



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE MECÁNICA

ESCUELA DE INGENIERÍA DE MANTENIMIENTO

**“DIAGNÓSTICO VIBRACIONAL EN LOS EQUIPOS CRÍTICOS
DE LAS SECCIONES: LIMPIEZA, MOLTURACIÓN Y ENSACADO
DE LA EMPRESA MOLINOS EL FENIX”**

CÉSAR FABIÁN OLMEDO NORIEGA

TESIS DE GRADO

PREVIA A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE:

INGENIERO DE MANTENIMIENTO

RIOBAMBA – ECUADOR

2010

epoch

Facultad de Mecánica

CERTIFICADO DE APROBACIÓN DE TESIS

CONSEJO DIRECTIVO

25 – Noviembre – 2010

Fecha

Yo recomiendo que la Tesis preparada por:

CÉSAR FABIÁN OLMEDO NORIEGA

Nombre del Estudiante

Titulada:

“DIAGNÓSTICO VIBRACIONAL EN LOS EQUIPOS CRÍTICOS DE LAS SECCIONES: LIMPIEZA, MOLTURACIÓN Y ENSACADO DE LA EMPRESA MOLINOS EL FENIX”

Sea aceptada como parcial complementación de los requerimientos para el Título de:

INGENIERO DE MANTENIMIENTO

f] Decano de la Facultad de Mecánica

Nosotros coincidimos con esta recomendación:

f] Director de Tesis

f] Asesor de Tesis

epoch

Facultad de Mecánica

CERTIFICADO DE EXAMINACIÓN DE TESIS

Nombre del estudiante: CÉSAR FABIÁN OLMEDO NORIEGA

TÍTULO DE LA TESIS: “DIAGNÓSTICO VIBRACIONAL EN LOS EQUIPOS CRÍTICOS DE LAS SECCIONES: LIMPIEZA, MOLTURACIÓN Y ENSACADO DE LA EMPRESA MOLINOS EL FENIX”

Fecha de Examinación: 25 – Noviembre – 2010

RESULTADO DE LA EXAMINACIÓN:

COMITÉ DE EXAMINACIÓN	APRUEBA	NO APRUEBA*	FIRMA
Ing. Geovanny Novillo			
Ing. Manuel Morocho			
Ing. Jorge Freire			

*Más que un voto de no aprobación es condición suficiente para la falla total.

RECOMENDACIONES:

El Presidente del Tribunal quién certifica al Consejo Directivo que las condiciones de defensa se han cumplido.

f] Presidente del Tribunal

**“DIAGNÓSTICO VIBRACIONAL EN LOS EQUIPOS CRÍTICOS DE LAS
SECCIONES: LIMPIEZA, MOLTURACIÓN Y ENSACADO DE LA
EMPRESA MOLINOS EL FENIX”**

POR

CÉSAR FABIÁN OLMEDO NORIEGA

Tecnólogo de Mantenimiento, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, 2010

TESIS

Entregada como requisito para la obtención del Título de Ingeniero de
Mantenimiento de la Facultad de Mecánica de la Escuela Superior Politécnica de

Chimborazo, 2010

Riobamba – Ecuador

DERECHOS DE AUTORÍA

La presente tesis de grado que presento, es original y basado en el proceso de investigación y/o adaptación tecnológica establecido en la Facultad de Mecánica de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. En tal virtud, los fundamentos teóricos – científicos y los resultados son de exclusiva responsabilidad del autor. El patrimonio intelectual le pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

César Fabián Olmedo Noriega

DEDICATORIA

Sin duda alguna no existe mayor galardón para los padres, que vivir cada satisfacción, cada triunfo, que sea alcanzado por sus hijos, de tal manera que su tesonero esfuerzo y sacrificio no haya sido en vano.

Por tal motivo este trabajo va dedicado a toda mi familia, de manera especial a mis padres Rómulo y Alicia, ya que siempre encontré en ellos una ingente muestra de apoyo y confianza, gracias a estos maravillosos seres que supieron infundir facultades de responsabilidad, respeto y trabajo, empleando el mejor método de enseñanza como el ejemplo.

César Olmedo

AGRADECIMIENTO

La gratitud es uno de los sentimientos más nobles que hemos heredado los seres humanos, por lo que doy gracias a Dios y a la vida por permitirme alcanzar las metas que me he propuesto en mi diario vivir.

Agradezco a la Escuela de Ingeniería de Mantenimiento de la Facultad de Mecánica, por haberme acogido en sus aulas y de manera especial al Ingeniero Manuel Morocho y al Ingeniero Jorge Freire, distinguidos maestros forjadores de ciencia y cultura, que siempre estuvieron dispuestos a compartir sus conocimientos y experiencia en beneficio de mi formación personal y profesional.

De igual forma agradezco al Ingeniero Luis Antonio Collaguazo y a la Sra. Aida Brito Vaca Gerente y Accionista de la empresa Molinos el Fénix, por brindarme todas las facilidades necesarias para la realización de la presente tesis de grado.

César Olmedo

TABLA DE CONTENIDOS

<u>CAPÍTULO</u>	<u>PÁGINA</u>
1. GENERALIDADES.....	1
1.1 Introducción.....	1
1.2 Justificación.....	1
1.3 Objetivos.....	2
1.3.1 Objetivo General.....	2
1.3.2 Objetivos Específicos.....	3
2. MARCO TEÓRICO.....	4
2.1 Diseño de Fichas Técnicas.....	4
2.2 Análisis Vibracional en Maquinaria Industrial.....	7
2.2.1 Clases de Movimientos Oscilatorios.....	7
2.2.2 Movimiento Armónico Simple.....	8
2.2.3 Vibración Simple.....	11
2.2.4 Vibración Compuesta.....	13
2.2.5 Frecuencia Natural y Resonancias.....	13
2.3 Clasificación y Selección de Transductores.....	14
2.3.1 Transductores de Proximidad.....	15
2.3.2 Transductores de Velocidad.....	16
2.3.3 Acelerómetros.....	18
2.4 Análisis de los Espectros FFT.....	19
2.4.1 La Transformada Integral de Fourier.....	20
2.4.2 La Transformada Discreta de Fourier	20

2.4.3	La Transformada Rápida de Fourier.....	21
2.5	Tablas y Normas de Severidad Vibracional.....	22
2.5.1	Tablas de Diagnóstico Vibracional.....	22
2.5.2	Normas de Severidad Vibracional.....	23
2.5.2.1	Norma ISO 2372.....	23
2.5.2.2	Norma ISO 10816.....	24
2.5.2.3	Norma DLI.....	25
2.6	Niveles aceptables de Vibración.....	25
2.7	Criticidad de los equipos.....	26
2.7.1	Método de los criterios ponderados.....	26
2.7.2	Criticidad.....	27

3.	EVALUACIÓN DE LA GESTIÓN ACTUAL DEL MANTENIMIENTO EMPLEADO EN LA EMPRESA MOLINOS EL FENIX.....	30
3.1	Aspectos Generales en la tecnología de la fabricación de harina Fénix.....	30
3.1.1	Proceso Productivo Molinos el Fénix.....	30
3.2	Estado Técnico actual de los equipos.....	40
3.2.1	Política de mantenimiento acorde a la categoría de la máquina.....	43
3.3	Organización Actual del Mantenimiento.....	54
3.4	Documentos de Trabajo utilizado.....	54
3.5	Evaluación de la Gestión Actual del Mantenimiento.....	55

4. ANÁLISIS VIBRACIONAL EN LOS EQUIPOS CRÍTICOS DE MOLINOS EL FÉNIX.....	57
4.1 Determinación de los equipos críticos de las secciones de Limpieza, Molturación y Ensacado.....	57
4.1.1 Método de evaluación de criticidad general del proceso de fabricación de harina Fénix.....	57
4.2 Principio de funcionamiento de los equipos.....	62
4.2.1 Despuntador de trigo.....	62
4.2.2 Recolector de polvo por aire aspirado	64
4.2.3 Separadores de polvo mediante ciclones.....	68
4.2.4 Sistema de transportación de harina.....	70
4.2.5 Transmisión de potencia M4.....	73
4.2.6 Molino de cuatro cilindros horizontal.....	76
4.2.7 Mezclador de Harina.....	81
5. RECOLECCIÓN DE DATOS VIBRACIONALES EN LOS PUNTOS DE MEDICIÓN.....	84
5.1 Equipo de Diagnóstico Vibracional utilizado.....	84
5.1.1 Descripción del Equipo.....	84
5.1.2 Principio de funcionamiento del Detector II.....	85
5.1.3 Conexión del Detector II al Software Trendline 2.....	87
5.2 Configuración y Registros de Sensores.....	88
5.2.1 Configuración Inicial.....	88
5.2.2 Registros del nuevo Detector.....	89

