

## INDICE

<b>ELABORACIÓN DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA EQUIPOS CRÍTICOS DE UNA PLANTA DE RILES DE AGROINDUSTRIAS.....</b>	<b>I</b>
<b>RESUMEN .....</b>	<b>I</b>
<b>ABSTRAC .....</b>	<b>II</b>
<b>INDICE.....</b>	<b>III</b>
<b>INDICE DE TABLAS .....</b>	<b>VIII</b>
<b>INDICE DE FIGURAS .....</b>	<b>IX</b>
<i>1.1.1 Nomenclatura utilizada .....</i>	<i>XII</i>
<b>ANTECEDENTES Y MOTIVACIÓN .....</b>	<b>XIII</b>
<b>INTRODUCCION.....</b>	<b>1</b>
1.2 OBJETIVO GENERAL.....	5
1.3 OBJETIVOS ESPECIFICOS .....	5
1.4 RESULTADOS ESPERADOS .....	5
1.5 METODOLOGÍA DE TRABAJO.....	5
<b>CAPITULO I .....</b>	<b>7</b>
<b>2 ASPECTOS TEORICOS .....</b>	<b>8</b>
2.1 MANTENIMIENTO .....	8
2.2 MANTENIMIENTO PREVENTIVO .....	9
2.3 MÉTODOS DE ANÁLISIS DE MODOS DE FALLAS .....	10
2.3.1 <i>Confiabilidad.....</i>	<i>10</i>
2.3.1.1 Análisis de la confiabilidad .....	11
2.3.2 <i>FMECA.....</i>	<i>11</i>
2.3.2.1 Requerimientos del FMECA. ....	13
2.3.2.2 Beneficios del FMECA .....	13
2.4 ANÁLISIS DE CRITICIDAD.....	15

2.4.1	<i>Probabilidad de ocurrencia</i> .....	16
2.4.2	<i>Probabilidad de la severidad o gravedad</i> .....	16
2.4.3	<i>Probabilidad de detección</i> .....	17
2.4.4	<i>NPR</i> .....	18
2.4.5	<i>Acción (es) recomendada (s)</i> .....	18
2.4.6	<i>Acciones tomadas</i> .....	18
2.4.7	<i>NPR resultante</i> .....	18
2.4.8	<i>Secuencia del procedimiento para la elaboración del FMECA</i> .....	19
2.4.9	<i>Relación del FMECA con las normas ISO 9000</i> .....	19
2.5	<b>BACTERIAS</b> .....	20
2.6	<b>DEMANDA BIOLÓGICA DE OXÍGENO (DBO)</b> .....	20
2.6.1	<i>Influencia de la temperatura en la DBO</i> .....	20
2.6.2	<i>Procedimiento de la prueba de DBO<sub>5</sub></i> .....	21
2.6.3	<i>Niveles de DBO</i> .....	22
<b>CAPITULO II</b> .....		<b>23</b>
<b>DESARROLLO</b> .....		<b>24</b>
2.7	<b>ESQUEMA GENERAL DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO DE RILES</b> .....	26
2.7.1	<i>Esquema de equipos reales de la planta y su ubicación en el proceso</i> .....	27
2.7.2	<i>Las especificaciones técnicas:</i> .....	28
2.7.2.1	Tamiz .....	28
2.7.2.2	Deshidratador de lodos “A” .....	28
2.7.2.3	Estanque o balsas de oxidación .....	28
2.7.2.4	Sedimentador .....	29
2.7.2.5	Deshidratador de lodos “B” .....	29
2.7.2.6	Bomba recirculación de lodos .....	30
2.7.2.7	Soplantes “a” .....	30
2.7.2.8	Soplantes “b” .....	30
2.7.2.9	Difusores.....	31
<b>CAPÍTULO III</b> .....		<b>32</b>

