permanente coordinación con el jefe de Laboratorio y con el Técnico de laboratorio, a fin de que absuelva y asesore a este último, esto para la obtención del tipo de tamaño de la piedra chancada.

#### **PERSONAL DE APOYO DEL OPERADOR DE PLANTA DE CHANCADORA**

1. El personal de apoyo deberá trabajar previa coordinación con el operador de planta de chancadora.
2. El personal de apoyo debe de estar capacitado para poder cumplir sus funciones adecuadamente.
3. El personal de apoyo designado será como mínimo 5 personas: (2 oficial de cono, 2 oficial de mandíbula, 1 personal de verificación de material.

### **CAPITULO VII**

#### **DEL INGENIERO MECANICO**

**Art. 05.** El ingeniero mecánico deberá ser un profesional especialista en dicha área y estar en pleno ejercicio de su profesión, que tenga conocimientos de la parte mecánica de la planta de asfalto y de la planta chancadora.

**Art. 06.** El ingeniero mecánico estará a cargo de las evaluar a toda la toda parte mecánica que sufran desperfectos, averías y dar la solución respectiva. Esto en plena coordinación con el jefe de planta, con los operadores de la planta de asfalto y planta chancadora.

#### **PERSONAL DE APOYO AL INGENIERO MECANICO**

1. El personal de apoyo deberá trabajar previa coordinación con el ingeniero mecánico.
2. El personal de apoyo de bebe de estar capacitado para poder cumplir sus funciones adecuadamente.
3. El personal de apoyo designado será como mínimo 3 personas (electricista industrial, soldador, personal de mantenimiento, personal lubricador)

#### **CAPITULO VIII**

#### **DEL INGENIERO ELECTRONICO**

**Art. 07.** El ingeniero electrónico deberá ser un profesional especialista en dicha área y estar en pleno ejercicio de su profesión, que tenga conocimientos de la parte electrónica de la planta de asfalto y de la planta chancadora.

**Art. 08.** El ingeniero electrónico estará a cargo de las evaluar a toda la toda parte electrónica que sufran desperfectos, averías y dar la solución respectiva.

Esto en plena coordinación con el jefe de planta, con los operadores de la planta de asfalto y planta chancadora.

### **PERSONAL DE APOYO AL INGENIERO ELECTRONICO**

1. El personal de apoyo deberá trabajar previa coordinación con el ingeniero electrónico.
2. El personal de apoyo debe de estar capacitado para poder cumplir sus funciones adecuadamente.
3. El personal de apoyo designado será como mínimo 1 persona (técnico electrónico)

### **CAPITULO IX**

#### **DEL INGENIERO DE CONTROL DE CALIDAD (LABORATORIO)**

**Art. 09.** El ingeniero de control de calidad deberá ser un profesional especialista en dicha área y estar en pleno ejercicio de su profesión, que tenga conocimientos de la en diseño de asfalto. El ingeniero de control de calidad tendrá como funciones principales las siguientes:

1. El ingeniero de control de calidad será el encargado que de verificar el diseño de la mezcla asfáltica de cada obra.
2. El será el encargado de coordinar con el jefe de planta de asfalto y operador de la planta chancadora con respecto al chancado de la piedra (materia prima), para determinar de qué tamaño será la piedra chancada.

3. Será encargado de verificar el ingreso a la planta de asfalto de todos materiales e insumos que se utilizaran en la producción de mezcla asfáltica en caliente y hacer cumplir según especificaciones técnicas de cada material.
4. Será encargado de verificar el ingreso del cemento asfáltico (pen), verificando que se entregue los documentos respectivos (específicamente el informe de ensayo del cemento asfáltico y la carta de viscosidad – temperatura).
5. Será encargado durante la producción de mezcla asfáltica en caliente, de tomar muestra de la mezcla asfáltica, de los agregados, para luego hacer sus respectivos ensayos, para saber si cumple con su respectivo diseño.
6. Monitorear el funcionamiento de los equipos de laboratorio que se use para la mezcla asfáltica de manera que se cumpla según las especificaciones.
7. Dar un informe de cada producción de los respectivos ensayos que se realizó en cada producción de mezcla asfáltica en caliente.

## CAPITULO X **DEL TECNICO DE LABORATORIO**

**Art. 010.** El técnico de laboratorio deberá ser una persona técnica especialista en dicha área, que tenga conocimientos en el manejo de equipos, procedimiento para realizar los diferentes tipos de ensayo que son necesarios para de asfalto.