5.3	Configuración del Sistema.....	90
5.4	Creación de Rutas de Medición.....	97
5.5	Sentidos de Medición.....	97
5.6	Determinación de las Frecuencias de Monitoreo.....	99
5.7	Espectros obtenidos en los Equipos Críticos de las secciones: Limpieza, Molturación y Ensacado	99
5.7.1	Preliminares antes de realizar las mediciones de vibraciones (frecuencias reales).....	99
5.7.2	Espectros obtenidos en el Ventilador de Limpieza 1 (1VL).....	103
5.7.2.1	Espectros obtenidos en el punto 1 lado del ventilador (1VL), dirección axial y radial.....	103
5.7.2.2	Espectro obtenido en el punto 2 lado libre del ventilador (1VL), dirección axial y radial.....	104
5.7.2.3	Espectro obtenido en el punto 3 lado libre del motor (1VL), dirección axial, radial y tangencial....	105
5.7.2.4	Espectro obtenido en el punto 4 lado de carga del motor (1VL), en la dirección axial, radial y tangencial.....	106
5.7.3	Espectros obtenidos en el Ventilador de Limpieza 2 (2VL).....	107
5.7.3.1	Espectro obtenido en el punto 1 lado del ventilador (2VL), en la dirección radial y tangencial.....	108
5.7.3.2	Espectro obtenido en el punto 2 lado libre del	

ventilador (2VL), en la dirección radial y tangencial.....	109
5.7.3.3 Espectro obtenido en el punto 3 lado libre del motor (2VL), en la dirección radial y tangencial.....	110
5.7.3.4 Espectro obtenido en el punto 4 lado de carga del motor (2VL), en la dirección axial, radial y tangencial.....	111
5.7.4 Espectro obtenidos en el Ventilador Ciclón, (CV).....	112
5.7.4.1 Espectro obtenido en el punto 1 lado libre del motor (CV), en la dirección radial.....	112
5.7.4.2 Espectros obtenido en el punto 2 lado de carga del motor (CV), en la dirección radial.....	113
5.7.4.3 Espectros obtenido en el punto 3 lados del ventilador (CV), en la dirección axial, radial y tangencial.....	113
5.7.5 Espectros obtenidos en el Ventilador Sistema de Aspiración (3VL).....	114
5.7.5.1 Espectros obtenidos en el punto 1 lado del ventilador (3VL), en la dirección axial, radial y tangencial.....	115
5.7.5.2 Espectros obtenido en el punto 2 lado libre del ventilador (3VL), en la dirección axial, radial y tangencial.....	116

5.7.6	Espectros obtenidos en el Despuntador de Trigo (DT).....	117
5.7.6.1	Espectros obtenido en el punto 1 soporte motriz del tambor (DT),en la dirección axial y radial.....	117
5.7.6.2	Espectros obtenidos en el punto 2 lado libre del tambor (DT), en la dirección axial y radial y tangencial.....	118
5.7.6.3	Espectros obtenido en el punto 3 lado motriz del tornillo sin fin (DT), en la dirección axial.....	120
5.7.6.4	Espectros obtenidos en el punto 4 lado libre del tornillo sin fin (DT), en la dirección axial y radial.....	120
5.7.6.5	Espectros obtenidos en el punto 5 lado libre del motor (DT), en la dirección axial y radial.....	121
5.7.6.6	Espectros obtenido en el punto 6 lado de carga del motor (DT), en la dirección axial, radial y tangencial.....	122
5.7.7	Espectros obtenido en la transmisión de potencia M4.....	123
5.7.7.1	Espectros obtenidos en el punto 1 lado de carga del motor (4MT), en la dirección radial y tangencial....	124
5.7.7.2	Espectros obtenidos en el punto 2 lado libre del motor (4MT), en la dirección radial y tangencial....	124
5.7.7.3	Espectros obtenido en el punto 4 soporte polea 4	

	(4MT), en la dirección axial, radial y tangencial.....	125
5.7.7.4	Espectros obtenidos en el punto 5 soporte polea 7 y 8 (4MT), en la dirección radial y tangencial.....	126
5.7.7.5	Espectros obtenido en el punto 6 soporte polea 11 (4MT), en la dirección axial y radial.....	127
5.7.8	Espectros obtenidos en el Molino de Cilindros 03.....	128
5.7.8.1	Espectros obtenidos en el punto 1 soporte motriz del rodillo de giro derecho (3BM), en la dirección axial y tangencial.....	129
5.7.8.2	Espectros obtenidos en el punto 3 soporte conducido del rodillo de giro izquierdo (3BM), en la dirección axial, radial y tangencial.....	130
5.7.8.3	Espectros obtenidos en el punto 4 soporte conducido del rodillo de giro derecho (3BM), en la dirección axial, radial y tangencial.....	131
5.7.8.4	Espectros obtenidos en el punto 5 transmisión piñón (3BM), en la dirección axial, radial.....	132
5.7.8.5	Espectros obtenidos en el punto 6 piñón rodillo giro izquierdo (3BM), en la dirección radial y tangencial.....	134
5.7.9	Espectros obtenido en el Molino de Rodillos 04.....	135
5.7.9.1	Espectros obtenidos en el punto 2 Cilindro motriz estriado acondicionador de trigo (4BM), en la dirección axial.....	135

5.7.9.2	Espectros obtenidos en el punto 3 soporte conducido del rodillo de giro izquierdo (4BM), en la dirección tangencial.....	135
5.7.9.3	Espectros obtenidos en el punto 4 soporte conducido del rodillo de giro izquierdo (4BM), en la dirección tangencial.....	136
5.7.9.4	Espectros obtenidos en el punto 5 soporte conducido del rodillo de giro derecho (4BM), en la dirección axial y tangencial.....	136
5.7.9.5	Espectros obtenidos en el punto 6 piñón rodillo giro izquierdo (4BM), en la dirección tangencial...	137
5.7.10	. Espectros obtenido en el Mezclador de Harina.....	138
5.7.10.1	Espectros obtenidos en el punto 1 soporte tornillo sin fin (MH), en la dirección axial radial y tangencial.....	138

6.	ANALISIS	Y	EVALUACIÓN	DE	
	RESULTADOS.....				140
6.1	Reglas para el análisis de Espectros.....				140
6.1.1	Consideraciones del análisis espectral de las máquinas rotativas.....				140
6.2	Interpretación de resultados obtenidos.....				142
6.2.1	Diagnóstico Vibracional Ventilador de Limpieza 1.....				142
6.2.2	Diagnóstico Vibracional Ventilador de Limpieza 2.....				144

6.2.3	Diagnóstico Vibracional Ventilador Sistema de Aspiración de Harina.....	145
6.2.4	Diagnóstico Vibracional del Ventilador Sistema de Aspiración de Polvo Ventilador Ciclón.....	146
6.2.5	Diagnóstico Vibracional en el Despuntador de Trigo.....	147
6.2.6	Diagnóstico Vibracional Transmisión de potencia M4.....	148
6.2.7	Diagnóstico Vibracional Molino 03.....	150
6.2.8	Diagnóstico Vibracional Molino 04.....	151
6.2.9	Diagnóstico Vibracional Mezclador de Harina.....	152
7.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	154
7.1	Conclusiones.....	154
7.2	Recomendaciones.....	157

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BIBLIOGRAFÍA

LINKOGRAFÍA

ANEXOS

LISTA DE TABLAS

<u>TABLA</u>		<u>PÁGINA</u>
2.1	DISEÑO DE FICHA TÉCNICA “MOLINOS EL FENIX”.....	6
2.2	NORMA ISO 2372.....	24
2.3	NORMA DLI.....	25
2.4	NIVELES ACEPTABLES DE VIBRACIÓN.....	26
2.5	CRITERIOS A SER EVALUADOS – MATRIZ DE CRITICIDAD....	28
3.1	ESTADO TÉCNICO DESPUNTADOR DE TRIGO.....	45
3.2	ESTADO TÉCNICO VENTILADOR DE LIMPIEZA N°1.....	46
3.3	ESTADO TÉCNICO VENTILADOR DE LIMPIEZA N°2.....	47
3.4	ESTADO TÉCNICO VENTILADOR CICLÓN.....	48
3.5	ESTADO TÉCNICO MOLINO 03.....	49
3.6	ESTADO TÉCNICO MOLINO 04.....	50
3.7	ESTADO TÉCNICO TRANSMISIÓN DE POTENCIA M4.....	51
3.8	ESTADO TÉCNICO VENTILADOR CENTRIFUGO SISTEMA DE ASPIRACIÓN DE HARINA.....	52
3.9	ESTADO TÉCNICO MEZCLADOR DE HARINA.....	53
4.1	MÉTODO DE CRITICIDAD DE FABRICACIÓN DE HARINA	
4.2	MÉTODO DE CRITICIDAD DE FABRICACIÓN DE HARINA SECCIÓN LIMPIEZA.....	59
4.3	MÉTODO DE CRITICIDAD DE FABRICACIÓN DE HARINA SECCIÓN MOLTURACIÓN.....	60
4.4	MÉTODO DE CRITICIDAD DE FABRICACIÓN DE HARINA	