<b>3</b>	<b>AUDITORÍA.....</b>	<b>33</b>
3.1	DATOS E IDENTIFICACIÓN DE LA EMPRESA.....	33
3.2	CRITICIDAD DE RUTAS .....	34
3.3	MANEJO DE LA INFORMACIÓN SOBRE EQUIPOS .....	35
3.4	MANTENIMIENTO ACTUAL.....	36
3.5	ANTECEDENTES DE COSTOS DE MANTENIMIENTO .....	37
3.6	EFFECTIVIDAD DEL MANTENIMIENTO ACTUAL .....	38
3.7	EVALUACIÓN Y PRESENTACIÓN DE RESULTADOS .....	38
3.8	PROCESO DE APLICACIÓN DE LA AUDITORIA.....	39
3.9	CRITICIDAD DE RUTAS DE INSPECCIÓN.....	41
3.10	MANEJO DE INFORMACIÓN DE LOS EQUIPOS .....	42
3.11	AUDITORÍA SOBRE EL MANTENIMIENTO ACTUAL.....	43
3.12	ANTECEDENTES DE COSTOS DE MANTENIMIENTO .....	44
3.13	EFFECTIVIDAD DEL MANTENIMIENTO ACTUAL .....	45
3.14	RESULTADO DE LA AUDITORÍA DEL MANTENIMIENTO.....	46
	<b>CAPITULO IV.....</b>	<b>47</b>
<b>4</b>	<b>ANÁLISIS DE CRITICIDAD.....</b>	<b>48</b>
4.1	FACTORES PARA LA DETERMINACIÓN DEL GRADO DE CRITICIDAD .....	48
4.1.1	<i>Factor de velocidad de manifestación de la falla.....</i>	<i>48</i>
4.1.2	<i>Factor de seguridad del personal y del ambiente .....</i>	<i>48</i>
4.1.3	<i>Factor de costos de la parada de la purificación.....</i>	<i>49</i>
4.1.4	<i>Factor de costos de reparación.....</i>	<i>49</i>
4.1.5	<i>Ponderación de los factores.....</i>	<i>50</i>
4.1.6	<i>Plantilla del proceso de diagnostico de análisis de criticidad.....</i>	<i>51</i>
4.1.7	<i>Resumen arrojado por el análisis de criticidad .....</i>	<i>52</i>
4.1.8	<i>Visualización de los equipos del sistema de tratamiento de riles .....</i>	<i>53</i>
	<b>CAPITULO V .....</b>	<b>55</b>
<b>5</b>	<b>ESTUDIO Y ANALISIS DE LOS EQUIPOS LOS EQUIPOS CRITICOS .....</b>	<b>56</b>

5.1	DESHIDRATADOR DE LODOS “B” .....	56
5.1.1	<i>Características principales</i> .....	56
5.1.2	<i>Esquema funcional del deshidratador centrífugo</i> .....	58
5.1.3	<i>Visualización de las partes del deshidratador centrífugo</i> .....	60
5.1.4	<i>Deshidratador en corte</i> .....	61
5.1.5	<i>ANÁLISIS DEL FMECA DEL CENTRÍFUGO</i> .....	63
5.1.6	<i>Soplantes “a”</i> .....	64
5.1.7	<i>Partes del soplante de lóbulos</i> .....	66
5.1.8	<i>Estator de lóbulos simétricos</i> .....	67
5.1.9	<i>Sentido de giro de los lóbulos tridental</i> .....	68
5.1.10	<i>ANÁLISIS FMECA DEL SOPLANTE</i> .....	70
5.2	TAMIZ O REJILLA ROTATORIA .....	71
5.2.1	<i>Características del tamiz</i> .....	71
5.2.2	<i>Simulación del funcionamiento del tamiz</i> .....	73
5.2.3	<i>Partes del tamiz o rejilla rotatoria</i> .....	75
5.2.4	<i>Rosco transportador del desecho</i> .....	76
5.2.5	<i>ANÁLISIS FMECA DEL TAMIZ</i> .....	77
<b>CAPITULO VI</b> .....		<b>79</b>
<b>6</b>	<b>PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO</b> .....	<b>80</b>
6.1	INFORMACIÓN SOBRE LOS DISTINTOS LINKS QUE POSEE EL PROGRAMA. ....	81
6.1.1	<i>Link1 simulación del centrífugo</i> .....	81
6.1.2	<i>Link2 partes del centrífugo</i> .....	82
6.1.3	<i>Link3 FMECA</i> .....	83
6.1.4	<i>Link4 características de centrífugo</i> .....	84
6.1.5	<i>Link5 mantenimiento preventivo</i> .....	85
6.1.6	<i>Link6 supervisión del mantenimiento</i> .....	88
6.1.7	<i>Link7 fallas del centrífugo</i> .....	93
6.1.8	<i>Link8 procedimientos</i> .....	96
6.1.9	<i>Link9</i> .....	102

<b>CONCLUSION .....</b>	<b>109</b>
<b>BIBLIOGRAFIA .....</b>	<b>111</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>112</b>

**INDICE DE TABLAS**

<i>Tabla 1: Requisitos de calidad de aguas tratadas según D.S. 90</i> .....	2
<i>Tabla 2 : Meses de temporada</i> .....	4
<i>Tabla 3: Probabilidad de ocurrencia</i> .....	16
<i>Tabla 4: Probabilidad de la severidad o gravedad</i> .....	17
<i>Tabla 5: Probabilidad de detección</i> .....	17
<i>Tabla 6: Nivel DBO</i> .....	22
<i>Tabla 7: Valores de criticidad de los equipamientos</i> .....	52
<i>Tabla 8: Análisis FMECA del deshidratador centrífugo</i> .....	63
<i>Tabla 9: Materiales del soplante según norma</i> .....	68
<i>Tabla 10: Análisis del FMECA del Soplante</i> .....	70
<i>Tabla 11: Análisis del FMECA del Tamiz</i> .....	77

## INDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1 Plano de Planta riles de Agrozzi.....</i>	<i>1</i>
<i>Figura 2: Curva de riesgo de falla.....</i>	<i>9</i>
<i>Figura 3: Esquema general del sistema de tratamiento de riles.....</i>	<i>26</i>
<i>Figura 4: Esquema de los equipos reales de la planta y su ubicación en el proceso.....</i>	<i>27</i>
<i>Figura 5 : Identificación de la empresa.....</i>	<i>33</i>
<i>Figura 6: Criticidad de rutas de inspección.....</i>	<i>34</i>
<i>Figura 7: Manejo de información sobre los equipos.....</i>	<i>35</i>
<i>Figura 8: Estado del mantenimiento actual.....</i>	<i>36</i>
<i>Figura 9: Antecedentes de los costos de mantenimiento.....</i>	<i>37</i>
<i>Figura 10: Efectividad del mantenimiento actual.....</i>	<i>38</i>
<i>Figura 11: Resumen descriptivo de la auditoria.....</i>	<i>40</i>
<i>Figura 12: Gráfico general de la auditoría del mantenimiento.....</i>	<i>40</i>
<i>Figura 13: Gráfico del detalle de la criticidad de la ruta de inspección.....</i>	<i>41</i>
<i>Figura 14: Gráfico del manejo de información.....</i>	<i>42</i>
<i>Figura 15: Gráfico del mantenimiento actual.....</i>	<i>43</i>
<i>Figura 16: Gráfico detalle costos de mantenimiento.....</i>	<i>44</i>
<i>Figura 17: Gráfico del detalle de la efectividad del mantenimiento.....</i>	<i>45</i>
<i>Figura 18: Ponderaciones de factores.....</i>	<i>50</i>
<i>Figura 19: Plantilla del análisis de criticidad.....</i>	<i>51</i>
<i>Figura 20: Clasificación de equipos del sistema de tratamiento.....</i>	<i>53</i>
<i>Figura 21: Centrífugo.....</i>	<i>56</i>
<i>Figura 22: Esquema funcional del deshidratador centrífugo.....</i>	<i>58</i>
<i>Figura 23: Visualización de las partes del centrífugo.....</i>	<i>60</i>
<i>Figura 24: Deshidratador en corte.....</i>	<i>61</i>
<i>Figura 25: Soplante de lóbulos.....</i>	<i>64</i>
<i>Figura 26: Partes del soplante de lóbulos.....</i>	<i>66</i>
<i>Figura 27: Estator de Lóbulos simétricos.....</i>	<i>67</i>
<i>Figura 28: Sentido de giro de los lóbulos tridental.....</i>	<i>68</i>

---

<i>Figura 29: Tamiz</i> .....	71
<i>Figura 30: Simulación del funcionamiento del tamiz</i> .....	73
<i>Figura 31: Vista de perfil del Tamiz</i> .....	73
<i>Figura 32: Partes del Tamiz o rejilla rotatoria</i> .....	75
<i>Figura 33: Rosco Transportador</i> .....	76
<i>Figura 34: Plan de mantenimiento preventivo</i> .....	80
<i>Figura 35: Links y sus funciones</i> .....	81
<i>Figura 36: Simulación del funcionamiento del centrífugo</i> .....	82
<i>Figura 37: link N° 2; Partes del centrífugo</i> .....	83
<i>Figura 38: Link N° 3; FMECA del centrífugo</i> .....	84
<i>Figura 39: Placa de construcción</i> .....	84
<i>Figura 40: Link N° 4; características del centrífugo</i> .....	85
<i>Figura 41: Link N° 5; Mantenimiento preventivo</i> .....	86
<i>Figura 42: Plantilla de mantenimiento diario</i> .....	87
<i>Figura 43: Gráficos de mantenimiento diario</i> .....	88
<i>Figura 44 : Link N° 6; Supervisión del mantenimiento</i> .....	89
<i>Figura 45: Plantilla del supervisor</i> .....	90
<i>Figura 46 : Plantilla para supervisar semanalmente</i> .....	91
<i>Figura 47: Gráfico del informe semanal</i> .....	92
<i>Figura 48: Gráfico del informe mensual</i> .....	92
<i>Figura 49: Link N° 7; Fallas del centrífugo</i> .....	93
<i>Figura 50: Plantilla de averías por vibraciones del centrífugo</i> .....	94
<i>Figura 51: Posibles causas probables por vibraciones</i> .....	95
<i>Figura 52: Link N° 8</i> .....	96
<i>Figura 53: Procedimiento de tensión de correas del centrífugo</i> .....	97
<i>Figura 54: Lubricación del centrífugo</i> .....	99
<i>Figura 55: Lubricación del cojinete del lado de la alimentación del centrífugo</i> .....	100
<i>Figura 56: Cuadro de lubricación</i> .....	101
<i>Figura 57: Tipos de grasas</i> .....	101
<i>Figura 58: Tabla del historial de costos</i> .....	102



<i>Figura 59 : características de la planta de tratamiento .....</i>	<i>103</i>
<i>Figura 60: límites de carga real.....</i>	<i>103</i>
<i>Figura 61: Cálculos de bioreactores .....</i>	<i>104</i>
<i>Figura 62: Pág. Principal .....</i>	<i>106</i>
<i>Figura 63: Fallas del soplante .....</i>	<i>106</i>
<i>Figura 64: Plantilla de averías del soplante.....</i>	<i>107</i>