El técnico de laboratorio tendrá como funciones principales las siguientes:

1. El técnico de laboratorio trabajará en plena coordinación con el ingeniero de control de calidad.

2. Verificar constantemente del funcionamiento y operatividad de los equipos del laboratorio conjuntamente con el ingeniero de calidad, así como el uso de los equipos de laboratorio antes y después de la producción.
3. Sera el encargado de realizar todos los ensayos que se necesite para la elaboración de la mezcla asfáltica en caliente.
4. Mantener la organización y limpieza en el Laboratorio.
5. Informar mensualmente al Jefe de laboratorio de los trabajos realizados, así como de las condiciones de operatividad en que se encuentran los equipos de Laboratorio. Si los equipos presentan deterioro por las condiciones normales de uso, dicha responsabilidad no será atribuible al técnico debiendo este último informar inmediatamente al ingeniero de laboratorio.

#### **PERSONAL DE APOYO DEL TÉCNICO DE LABORATORIO**

1. El personal de apoyo deberá trabajar previa coordinación con el técnico de laboratorio.
2. El personal de apoyo debe de estar capacitado para poder cumplir sus funciones adecuadamente.
3. El personal de apoyo designado será como mínimo 2 personas:(2 auxiliares de laboratorio)

### **CAPITULO XI**

#### **DEL CONTROLADOR DE MATERIALES**

**Art. 011.** El controlador de materiales deberá ser una persona que tenga conocimiento en dicha área.

El controlador de materiales tendrá como funciones principales las siguientes:

1. El controlador de materiales trabajará en plena coordinación con el jefe de planta y con el ingeniero de control de calidad.
2. El controlador de materiales será el encargado de registrar todo los materiales e insumos que ingresen a la planta de asfalto.
3. Llevará un registro de los materiales que ingresa a la planta de asfalto para cada obra por separado.
4. Tener conocimiento básico de unidades de medida para los diferentes materiales e insumos que están en la planta de asfalto y planta chancadora.
5. El será encargado de llevar un registro de ingreso de los siguientes materiales:
  - Para la planta chancadora (agregado pétreo)
  - Para la planta de asfalto (cemento asfáltico, combustible)
6. El será encargado de llevar un registro de salida de lo siguiente:
  - De los vehículos que transportan la mezcla asfáltica en caliente para cada obra.
7. Llevar un registro de la cantidad de mezcla asfáltica en caliente que se produce por día.
8. Llevar un registro de la cantidad de cemento asfáltico utilizado por día de producción.
9. Llevar un registro de la cantidad de combustible utilizado por día de Producción.