	SECCIÓN ENSACADO	61
4.5	FICHA TÉCNICA DESPUNTADOR DE TRIGO.....	63
4.6	FICHA TÉCNICA VENTILADOR DE LIMPIEZA 1.....	66
4.7	FICHA TÉCNICA VENTILADOR DE LIMPIEZA 2.....	67
4.8	FICHA TÉCNICA VENTILADOR CICLÓN.	69
4.9	FICHA TÉCNICA VENTILADOR SISTEMA DE ASPIRACIÓN DE HARINA.....	72
4.10	FICHA TÉCNICA MOTOR TRANSMISIÓN M4.....	75
4.11	FICHA TÉCNICA MOLINOS 03 Y 04.....	78
4.12	FICHA TÉCNICA SISTEMA MECÁNICO MOLINOS 03 Y 04.....	79
4.13	FICHA TÉCNICA PIÑONES MOLINOS 03 Y 04.....	80
4.14	DATOS Y CARACTERISTICAS GENERALES MEZCLADOR DE HARINA.....	82
4.15	DATOS Y CARACTERISTICAS MOTOR MEZCLADOR DE HARINA.....	83
6.1	INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS DIAGNÓSTICO VIBRACIONAL VENTILADOR DE LIMPIEZA 1.....	142
6.2	INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS DIAGNÓSTICO VIBRACIONAL VENTILADOR DE LIMPIEZA 2.....	144
6.3	INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS DIAGNÓSTICO VIBRACIONAL VENTILADOR SISTEMA DE APS. H.....	145
6.4	INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS DIAGNÓSTICO VIBRACIONAL VENTILADOR CICLÓN.....	146
6.5	INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS DIAGNÓSTICO	

	VIBRACIONAL DESPUNTADOR DE TRIGO.....	147
6.6	INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS DIAGNÓSTICO VIBRACIONAL DE LA TRANS. DE POTENCIA M4.....	148
6.7	INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS DIAGNÓSTICO MOLINO 03.....	150
6.8	INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS DIAGNÓSTICO VIBRACIONAL MOLINO 04.....	151
6.9	INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS DIAGNÓSTICO VIBRACIONAL MEZCLADOR DE HARINA.....	152

LISTA DE FIGURAS

<u>FIGURA</u>	<u>PÁGINA</u>
2.1 Movimiento Regular	8
2.2 Movimiento Irregular.....	8
2.3 Movimiento Armónico Simple.....	8
2.4 Desplazamiento, Velocidad y Aceleración.....	10
2.5 Sistema Vibratorio Masa – Resorte.....	11
2.6 Obtención del Movimiento Armónico Simple.....	11
2.7 Onda Sinusoidal.....	12
2.8 Amplitud.....	12
2.9 Ángulo de Fase.....	13
2.10 Vibración Compuesta.....	13
2.11 Frecuencia Natural y Resonancias.....	14
2.12 Transductor de Proximidad.....	15
2.13 Transductor de Velocidad.....	16
2.14 Acelerómetro.....	18
2.15 Norma ISO 10816.....	24
2.16 Norma DLI.....	25
2.17 Aplicación del análisis de criticidad.....	27
2.18 Matriz de Criticidad.....	29
3.1 Diagrama simplificado proceso productivo.....	30
3.2 Recepción y pesado de trigo	31
3.3 Silo de almacenamiento de trigo.....	31

3.4	Tolva báscula.....	32
3.5	Dosificado y reposo del trigo.....	32
3.6	Tamizado	33
3.7	Despiedradora, y Ciclón (Sistema de Limpieza).....	33
3.8	Dosificadores.....	34
3.9	Báscula y Molino.....	34
3.10	Cuarta Trituración.....	35
3.11	Tercera Trituración.....	36
3.12	Laboratorio.....	37
3.13	Ensacado – cosedora y almacenamiento en bodega.....	38
3.14	Diagrama de producción de Molinos el Fénix.....	39
4.1	Diagrama de equipos críticos producción de Molinos el Fénix.....	57
4.2	Despuntador de trigo.....	62
4.3	Ventiladores Centrífugos de Limpieza 1 y 2.....	65
4.4	Sistema Recolector de polvo por aire aspirado	65
4.5	Separador de polvo inercial.....	68
4.6	Ventilador del Sistema de aspiración de harina.....	71
4.7	Conjunto Ventilador Planshisters Molino.....	71
4.8	Transmisiones M4, M5.....	74
4.9	Transmisiones M4.....	74
4.10	Conjunto Ventilador Planshisters Molino.....	77
4.11	Mezclador de Harina.....	81
5.1	Equipo de Medición Detector II.....	84
5.2	Conexión del Detector II al PC.....	87

5.3	Ventana para agregar nuevos Sensores	88
5.4	Ventana de Configuración del Detector.....	89
5.5	Configuración MOLINOS EL FÉNIX.....	91
5.6	Configuración Sección de Limpieza, Molturación y Ensacado.....	92
5.7	Configuración Ventiladores de Limpieza 1 y 2.....	92
5.8	Configuración Ventilador de limpieza 3. Sistema de aspiración de harina.....	93
5.9	Configuración Ventilador Limpieza Ciclón.....	93
5.10	Configuración Despuntador de trigo.....	94
5.11	Configuración Transmisión de potencia M4.....	94
5.12	Configuración Molino 03.....	95
5.13	Configuración Molino 04.....	95
5.14	Configuración Mezclador de Harina.....	96
5.15	Sentidos de Medición	98
5.16	Tacómetro Digital DT – 2235B.....	100
5.17	Toma de datos velocidad rpm Ventilador de Limpieza 1 y 2.....	100
5.18	Toma de datos velocidad rpm Ventilador Sistema de Aspiración de Harina.....	101
5.19	Toma de datos velocidad rpm Ventilador Ciclón.....	101
5.20	Toma de datos velocidad rpm en las Trasmisiones de Potencia.....	101
5.21	Toma de datos velocidad rpm en los Molinos.....	102
5.22	Toma de datos velocidad rpm en el Mezclador de Harina.....	102
5.23	Toma de datos excentricidad de ejes y poleas motrices.....	102
5.24	Espectro obtenido en el punto 1VL1A	103

5.25	Espectro obtenido en el punto 1VL1R	103
5.26	Espectro obtenido en el punto 1VL2A.....	104
5.27	Espectro obtenido en el punto 1VL2R	104
5.28	Espectro obtenido en el punto 1VL3A	105
5.29	Espectro obtenido en el punto 1VL3R	105
5.30	Espectro obtenido en el punto 1VL3T	106
5.31	Espectro obtenido en el punto 1VL4A	106
5.32	Espectro obtenido en el punto 1VL4R.....	107
5.33	Espectro obtenido en el punto 1VL4T	107
5.34	Espectro obtenido en el punto 2VL1R	108
5.35	Espectro obtenido en el punto 2VL1T	108
5.36	Espectro obtenido en el punto 2VL2R	109
5.37	Espectro obtenido en el punto 2VL2T.....	109
5.38	Espectro obtenido en el punto 2VL3R	110
5.39	Espectro obtenido en el punto 2VL3T	110
5.40	Espectro obtenido en el punto 2VL4A	111
5.41	Espectro obtenido en el punto 2VL4R	111
5.42	Espectro obtenido en el punto 2VL4T	112
5.43	Espectro obtenido en el punto CV1R	112
5.44	Espectro obtenido en el punto CV2R	113
5.45	Espectro obtenido en el punto CV3A	113
5.46	Espectro obtenido en el punto CV3R	114
5.47	Espectro obtenido en el punto CV3T	114
5.48	Espectro obtenido en el punto 3VL1A	115

5.49	Espectro obtenido en el punto 3VL1R.....	115
5.50	Espectro obtenido en el punto 3VL1T.....	116
5.51	Espectro obtenido en el punto 3VL2A.....	116
5.52	Espectro obtenido en el punto 3VL2R	117
5.53	Espectro obtenido en el punto 3VL2A.....	117
5.54	Espectro obtenido en el punto DT1R	118
5.55	Espectro obtenido en el punto DT1R	118
5.56	Espectro obtenido en el punto DT2A	119
5.57	Espectro obtenido en el punto DT2R	119
5.58	Espectro obtenido en el punto DT2T	119
5.59	Espectro obtenido en el punto DT3A.....	120
5.60	Espectro obtenido en el punto DT4A	120
5.61	Espectro obtenido en el punto DT4R	121
5.62	Espectro obtenido en el punto DT5R	121
5.63	Espectro obtenido en el punto DT6A.....	122
5.64	Espectro obtenido en el punto DT6A.....	122
5.65	Espectro obtenido en el punto DT6R.....	123
5.66	Espectro obtenido en el punto DT6T.....	123
5.67	Espectro obtenido en el punto 4MT1R.....	124
5.68	Espectro obtenido en el punto 4MT1T.....	124
5.69	Espectro obtenido en el punto 4MT1T.....	125
5.70	Espectro obtenido en el punto 4MT4A.....	125
5.71	Espectro obtenido en el punto 4MT4R.....	126
5.72	Espectro obtenido en el punto 4MT4T.....	126