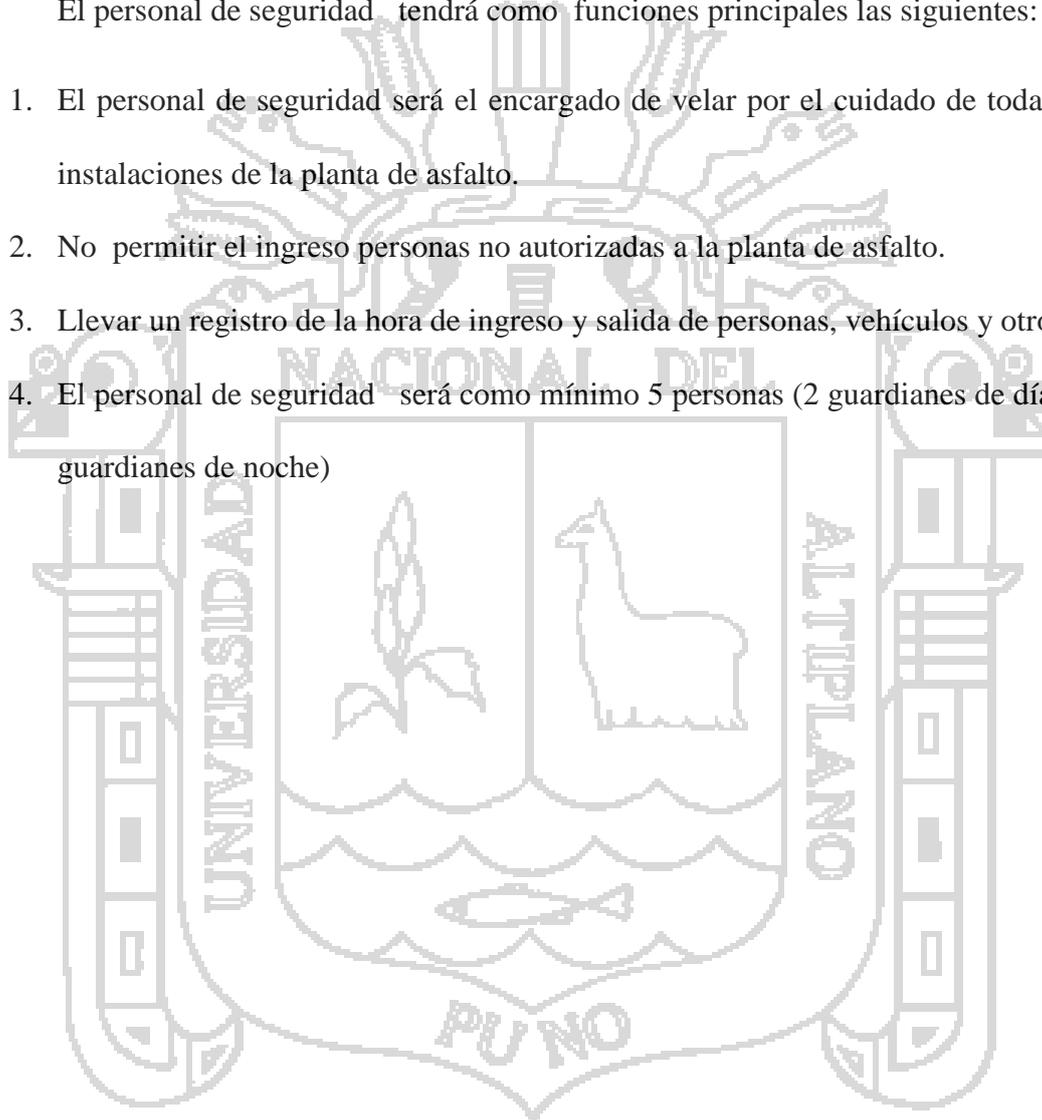
## CAPITULO XII

### **DEL PERSONAL DE SEGURIDAD (GUARDIANIA)**

**Art. 012.** El personal de seguridad deberá ser una persona que tenga conocimiento en dicha área.

El personal de seguridad tendrá como funciones principales las siguientes:

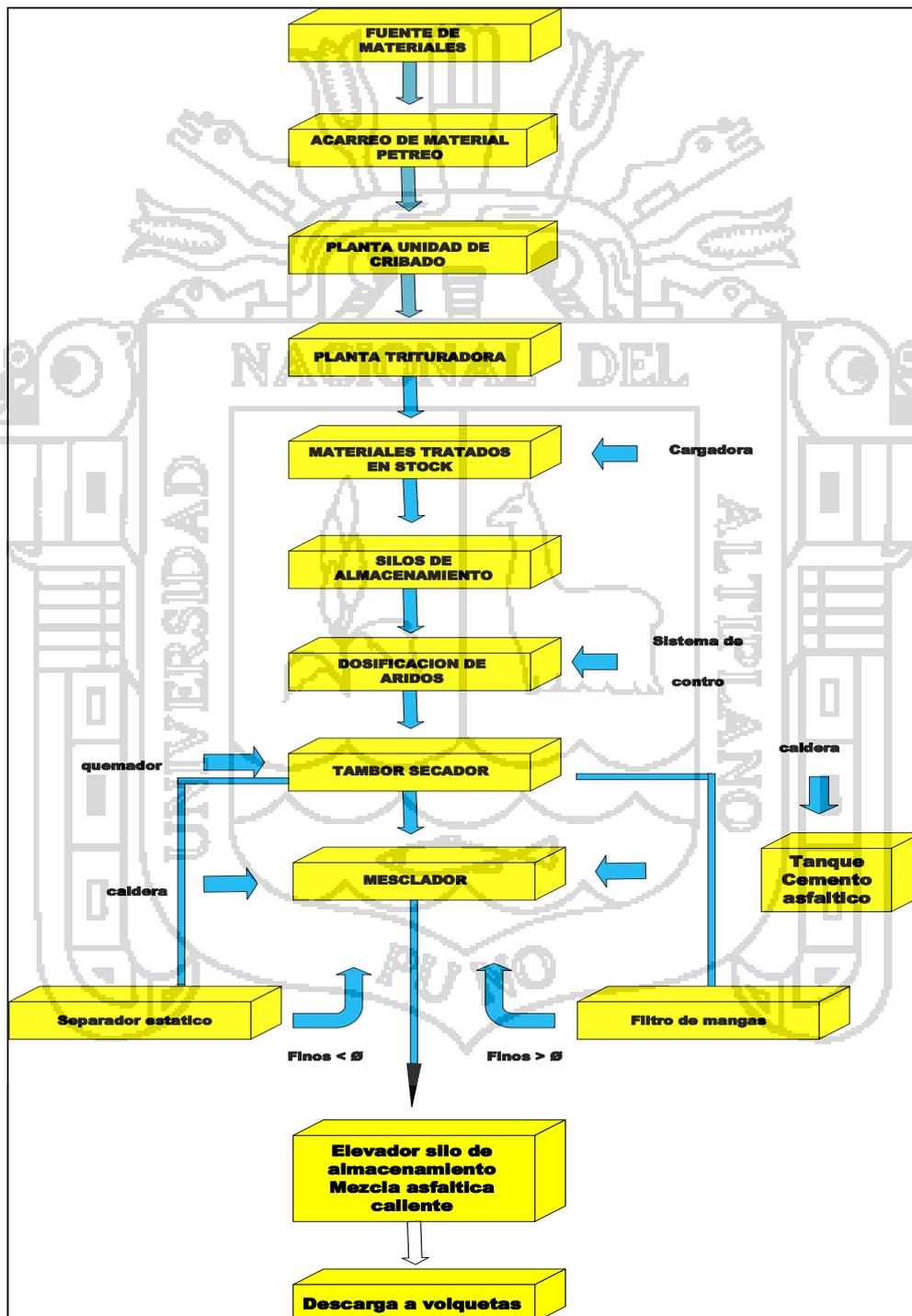
1. El personal de seguridad será el encargado de velar por el cuidado de todas las instalaciones de la planta de asfalto.
2. No permitir el ingreso personas no autorizadas a la planta de asfalto.
3. Llevar un registro de la hora de ingreso y salida de personas, vehículos y otros.
4. El personal de seguridad será como mínimo 5 personas (2 guardianes de día y 3 guardianes de noche)





6.8 DIAGRAMA DE FLUJO EN LA ELABORACIÓN DE MEZCLA ASFÁLTICA

FIG. Nº 6.2: DIAGRAMA DE FLUJO EN LA ELABORACIÓN DE MEZCLA ASFÁLTICA



Fuente: Elaboración propia

## 6.9 COMPARACION DEL PERSONAL QUE LABORA ACTUALMENTE Y PROPUESTO CON EL PERSONAL DEL PLAN DE CALIDAD

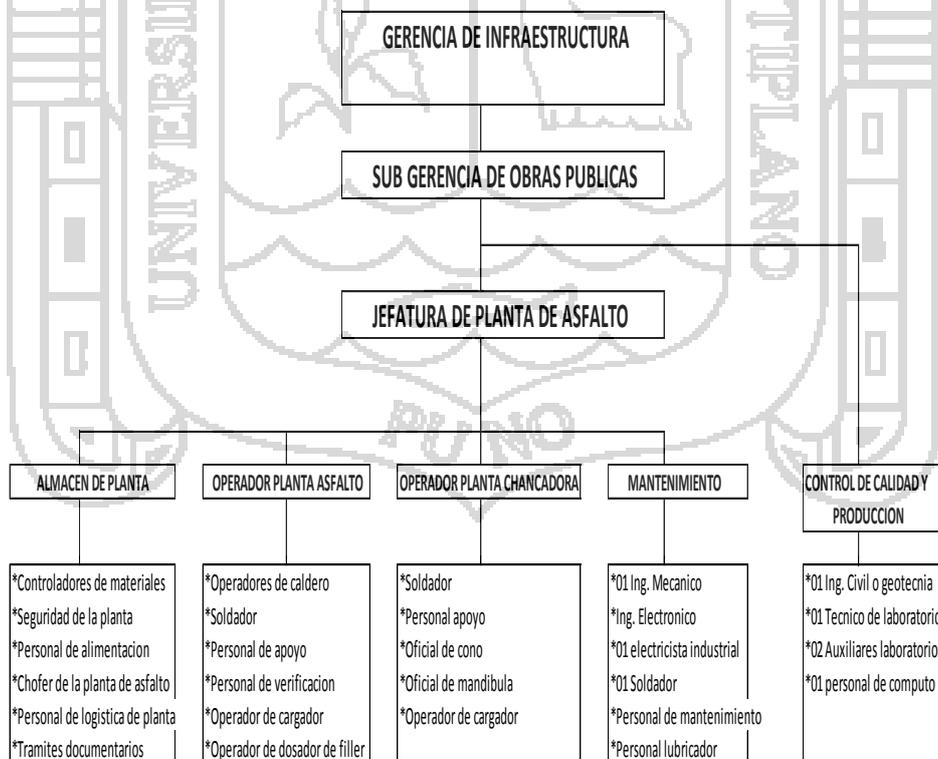
En la actualidad el personal que viene laborando en la planta es insuficiente, porque la planta no tiene un presupuesto propio para poder cubrir con los pagos del personal.

En su totalidad el personal que labora son puestos en planilla de pagos en las diferentes obras que viene ejecutando la Municipalidad provincial de San Román- Juliaca.

Con respecto al laboratorio la planta no tiene su propio laboratorio que tenga sus propios equipos que pertenezcan al laboratorio de la planta.