5.73	Espectro obtenido en el punto 4MT5R.....	127
5.74	Espectro obtenido en el punto 4MT5T.....	127
5.75	Espectro obtenido en el punto 4MT6R.....	128
5.76	Espectro obtenido en el punto 4MT6R.....	128
5.77	Espectro obtenido en el punto 3BM1A.....	129
5.78	Espectro obtenido en el punto 3BM1T.....	129
5.79	Espectro obtenido en el punto 3BM3A.....	130
5.80	Espectro obtenido en el punto 3BM3R.....	130
5.81	Espectro obtenido en el punto 3BM3T.....	131
5.82	Espectro obtenido en el punto 3BM4A.....	131
5.83	Espectro obtenido en el punto 3BM4R.....	132
5.84	Espectro obtenido en el punto 3BM4T.....	132
5.85	Espectro obtenido en el punto 3BM5A.....	133
5.86	Espectro obtenido en el punto 3BM5R.....	133
5.87	Espectro obtenido en el punto 3BM6R.....	134
5.88	Espectro obtenido en el punto 3BM6T.....	134
5.89	Espectro obtenido en el punto 4BM2A.....	135
5.90	Espectro obtenido en el punto 4BM3T.....	135
5.91	Espectro obtenido en el punto 4BM4T.....	136
5.92	Espectro obtenido en el punto 4BM5A.....	136
5.93	Espectro obtenido en el punto 4BM5T.....	137
5.94	Espectro obtenido en el punto 4BM6T.....	137
5.95	Espectro obtenido en el punto MH1A.....	138
5.96	Espectro obtenido en el punto MH1R.....	138

LISTA DE ABREVIACIONES

TPM	Mantenimiento productivo total.
HB	Método de medición de dureza Brinell.
ISO	Organización Internacional de Normalización.
FTT	Transformada rápida de Fourier.
DLI	Sistema experto de Vibración.
VL	Ventilador de Limpieza.
VC	Ventilador Ciclón.
DT	Despuntador de trigo.
MT	Motor Transmisión.
BM	Banco Molino.
MH	Mezclador de Harina.
TMPH	Tonelada métrica por hora.
VDC	Voltaje de corriente directa.
ADC	Amperaje de corriente directa.
HP	Caballo de fuerza (horse power).
°C	Grados Celsius.
KW	Kilovatios.
Hz	Hertz.

LISTA DE ANEXOS

- ANEXO 1:** Tablas de diagnóstico Vibracional.
- ANEXO 2:** Distribución de maquinaria, y sistemas que conforman las máquinas críticas molinos el fénix.
- ANEXO 3:** Documentos de trabajo propuestos para el departamento de mantenimiento MOLINOS EL FÉNIX.
- ANEXO 4:** Mediciones de excentricidades tomadas en la Transmisión M4
- ANEXO 5:** Procedimientos para realizar la instalación y mantenimiento correcto en bandas planas.
- ANEXO 6:** Reporte de alarma

SUMARIO

El presente trabajo de tesis trata del “Diagnóstico vibracional en los equipos críticos de las secciones: limpieza, molturación y ensacado de la empresa Molinos el Fénix”, en éste trabajo se puede apreciar cómo se presenta la energía de vibración en maquinaria rotativa, sus principales problemas, gestión actual de mantenimiento así como los inconvenientes que se manifiestan cuando alguna de éstas máquinas se paran y cuanto repercuten en la producción de harina.

Molinos el Fénix tuvo la necesidad de hacer un estudio de diagnóstico vibracional en los equipos fundamentales o críticos que poseen en ésta entidad, específicamente en las tres secciones críticas que son: limpieza, molturación y ensacado, enfocado en su mayoría a ventiladores centrífugos de alta potencia, molinos, transmisiones de potencia y maquinaria rotativa para el tratamiento de trigo en la fabricación de harina.

Al estructurar bien los procedimientos y rutas de mantenimiento se realizó el análisis de cada uno de los equipos para conocer su estado mediante una técnica de mantenimiento predictivo que es el diagnóstico vibracional.

También se detallan cuales fueron los factores que dieron como consecuencia los problemas. Con los resultados se procedió a diagnosticar y recomendar acciones que debe ejecutar el personal electromecánico, de tal forma que el trabajo sirva como guía práctica enfocada a evitar los daños imprevistos.

CAPÍTULO I

1. GENERALIDADES

1.1 Introducción

Las industrias modernas han experimentado grandes cambios y avances científicos y dentro de ellos son los programas de mantenimiento predictivo que utilizan el monitoreo y análisis de las vibraciones con el fin de establecer cuál es el estado de salud mecánica de todo tipo de máquinas y equipos industriales, y de esta manera prevenir fallas catastróficas.

La Empresa Molinos el Fénix es una empresa que trabaja desde 1959 en la ciudad de Riobamba, y desde aquella fecha se ha mantenido una política de mantenimiento correctivo y poco preventivo, con los avances tecnológicos ya mencionados, se pretende comprobar con resultados lo eficiente de esta técnica.

Mediante la introducción de esta técnica se han obtenido resultados positivos en diferentes empresas no solo en considerar el estado de funcionamiento en que se encuentre la maquinaria, sino también en pruebas de montaje; y de esta forma lograr disminuir considerablemente el tiempo improductivo de las máquinas y lo que es más importante se evita las pérdidas de producción.

1.2 Justificación

Consciente de la responsabilidad de mantener operativa la planta de producción, y además de ello alcanzar una alta disponibilidad de su maquinaria, Molinos el Fénix se ve en la necesidad de realizar un estudio de mantenimiento predictivo, para que de esta forma se pueda determinar con exactitud los fallos de su maquinaria y en función de ello tomar las medidas correctivas necesarias.

El problema de averías imprevistas durante el funcionamiento del Molino se ha dado con más frecuencia en las áreas de limpieza, molturación y ensacado asumiendo la necesidad de efectuar un análisis de vibraciones.

Con el presente trabajo investigativo se pretende orientar al personal técnico de que se encuentra relacionado con la Industria Molinera en el uso de nuevos métodos de diagnóstico, de manera que el mismo sea una herramienta de trabajo que permita introducir gradualmente técnicas eficaces de mantenimiento en la corrección de sus diversos problemas.

Se desarrollará una guía técnica para la aplicación del Análisis Vibracional en los equipos de almacenamiento - limpieza y molturación, siendo esta última la más crítica dentro del proceso de generación de potencia para la molienda de trigo, además realizar las recomendaciones correspondientes que permitan corregir los problemas detectados mediante ésta técnica, justificando así el trabajo de investigación.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo General

Realizar el Diagnóstico Vibracional en los equipos críticos de las secciones de: Limpieza, Molturación y Ensacado de la empresa Molino el Fénix.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Determinar los equipos críticos o fundamentales de la empresa.
- Elaborar fichas de datos y características de los equipos.
- Definir las frecuencias de monitoreo en cada una de las máquinas.
- Establecer las rutas de medición para cada uno de los equipos.
- Medir los niveles de vibración existente.
- Analizar cada uno de los espectros de vibración obtenidos.

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1 Diseño de Fichas Técnicas [1]

El TPM nos indica que para poder llevar a cabo la selección del modelo de Mantenimiento que más se adapte a cada equipo, debemos, en primer lugar, disponer de la lista de los equipos que componen las secciones. Esta lista puede ser tan detallada como se quiera: cuanto más detallada sea, más válidas serán las conclusiones que obtengamos.

Una vez que tengamos esa lista, es necesario elaborar una ficha técnica para cada uno de los ítems que componen las secciones. La ficha del equipo debe contener los datos más sobresalientes que afecten al mantenimiento de cada uno de los equipos.

Previamente se debe elaborar el análisis de criticidad para conocer el estado la severidad de la maquinaria dentro de la producción. Esto debe hacerse así porque los equipos más significativos nos supondrán generalmente poco tiempo y, en cambio, el total de los equipos nos supondrá mucho más. Si por alguna razón debemos paralizar el trabajo, es mejor dejar de hacer los equipos menos importantes, por razones obvias.

En la ficha técnica del equipo debemos anotar los siguientes datos:

- Código del equipo y descripción.
- Datos generales.
- Características principales (especificaciones). Es importante recopilar la mayor cantidad de datos de cada equipo.
- Valores de referencia (temperaturas de funcionamiento, nivel de vibración en cada uno de los puntos, consumos de energía por fase, etc.)

- Análisis de criticidad del equipo. Es conveniente explicar, en esta ficha, por qué se le ha asignado un determinado nivel de criticidad. De esta forma, cualquier persona podrá consultarlo, y entender la razón de su clasificación.
- Si se necesita de mantenimiento legal, y qué normativas son las de aplicación.
- Si necesita de subcontratos a fabricantes, indicando el tipo de subcontrato que se propone (revisiones periódicas, correctivo, inspecciones).
- Repuestos críticos que deben permanecer en stock, pertenecientes a ese equipo.
- Repuestos que se prevé que necesitará ese equipo en un ciclo de 5 años.
- Consumibles necesarios (lubricantes, filtros, etc.) que necesita para funcionar, especificando sus características.
- Acciones formativas que se consideran necesarias para poder tener el conocimiento que se requiere para poder ocuparse del mantenimiento del equipo.

En la siguiente tabla podemos observar el diseño de una ficha técnica lo más detallada posible.

Tabla 2.1: DISEÑO DE FICHA TÉCNICA “MOLINOS EL FENIX”

REGISTRO DE LAS MÁQUINAS		FOTOGRAFÍA DE LA MAQUINA			INVENTARIO		
DESCRIPCIÓN:					SECCIÓN N°:		
FABRICANTE:					PISO:		
PROVEEDOR:					EDIFICIO:		
FICHA MOTOR ELÉCTRICO					DIR Y TEL:		
HP:					ORD. COMP. O INSTAL:		
MODELO N°:					FECHA Y /O INTAL:		
RPM Trabajo:	RPM:	VOLTS:	AMP:	FASE:	CATAL N°:		
MARCA:	FABRI:	TIPO:	CÓDIGO:	TIPO DE PISO:	LUB:		
Ø EJE MOTOR :	TEMP:		CÓDIGO ROD:				
DESCRIPCIÓN DE LA MÁQUINA							
TIPO DE PROPULSOR:		RPM:	# de ÁLABES:	CÓDIGO ROD:			
CÓDIGO (MANGUITO DE FIJACIÓN):		CÓDIGO DE BANDA V:		CÓDIGO CHUMACERAS:	PRISIONEROS:		
CÓDIGO DE POLEAS MOTOR:		DESCRIPCIÓN GENERAL DEL EQUIPO					
VENTILADOR:		FRECUENCIA DE INSPECCIÓN DE MP:					
ANÁLISIS DE CRITICIDAD							
TIPO DE EQUIPO	Seguridad y medio ambiente	Producción	Calidad	Mantenimiento			
A CRÍTICO							
B IMPORTANTE							
C PRESCINDIBLE							
MODELO DE MTTO	CORRECTIVO	CONDICIONAL	SISTEMATICO	ALTA DISPONIBILIDAD			
SUBCONTRATOS NECESARIOS	PREVENTIVO	CORRECTIVO	OVERHAULL	INSPECCIONES			

2.2 Análisis Vibracional en Maquinaria Industrial

En términos muy simples una vibración es un movimiento oscilatorio de pequeña amplitud. Todos los cuerpos presentan una señal de vibración en la cual plasman cada una de sus características. De acuerdo a esto, las máquinas presentan su propia señal de vibración y en ella se encuentra la información de cada uno de sus componentes. Por tanto, una señal de vibración capturada de una máquina significa la suma vectorial de la vibración de cada uno de sus componentes.

Resulta de gran interés, puesto que la mayoría de máquinas están sometidas a algún tipo de vibración, y no resulta difícil, en general, establecer relación medible e interpretable raciones y algún aspecto del estado del equipo.

El hecho más significativo y de interés para evaluar el estado de un equipo sometido a una o varias actividades que dan lugar a vibraciones, es que procesos mecánicos diferentes de una máquina relacionados con aspectos a controlar, por ejemplo desbalanceo, desalineamiento, o fallos en rodamientos, producen energía a diferentes frecuencias. Si esas frecuencias diferentes son separadas una de otra con el análisis espectral, entonces se puede identificar el fallo y su desarrollo.

2.2.1 Clases de Movimientos Oscilatorios [2]

Los movimientos pueden ser:

- **Regulares.**- También conocidos como repetitivos o periódicos, de estado estable como por ejemplo el Desbalanceo.

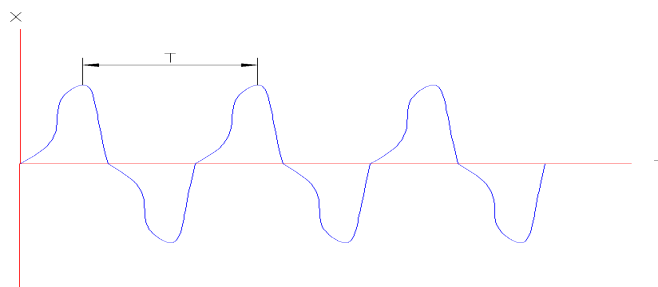


Figura 2.1: Movimiento Regular

- **Irregulares.**- También conocidos como aleatorios o aperiódicos, como por ejemplo la cavitación, el registro de un sismo.

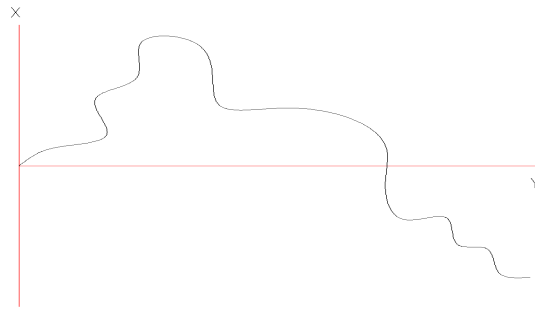


Figura 2.2: Movimiento Irregular

2.2.2 Movimiento Armónico Simple [3]

El movimiento periódico más sencillo es el movimiento armónico simple (MAS) graficado en la figura:

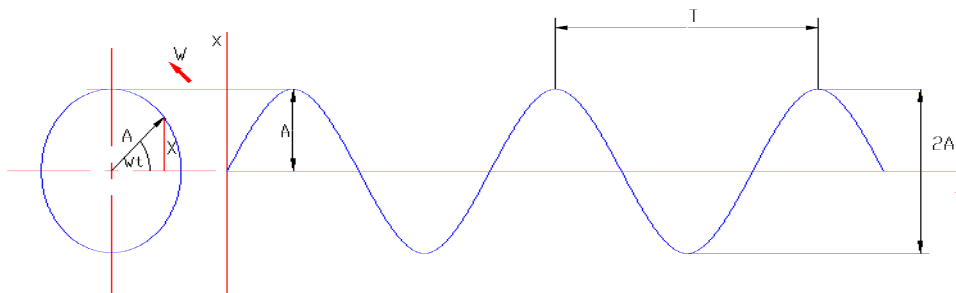


Figura 2.3: Movimiento Armónico Simple

Donde:

- A = Amplitud de onda de medio pico (μm , mils)
- W = Frecuencia circular o angular de oscilación (Rad./seg.)
- T = Periodo de oscilación (seg., min.)

— **(2.1)**

- f = Frecuencia de oscilación (cpm. Hz)

$$f = \frac{W}{2\pi} = \frac{1}{T} \quad (2.2)$$

PERIODO (T).- Es el tiempo requerido para que el sistema efectúe un ciclo completo, es decir cuando se demora un cuerpo en volver a su posición original con las condiciones iniciales, esta expresado en minutos, segundos, etc.

FRECUENCIA (f).- Es el número de ciclos por unidad de tiempo medido en ciclos por minuto (CPM), ciclos por segundos (Hz).

AMPLITUD.- Es el desplazamiento de la onda a partir de la referencia 0 (cero) medida como Pico – Pico o RMS.

En la función armónica el valor promedio en un ciclo es cero, por eso se utiliza el valor eficaz o valor rms de la onda:

- Valor pico (media onda) = Valor equivalente.
- Valor rms = 0.707 Valor equivalente

En un movimiento armónico simple podemos definir, desplazamiento, velocidad y aceleración como se indica en la figura.