### 6.10 COMPARACION DE LOS ORGANIGRAMAS:

#### 6.10.1 ORGANIGRAMA ACTUAL



Fuente: Elaboración propia

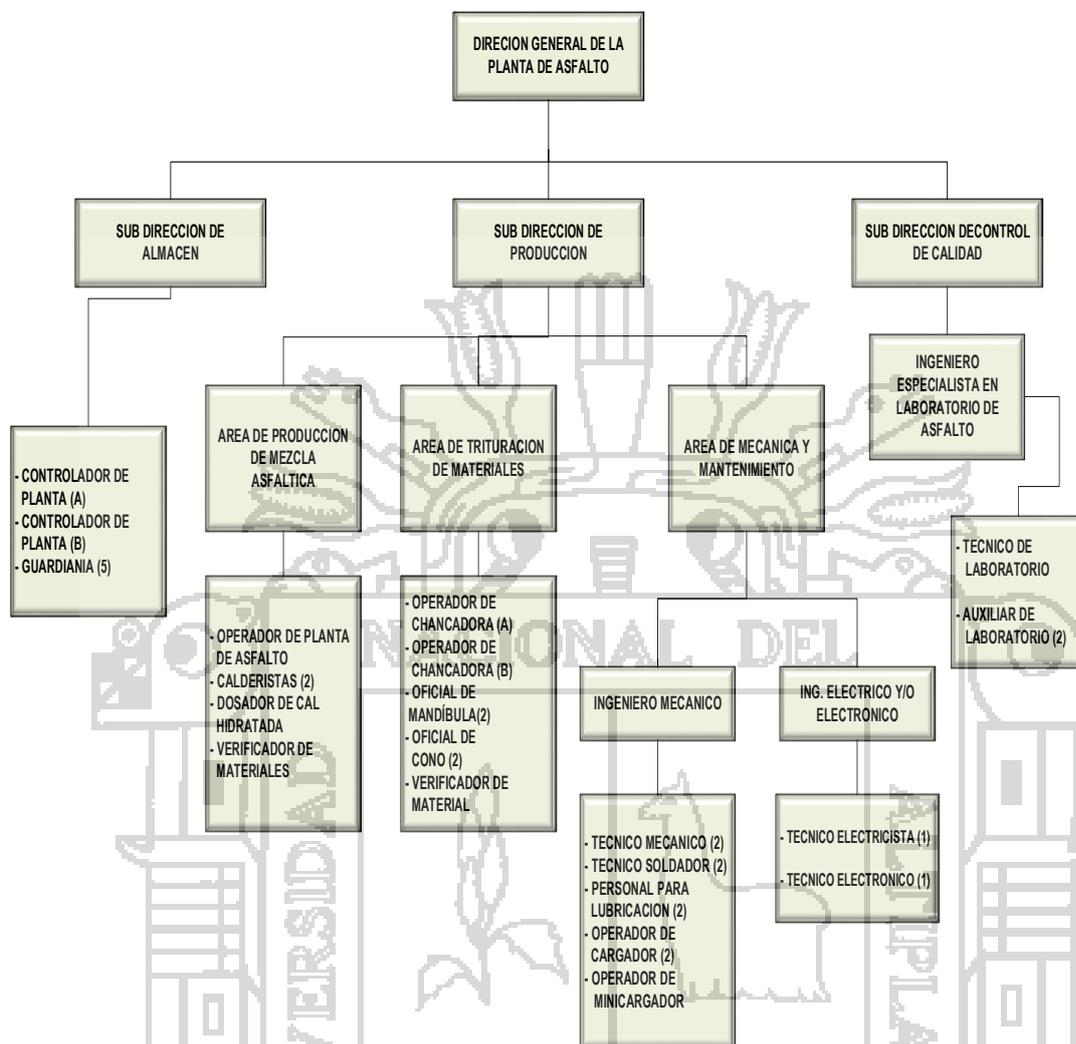
La cantidad de personal que trabaja en la planta es la siguiente, con el siguiente gasto que se hace en pagar al personal tal como se muestra a continuación:

#### 6.10.2 PRESUPUESTO QUE SE GASTA AN LA ACTUALIDAD

DESCRIPCION	CANTIDA D	Nº DE MESE S	COSTO MENSUA L (S/.)	PARCIA L (S/.)
Ingeniero encargado de la jefatura de la planta	1	12	2,650.00	31,800.00
Ingeniero especialista es laboratorio de Asfalto	1	12	1,750.00	21,000.00
Ingeniero Mecánico	1	6	2,050.00	12,300.00
Ingeniero Eléctrico/Electrónico	1	6	2,050.00	12,300.00
Operador de planta de asfalto	1	12	1,450.00	17,400.00
Operador de planta chancadora	1	12	1,250.00	15,000.00
Técnico en laboratorio	1	12	1,250.00	15,000.00
Controlador de materiales	1	12	1,050.00	12,600.00
Calderista	1	12	1,050.00	12,600.00
Oficial mandíbula	1	12	1,050.00	12,600.00
Oficial de cono	1	12	1,050.00	12,600.00
Técnico mecánico	1	6	1,050.00	6,300.00
Técnico soldador	1	6	954.00	5,724.00
Operador de cargador	1	6	1,250.00	7,500.00
Operador de mini cargador	1	6	1,050.00	6,300.00
Auxiliar de laboratorio	1	12	954.00	11,448.00
Guardián	3	12	954.00	11,448.00
Chofer de vehículo menor	1	12	954.00	11,448.00
<b>COSTO TOTAL EN PERSONAL (S/)</b>				<b>235,368.00</b>

Fuente: Elaboración propia

### 6.10.3 ORGANIGRAMA QUE SE PROPONE SEGÚN PLAN



Fuente: Elaboración propia

Se observa que en el organigrama propuesto el número de personal ha aumentado, esto para poder cumplir con la entrega del producto tal como es la producción de mezcla asfáltica en caliente.

Se propone a la Municipalidad Provincial de San Román – Juliaca, esto a la gerencia de infraestructura, a través de la dirección general de la planta se gestione un presupuesto netamente para la planta de asfalto, con la finalidad que los trabajadores sean bien remunerados, que sean trabajadores permanentes en la planta de asfalto esto con el fin de

realizar un buen servicio con la dotación de mezcla asfáltica a las diferentes obras que ejecuta la Municipalidad Provincial de San Román – Juliaca.

#### 6.10.4 PRESUPUESTO QUE SE PROPONE SEGÚN PLAN DE CALIDAD

DESCRIPCION	CANTIDAD	Nº DE MESES	COSTO MENSUAL (S/.)	PARCIAL (S/.)
Ingeniero encargado de la dirección de la planta	1	12	4,200.00	50,400.00
Ingeniero especialista en laboratorio de Asfalto	1	12	3,500.00	42,000.00
Ingeniero Mecánico	1	6	3,800.00	22,800.00
Ingeniero Eléctrico/Electrónico	1	6	3,800.00	22,800.00
Operador de planta de asfalto	1	12	2,500.00	30,000.00
Operador de planta chancadora A	1	12	2,250.00	27,000.00
Operador de planta chancadora B	1	12	1,950.00	23,400.00
Técnico en laboratorio	1	12	2,100.00	25,200.00
Controlador de materiales A	1	12	1,950.00	23,400.00
Controlador de materiales B	1	12	1,350.00	16,200.00
Calderista	2	12	1,650.00	19,800.00
Oficial mandíbula	2	12	1,650.00	19,800.00
Oficial de cono	2	12	1,650.00	19,800.00
Verificador de materiales en planta de asfalto	2	6	1,200.00	7,200.00
Verificador de materiales en planta chancadora	2	6	1,200.00	7,200.00
técnico mecánico	2	6	1,650.00	9,900.00
técnico soldador	2	6	1,650.00	9,900.00
Personal lubricador	2	12	900.00	10,800.00
Operador de cargador	2	6	2,100.00	12,600.00
Operador de mini cargador	1	6	1,650.00	9,900.00
Técnico electricista	1	6	1,950.00	11,700.00
Técnico electrónico	1	6	1,950.00	11,700.00
Auxiliar de laboratorio	2	12	1,650.00	19,800.00
Chofer de vehículo menor	1	12	1,650.00	19,800.00
Guardián	5	12	1,650.00	19,800.00
<b>COSTO TOTAL EN PERSONAL (S/)</b>				<b>492,900.00</b>

Fuente: Elaboración propia.

### 6.10.5 PRESUPUESTO QUE SE PROPONE PARA LA COMPRA DE EQUIPOS PARA EL LABORATORIO DE ASFALTO

Estos equipos van a ser de vital importancia para la producción de mezcla asfáltica en caliente para un mejor control en los materiales, el producto de mezcla asfáltica entre otros y se muestra el presupuesto que se necesita para la adquisición de estos equipos.

EQUIPO	UND	CANTIDAD	PRECIO	PARCIAL
Equipo de Abrasion Ensayo Los Angeles Marca ORION.	Und	1	15,500.00	15,500.00
Carga abrasiva para equipo de abrasión los angeles (12 esferas)	Jgo.	1	800.00	800.00
Dispositivo de Calibre Proporcional de Partículas Chatas y Alargadas Marca ORION	Und	1	500.00	500.00
Picnómetro para Arena y Grava Fina Marca ORION	Und	1	250.00	250.00
Equipo para ensayo de adherencia Riedel Weber (Básico) Marca ORION	Set	1	340.00	
Cabezal de Rotura Mordaza para ensayo de estabilidad Marshall Marca ORION	Und	1	1,000.00	1,000.00
Cabezal de Rotura Mordaza Lottman Marca ORION	Und	1	800.00	800.00
Extractor de Muestra Vigetas Marshall 4" Marca ORION.	Und	1	650.00	650.00
Martillo de compactación para ensayo de estabilidad Marshall Marca ORION.	Und	1	500.00	500.00
Molde de Ensayo Marshal Marca ORION.	Und	1	180.00	180.00
Pedestal de Compactación Marshall Marca ORION.	Und	1	850.00	850.00
Prensa eléctrica para Ensayo Marshall con Anillo de Carga Marca ORION.	Und	1	8,900.00	8,900.00
Dial Indicador Marca Mitutoyo, Mod 2046S Gama 10 mm sensibilidad 0.01 mm procedencia Japan, diametro de camiseta de vastago 8 mm, con suplex	Und	1	500.00	500.00
Papel Filtro para Marshall de 4" de Diam x 100	Pqt	1	70.00	70.00
Tricloroetileno	Cil	1	3,300.00	3,300.00
Equipo Lavado Muestras Centrifuga Marca ORION	Und	1	5,500.00	5,500.00