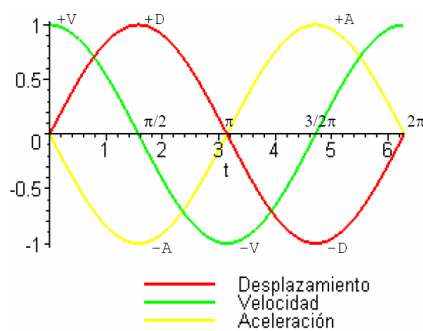


Figura 2.4: Desplazamiento, Velocidad y Aceleración

El desplazamiento (X) se obtiene a partir del círculo trigonométrico en la que se considera un ángulo (Wt) como radio vector la amplitud (A) y como cateto opuesto (X), aplicando la función seno de esta forma se obtiene la amplitud de la onda.

$$X = A \cdot \sin Wt \quad (2.3)$$

La velocidad constituye la Primera derivada del desplazamiento.

$$V = A \cdot W \cdot \cos Wt \quad (2.4)$$

La aceleración constituye la segunda derivada del desplazamiento o la primera derivada de la velocidad.

$$Ac = -A \cdot W^2 \cdot \sin Wt \quad (2.5)$$

De la figura anterior se observa que cuando la masa se desplaza por el punto 0, la velocidad es máxima. Así mismo cuando el desplazamiento es máximo, la velocidad es 0. Esto ocurre para cualquier frecuencia. La aceleración tiene otra relación cuando el desplazamiento esta en el punto máximo positivo la aceleración esta en el máximo negativo. Cuando el desplazamiento pasa por 0, la aceleración también posee este valor.

2.2.3 Vibración Simple [4]

La base principal de las señales de vibración en el dominio del tiempo son las ondas sinusoidales. Estas son las más simples y son la representación de las oscilaciones puras.

Una oscilación pura puede ser representada físicamente con el siguiente experimento: Imagínese una masa suspendida de un resorte como el de la figura.

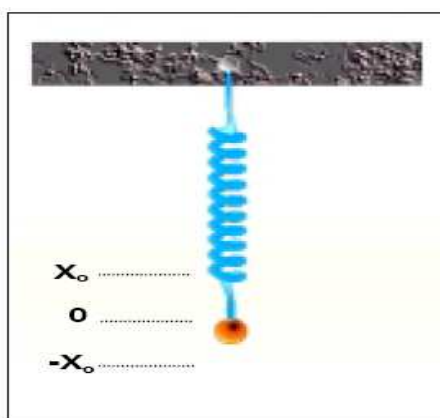


Figura 2.5: Sistema Vibratorio Masa – Resorte

Si esta masa es soltada desde una distancia X_0 , en condiciones ideales, se efectuará un movimiento armónico simple que tendrá una amplitud X_0 . Ahora a la masa vibrante le adicionamos un lápiz y una hoja de papel en su parte posterior, de manera que pueda marcar su posición. Si jalamos el papel con velocidad constante hacia el lado izquierdo se formará una gráfica parecida a la figura.



Figura 2.6: Obtención del Movimiento Armónico Simple

El tiempo que tarda la masa para ir y regresar al punto X_0 siempre es constante. Este tiempo recibe el nombre de **período de oscilación** (medido generalmente en seg o mseg) y significa que el resorte completó un ciclo. El recíproco del período es la **frecuencia**. De esta onda sinusoidal también es importante definir la amplitud y la fase.

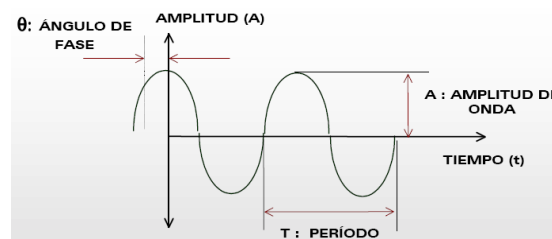


Figura 2.7: Onda Sinusoidal

La amplitud desde el punto de vista de las vibraciones es cuanta cantidad de movimiento puede tener una masa desde una posición neutral. La amplitud se mide generalmente en valores pico – pico para desplazamiento y en valores cero – pico y RMS para velocidad y aceleración.

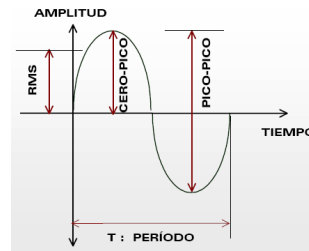


Figura 2.8: Amplitud

La fase realmente es una medida de tiempo entre la separación de dos señales, la cual puede ser relativa o absoluta. Generalmente es encontrada en grados. La figura muestra dos señales sinusoidales de igual amplitud y período, pero separadas 90° , lo cual indica que ambas curvas están desfasadas 90° .

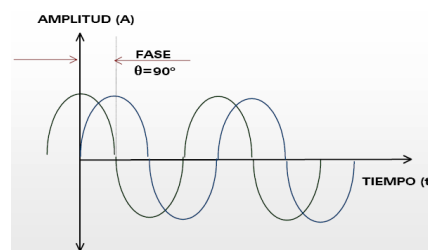


Figura 2.9: Ángulo de Fase

2.2.4 Vibración Compuesta

Una señal compuesta es una sumatoria de varias señales sinusoidales que comprenden cada uno de los componentes que se encuentran en la máquina, más todos los golpeteos y vibraciones aleatorias.

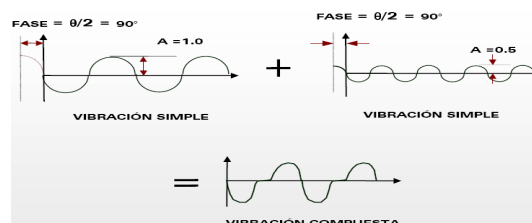


Figura 2.10: Vibración Compuesta

2.2.5 Frecuencia Natural y Resonancias

La **frecuencia natural** presenta un carácter muy diferente a las anteriormente nombradas, debido a que depende de las características estructurales de la máquina, tales como su masa, su rigidez y su amortiguación, incluyendo los soportes y tuberías adjuntas a ella. No depende de la operación de la máquina, a no ser que la rigidez sea función de la velocidad.

Si la frecuencia natural es excitada por un agente externo, la amplitud de vibración de la máquina se incrementará enormemente causando perjuicios que a corto o mediano plazo pueden llegar a ser catastróficos. Esto es lo que se conoce con el nombre de **resonancia**.

Cuando una resonancia es detectada, es necesario identificar el agente externo que la está produciendo e inmediatamente debe aislarse estructuralmente o cambiar su velocidad de operación. La figura muestra un motor que gira a una velocidad similar a la frecuencia natural de su estructura de soporte. Lo que incrementa abruptamente los niveles de vibración de la máquina.

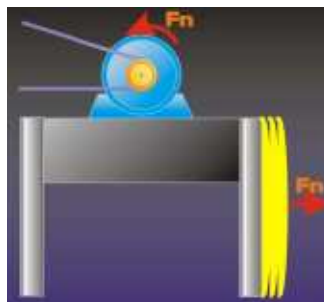


Figura 2.11: Frecuencia Natural y Resonancias

2.3 Clasificación y Selección de Transductores [5]

El transductor de vibraciones es un aparato que produce una señal eléctrica que es una réplica o análogo del movimiento vibratorio al cual está sujeto. Un buen

transductor no debe agregar falsos componentes a la señal, y debería producir señales uniformes en todo el rango de frecuencias que nos interesa.

Los diferentes tipos de transductores responden a parámetros diferentes de la fuente de vibración.

2.3.1 Transductores de Proximidad

Los sensores de proximidad son también llamados sensores de no contacto. Consisten en una bobina alrededor de un núcleo ferroso que crea un campo magnético entre la punta del transductor y el eje, un cambio del espacio (gap) entre el transductor y el eje produce un cambio en el campo magnético por la generación de corrientes inducidas o parásitas de Eddy que modifican la señal proporcionalmente al desplazamiento del objeto medido. El eje debe ser electromagnético. Este tipo de sensor posee una bobina en la punta del transductor. La fuente genera una señal AC de muy alta frecuencia (señal portadora). Esta señal hace que la bobina produzca un campo magnético en la punta del transductor.

Cuando una superficie metálica (un eje) se acerca o se aleja del transductor, el campo magnético se verá afectado y se producirá un cambio en la señal portadora. Este cambio instantáneo de la señal portadora es detectado produciendo en el instrumento una señal de salida que es proporcional a la amplitud de vibración.

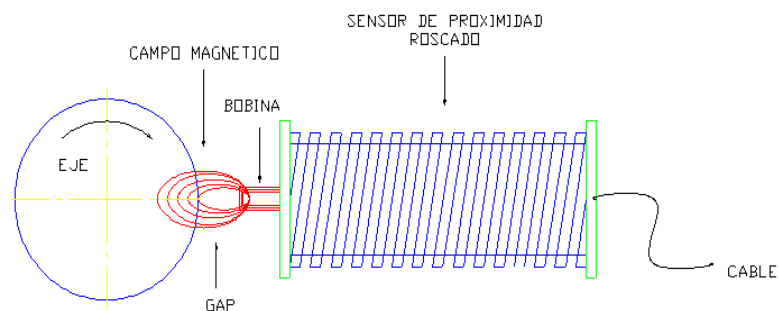


Figura 2.12: Transductor de Proximidad

Se usa en cojinetes hidrodinámicos, de baja velocidad, la medición se realiza directamente sobre el eje. Requieren calibración y una fuente externa de energía para su funcionamiento. Tienen muy buena respuesta en baja frecuencia, de 0 a 400 Hz.