Papel filtro para Centrifuga de 25 cm Ø x 5 cm Ø central x 100 unidades.	Pqt	1	550.00	550.00
La Viga Benkelman mide el desviamiento de los pavimentos flexibles bajo los efectos de las cargas representadas por el tráfico de acuerdo con el ensayo.	Und	1	7,000.00	7,000.00
Balanza Electrónica Cap. 4000 gr. x 0.1 gr. Marca OHAUS	Und	1	1,600.00	1,600.00
Bandeja de acero inox de 23 x 33 x 5 cm Marca Orión	Und	1	26.00	26.00
Horno de Laboratorio (80 x 80 x 80 cm) Cap. 531, en acero inoxidable, con rejillas en la camara, Digital programable, Marca ORION	Und	1	14,500.00	14,500.00
Termómetro Blindados de 250°C. Analógico tipo reloj, de 2" Ø, con vástago de 30 cm Procedencia Alemana.	Und	1	320.00	320.00
Tamiz de 8" Ø en Acero Inox. S.F. malla N° 4 Marca ORION	Und	1	180.00	180.00
Tamiz de 8" Ø en Acero Inox. S.F. malla N° 8 Marca ORION	Und	1	180.00	180.00
Tamiz de 8" Ø en Acero Inox. S.F. malla N° 10 Marca ORION	Und	1	180.00	180.00
Tamiz de 8" Ø en Acero Inox. S.F. malla N° 16 Marca ORION	Und	1	180.00	180.00
Tamiz de 8" Ø en Acero Inox. S.F. malla N° 20 Marca ORION	Und	1	180.00	180.00
Tamiz de 8" Ø en Acero Inox. S.F. malla N° 30 Marca ORION	Und	1	180.00	180.00
Tamiz de 8" Ø en Acero Inox. S.F. malla N° 40 Marca ORION	Und	1	180.00	180.00
Tamiz de 8" Ø en Acero Inox. S.F. malla N° 50 Marca ORION	Und	1	180.00	180.00
Tamiz de 8" Ø en Acero Inox. S.F. malla N° 60 Marca ORION	Und	1	180.00	180.00
Tamiz de 8" Ø en Acero Inox. S.F. malla N° 80 Marca ORION	Und	1	180.00	180.00
Tamiz de 8" Ø en Acero Inox. S.F. malla N° 100 Marca ORION	Und	1	180.00	180.00
Tamiz de 8" Ø en Acero Inox. S.F. malla N° 200 Marca ORION	Und	1	180.00	180.00
<b>COSTO TOTAL EN EQUIPOS (S/.)</b>				<b>65,456.00</b>

Fuente: Elaboración propia

## CAPITULO VII

### 7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 7.1 CONCLUSIONES

- Es tangible el deterioro de las principales arterias viales en la ciudad de Juliaca. La Municipalidad de Juliaca a través de la planta de asfalto tiene la responsabilidad de superar esta situación desfavorable.
- La planta de asfalto de la Municipalidad Provincial de San Román posee una organización, recursos de procesos, además de carecer de un sistema de gestión de calidad o algún documento que permita implantar y mantener el aseguramiento de calidad, a fin de garantizar que sus productos cumplan con determinados requisitos y especificaciones. Reconociendo que las especificaciones técnicas conducen a una mezcla asfáltica resistente, durable y confiable.
- En la actualidad la planta de asfalto de la Municipalidad Provincial de San Román, no tiene un control del diseño del producto, no está reglamentado con respecto al cumplimiento de las normas vigentes como son las especificaciones técnicas EG-200, EM-200. Además se ha concluido según diagnóstico del producto actual de la planta de la Municipalidad Provincial de San Román – Juliaca, que el diseño del producto no está definido y establecido.
- Podemos indicar también, según al diagnóstico realizado el diseño del producto actual de la planta de asfalto no está definido ni establecido.

- No existe verificación mediante pruebas y análisis para la calidad del producto, herramienta que esta determina el cumplimiento de especificaciones, seguridad y confiabilidad.
- El plan de calidad que propone esta tesis incluye un reglamento de procesos para optimizar la producción y obtener un producto de calidad.