Ventajas:

- Son de tamaño pequeño.
- De construcción robusta, no tienen partes móviles.
- Respuesta a la frecuencia típica de 0 a 300 rpm.

Desventajas:

- Es sensible a cambios en la superficie del eje.
- Requiere fuente externa de poder.
- Limitado a partes rotatorias con cojinetes de chapa. No se recomienda su uso en cojinetes de rodamiento.

2.3.2 Transductores de Velocidad

Son también llamados sensores sísmicos. Está compuesto de una bobina cilíndrica y un imán permanente suspendido en resortes en la mitad en un medio fluido. Al colocarse el transductor en los soportes de rodamientos (chumaceras), la vibración transmitida produce oscilación en el magneto que induce una corriente eléctrica y diferencia de potencial en la bobina que es proporcional a la amplitud de vibración.

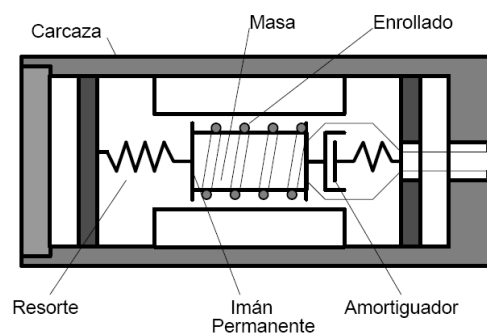


Figura 2.13: Transductor de Velocidad

Es de uso muy común, especialmente para mediciones en soportes de rodamientos (chumaceras), no requiere de fuente externa. Puede tener problemas de interferencia del campo magnético.

Su aplicación está especialmente en el rango de 2 Hz a 1 KHz., no es aplicable para altas frecuencias por su baja frecuencia natural. La masa del sistema es una bobina soportada por resortes. Estos transductores son diseñados para medir vibraciones preferentemente a frecuencias mayores a la frecuencia natural del sistema masa – resorte. Un imán está firmemente unido a la carcasa del sensor y provee un campo magnético alrededor de la bobina suspendida. Cuando un conductor es movido a través de un campo magnético, o un campo magnético es movido a través de un conductor, se inducirá un voltaje en el conductor.

La cantidad de voltaje generado dependerá de la rapidez (velocidad) con la cual el conductor es desplazado en el campo magnético. Cuando la carcasa del sensor es adherida a la superficie vibrante el voltaje generado es directamente proporcional a la velocidad de la parte vibrante. La señal de este sensor es bastante fuerte y puede ser transmitida típicamente, sin amplificación, hasta 30 metros.

Ventajas:

- La velocidad es un excelente parámetro para determinar la condición mecánica de maquinaria.
- Buena respuesta a bajas frecuencias.
- Inmejorable para procesos de equilibrio dinámico con registros tomados en carcasa.
- Longitud del cable no es un factor crítico.

Desventajas:

- Comparativamente más pesados que otros transductores de vibración y también de mayor tamaño.
- No es efectivo para sensar vibraciones de altas frecuencias.

2.3.3 Acelerómetros

Un acelerómetro es un instrumento auto generativo que produce una señal de salida proporcional a la aceleración de la vibración. Consiste en un pedazo de cristal piezoeléctrico que se encuentra en contacto con una masa. Cuando se pone en contacto la armadura del sensor con el medio vibrante (chumaceras) la fuerza de excitación intenta deformar al cristal y este por sus propiedades piezoeléctricas genera una señal eléctrica como respuesta.

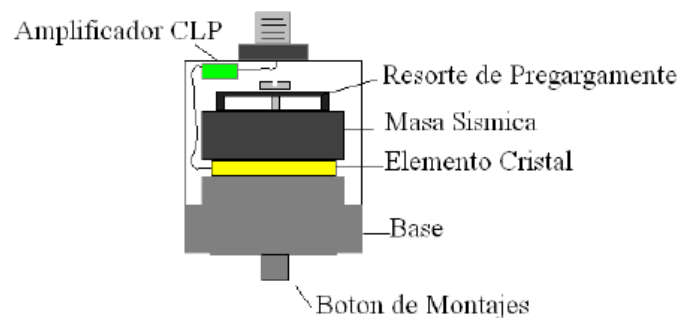


Figura 2.14: Acelerómetro

Operan en una amplia gama de frecuencias, desde 0 hasta más de 400 KHz, son recomendables para maquinaria de alta velocidad y alta frecuencia.

Ventajas:

- Auto generativo.
- Amplia respuesta a la frecuencia.
- Es de tamaño pequeño y poco peso.

Desventajas:

- No es confiable para mediciones a baja frecuencia.
- Las mediciones no son fidedignas cuando el desplazamiento es calculado por doble integración.
- Muy sensibles a los golpes.
- Sensible a ruido externo.

El desarrollo tecnológico presenta ahora en el mercado transductores llamados acelerómetros triaxiales que tienen la capacidad de hacer mediciones en tres direcciones sin mover el transductor.

2.4 Análisis de los Espectros FFT [6]

El análisis de espectros se define como la transformación de una señal representada en el dominio del tiempo hacia la representación de la misma en el dominio de la frecuencia, tiene sus raíces a principio del siglo XIX, cuando varios matemáticos lo investigaron desde una base teórica. Pero él fue un hombre práctico, un ingeniero con una educación matemática, que desarrolló la teoría en que están basadas casi todas nuestras técnicas modernas de análisis de espectros. Este ingeniero era Jean Baptiste Fourier. El estaba trabajando para Napoleón, durante la invasión de Egipto en un problema de sobrecalentamiento de cañones, cuando dedujo la famosa Serie de Fourier para la solución de la conducción de calor. Puede parecer que hay una gran distancia entre cañones sobrecalentados y análisis de frecuencia, pero resulta que las mismas ecuaciones son aplicables en los dos casos.

Fourier más tarde generalizó la Serie de Fourier en la Transformada Integral de Fourier. La llegada del análisis de las señales digitales naturalmente llevó a la llamada Transformada Discrecional de Fourier y la Transformada Rápida de Fourier.

2.4.1 La Transformada Integral de Fourier

La extensión natural de la Serie de Fourier para abarcar señales de tiempo de una longitud infinita, como señales no repetitivas continuas, es la Transformada Integral de Fourier, o Transformada de Fourier. Esta integración transformará cualquier señal continua de tiempo de forma arbitraria en un espectro continuo con una extensión de frecuencias infinita.

Una característica interesante de la Transformada de Fourier es el hecho que un evento que abarca un período de tiempo corto se extenderá sobre un largo rango de frecuencias o viceversa.

2.4.2 La Transformada Discreta de Fourier

Ni la Serie de Fourier, ni la Transformada de Fourier se prestan fácilmente para cálculos en computadoras digitales. Para vencer este impedimento, la llamada Transformada Discreta de Fourier fue desarrollada. Probablemente la primera persona que concibió la TDF fue Wilhelm Friedrich Gauss, el famoso matemático alemán del siglo XIX, aunque por cierto él no tenía una computadora digital en la que podría implementarla. La TDF opera con una señal de muestras en el dominio del tiempo. A partir de esto se genera un espectro de muestras (o discreto) en el dominio de la frecuencia. El espectro que resulta es una aproximación de la Serie de Fourier, una aproximación en el sentido que se perdió la información entre las muestras de la forma de onda. La clave hacia la TDF es la existencia de una forma de onda de la que se tomaron muestras, esto da la posibilidad de representar la forma de onda en una serie de números.

Para generar esta serie de números desde una señal análoga, se requiere un procedimiento de muestreo, y de conversión de análogo a digital. La señal de la que

se tomaron muestras es una representación matemática del nivel de la señal instantánea a intervalos definidos con precisión. No contiene información de la señal entre los tiempos en que se tomaron muestras. Si la proporción de muestreo es lo suficientemente alta como para asegurar una representación razonable de la forma de la señal, la TDF produce un espectro que es muy similar a un espectro teóricamente verdadero. Este espectro también es discreto, y no hay información entre las muestras o “líneas” de espectro. En teoría, no hay límite al número de muestras que se puedan usar, o a la velocidad del muestreo, pero hay limitaciones prácticas que debemos observar. La mayoría de esas limitaciones son el resultado de usar una computadora digital como agente calculador.

2.4.3 La Transformada Rápida de Fourier

Para adaptar la TDF para uso con computadoras digitales, la llamada Transformada Rápida de Fourier fue desarrollada. La FFT es un algoritmo para calcular la TDF de manera rápida y eficaz.

Son Cooley y Tuckey que fueron acreditados con el descubrimiento de la FFT en 1967, pero ya existía desde antes, aunque sin las computadoras que se necesitaban para explotarla. El algoritmo pone algunas limitaciones en la señal y en el espectro resultante. Por ejemplo: la señal de la que se tomaron muestras y que se va a transformar debe consistir de un número de muestras igual a un poder de dos.