Luego haber realizado el presente trabajo de investigación, podemos indicar que es necesario e indispensable un reglamento de procesos para optimizar la producción y obtener un producto de calidad.

- Al no aplicarse un diseño, indicamos que no existe la verificación mediante pruebas y análisis, herramienta que determina el cumplimiento de especificaciones, la seguridad, la confiabilidad.
- En esta propuesta se ha diseñado un plan de calidad para la producción de mezcla asfáltica en caliente bajo los fundamentos y requisitos de las normas ISO 9000:2000 y 9001:2000, normas que una vez definidas y establecidas en la organización en cuestión, sin duda alguna se empezaran a observar cambios favorables a la situación actual que presenta la red vial de la Ciudad de Juliaca.
- Considerando que la producción está directamente ligada al personal, también se ha planteado un reglamento interno con las funciones del personal de la planta.
- Luego de haber realizado el diagnóstico se llegó a la conclusión de que: las deficiencias de la planta de asfalto, planta chancadora, materiales e insumos, laboratorio y el personal, son los factores que influyen negativamente en la producción de mezcla asfáltica en caliente.

## 7.2 RECOMENDACIONES

- La gerencia de Infraestructura de la MPSRJ debe desarrollar y publicar una política de calidad; definiendo y expresando el compromiso de la alta dirección hacia la calidad, así como los objetivos de calidad de la planta de asfalto.
- Las políticas y objetivos de calidad deben ser conocidos y comprendidos en todos los niveles.
- La Gerencia de Infraestructura mediante el Jefe de planta de Asfalto, debe entender lo que quiere el cliente, asegurarse que el cliente pueda satisfacer sus necesidades.
- En cuanto al producto, los procesos para llegar al producto final debe tener un estricto control, basadas en referencias, fundamentos y requisitos de la norma ISO 9000:2000, ISO 9001:2000, esto contribuirá en asegurar su consistencia y calidad aceptable.
- En el sitio de instalación de la planta debe proveerse un local para la instalación y funcionamiento del laboratorio de control de calidad, dotado con los equipos necesarios.
- Proponer al a Municipalidad Provincial de San Román, asigne un presupuesto netamente para la planta, puesto que en la actualidad no cuenta con presupuesto para poder considerar al personal administrativo y técnico en planilla de pagos, para así de esta manera los trabajadores sean permanentes.
- En la planta de asfalto se propone adicionar un ambiente para almacenar la cal hidratada, debido a que la cal hidratada se encuentre expuesta al aire, perdiendo su funcionalidad.
- Sugerir la compra de piezas de reemplazo, que son indispensables para el funcionamiento para el buen funcionamiento de la planta.

## BIBLIOGRAFÍA

1. “GESTION, CALIDAD Y COMPETITIVIDAD” Tomo I y II – IRWIN, Colombia – 1996 – John M. Ivancevich, Peter Lorenzi, Steven J. Skinner, Philip B. Crosby
2. “ESTUDIO DE LA PRODUCTIVIDAD Y COSTO DE CALIDAD EN OBRAS DE LA UNA EJECUTADAS EL 2005 – 2006 – OURA, Puno 2008 – Douglas Arturo Quintanilla Ayaipoma
3. Silene Minaya -. Abel Ordóñez. Manual de Laboratorio de Ensayos para Pavimentos
4. Hernández Sampieri. R. y otros (2010), quinta edición. Metodología de la Investigación. México. McGraw-Hill Interamericana Editores S.A.
5. Especificaciones Técnicas Generales para la Construcción de Carreteras EG-2000 MTC. Perú. 2000
6. Manual de Ensayos de Materiales para Carreteras (EM 2000)
7. Norma ISO 9000. (2000). Fundamentos y vocabulario.
8. Norma ISO 9001 (2000). Requisitos.
9. Norma Técnica De Edificación CE.010 PAVIMENTOS URBANOS Al anexo B Reglamento Nacional De Edificaciones.
10. Normas Técnicas Peruanas NTP Y Normas ASTM
11. CIBER: Manual Planta de Asfalto
12. SIMPLEX: Manual de Planta chancadora

**TESIS**

13. GODOY.C.C (2004) "Análisis y verificación de las normas de calidad ISO en el proceso de producción de mezcla asfáltica. "
14. DE LA RIVA.T.G. (2010)"Calidad para implementar la acreditación de laboratorio de mecánica de suelos y materiales EPIC. UNA-PUNO"

**PAGINA WEB.**

15. [www.iso.org](http://www.iso.org).
16. [www.indecopi.org](http://www.indecopi.org).
17. [www.senati.org](http://www.senati.org).
18. [www.emsapuno.org](http://www.emsapuno.org).
19. [www.triasco.com](http://www.triasco.com).
20. [www.ablisa.com](http://www.ablisa.com).