La mayoría de los analizadores FFT permiten la transformación de 512, 1024, 2048, 4096 muestras. El rango de frecuencias cubierto por el análisis FFT depende de la cantidad de muestras recogidas y de la proporción de muestreo.

2.5 Tablas y Normas de Severidad Vibraciona

2.5.1 Tablas de Diagnóstico Vibracional [7]

A lo largo de varios años la Marina Americana ha recolectando datos de vibración desde 1975, además de ello basándose en normas internacionales como ISO 10816, se ha podido realizar un manual de diagnostico de maquinaria rotativa como en bombas, rodamientos, problemas eléctricos, problemas de turbinas, ventiladores, compresores, bandas, engranes, poleas, etc. En el **ANEXO 1** se puede detallar un resumen de la mayoría de la información acerca del diagnostico de maquinaria, pero no pretende ser exhaustivas. Cabe recalcar que la información del manual son de los problemas exactos de la maquinaria rotativa y alternativa.

2.5.2 Normas de Severidad Vibracional [8]

El estado de una máquina se determina mejor por una serie de mediciones de vibración hecho en un largo tiempo. Normas absolutas se pueden usar como guía si no hay datos históricos.

A través de los años, se hicieron varios intentos para establecer niveles de vibración absolutos, o normas de niveles para una operación aceptable en diferentes tipos de máquinas.

2.5.2.1 Norma ISO 2372

La norma ISO 2372 especifica diferentes límites en la condición mecánica de la máquina de acuerdo con las potencias de esta y el tipo de soporte. Estos indicadores contemplan la medición del nivel total de velocidad RMS dentro de un rango de frecuencias de entre 10 Hz y 1000Hz.

Por ejemplo, en forma general se aprecia que según esta norma, incrementos de los niveles de vibraciones en 2.5 veces (8dB) indican un cambio en la condición mecánica de la máquina. Sin embargo, incrementos de 10 veces (20 dB) constituyen un cambio alarmante ya que ésta es la proporción que guarda la condición anormal respecto a la condición normal.

Se estima que el mejor indicador de la condición mecánica de la máquina viene dado por los cambios relativos que sufren los niveles de vibraciones con respecto a los espectros de referencia de la propia máquina.

Tabla 2.2: NORMA ISO 2372

45.00	No Permisible	No Permisible	No Permisible	No Permisible
28.00				Límite
18.00				Límite
11.20				Límite
7.10				Límite
4.50	Límite	Límite	Admisible	Admisible
2.80				
1.80	Admisible	Admisible	Normal	Normal
1.12				
0.71				
0.45	Normal	Normal	Normal	Normal
0.28				
0.18				
- Vel. [mm/s]	Máquinas Pequeñas (<15 kW)	Máquinas Medianas (15-75 kW) (300 kW, soporte especial)	Máquinas grandes (base rígida) (>75 kW)	Máquinas grandes (alta velocidad) (>75 kW)

2.5.2.2 Norma ISO 10816

Norma internacional que clasifica a las máquinas en grupos de acuerdo a la potencia del motor. Mientras más grande es la máquina, mayor es su capacidad de soportar vibración. La norma ISO 10816 es aplicable para máquinas, con registros de vibración tomados en la carcasa.

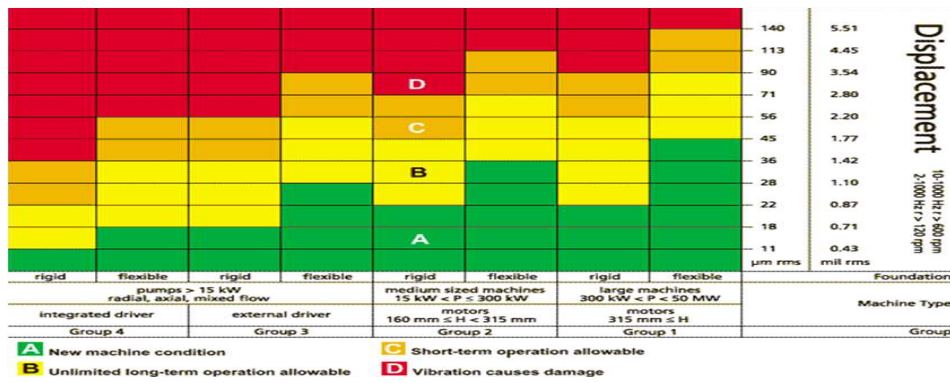


Figura 2.15: Norma ISO 10816

2.5.2.3 Normas DLI

La tabla que enseñamos aquí se puede aplicar a un gran número de máquinas rotativas con una confianza razonable. Es una destilación de datos de un rango importante de maquinaria industrial.

Tabla 2.3: NORMA DLI

Nivel de Vibración	de		
	< 30 Hz	30 Hz - 1000 Hz	> 1000 Hz
Extremo	10 mils p-p	125 VdB rms	11.2 G rms
Excesivo	4.2 mils p-p	117 VdB rms	4.46 G rms
Tolerable	1.5 mils p-p	108 VdB rms	1.58 G rms
Aceptable	0.6 mils p-p	100 VdB rms	0.630G rms

La misma información se encuentra en forma gráfica en la siguiente figura:

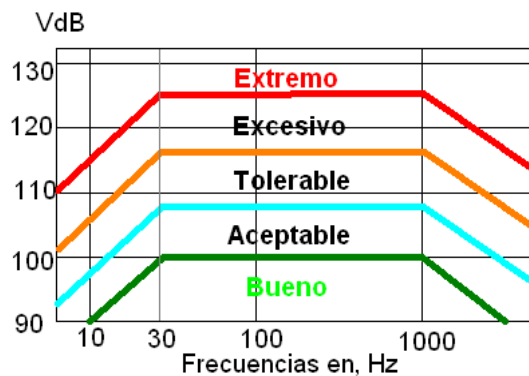


Figura 2.16: Norma DLI

2.6 Niveles aceptables de Vibración

Los niveles de vibración nos ayudarán a determinar la intensidad de vibración, puesto que nos permitirá comparar los datos obtenidos con el monitoreo al momento de medir e inmediatamente hacernos una idea de cómo se encontrarían los diferentes activos, los valores admisibles de vibración para los activos son:

Tabla 2.4: NIVELES ACEPTABLES DE VIBRACIÓN

MÁQUINAS Y ELEMENTOS	VALORES ADMISIBLES
Turbinas de gas, de vapor o hidráulicas	2.5 mm/s
Motores eléctricos, bombas, ventiladores asentados en el piso (equipos comunes)	4.5 mm/s
Ventiladores asentados en resortes	5.1 mm/s
Motores de combustión interna	12.5 mm/s
Llanta de un auto	40 mm/s

2.7 Criticidad de los equipos [9]

“El análisis de criticidad es una metodología que permite jerarquizar sistemas, instalaciones y equipos en función de su impacto global, con el fin de facilitar la toma de decisiones.”

2.7.1 Método de los criterios ponderados

Existen varios métodos para estimar la criticidad de los equipos, los mismos son diseñados acorde a las necesidades de cada empresa en nuestro estudio, se lo realiza tomando los siguientes aspectos:

- Económicos
- Técnicos
- Inspección
- Personal
- Materiales
- Disponibilidad de planta



Figura 2.17: Aplicación del análisis de criticidad.

2.7.2 Criticidad

El término crítico y la definición de criticidad pueden tener diferentes interpretaciones y van a depender del objetivo que se está tratando de jerarquizar.

Desde esa óptica existe una gran diversidad de herramientas de criticidad, según las oportunidades y las necesidades de la organización, la metodología que se propondrá es una herramienta de priorización bastante sencilla que genera resultados semicuantitativos, basados en la teoría de riesgo.

$$\text{CRITICIDAD} = \text{Frecuencia de Falla} * \text{Consecuencia} \quad (2.6)$$

Frecuencia de falla: número de fallas en un tiempo determinado

$$\text{CONSECUENCIA} = ((\text{Impacto Operacional} * \text{Flexibilidad}) + \text{Costos Mantenimiento} + \text{Impacto SAH}) \quad (2.7)$$

Los factores ponderados de cada uno de los criterios a ser evaluados por expresión de riesgos se lo representan a continuación.

$$\text{CRITICIDAD TOTAL} = \text{Frecuencia de Falla} * \text{Consecuencia} \quad (2.8)$$

En la **Tabla 2.5** podemos observar los criterios a ser evaluados. Cabe destacar que para los costos de mantenimiento nuestro estudio se centra en un valor estimado de inferior a 1000 usd. Categoría 1; superiores a ello categoría 2

Tabla 2.5: CRITERIOS A SER EVALUADOS – MATRIZ DE CRITICIDAD

Frecuencia de fallas:		Costo de Mantenimiento.	
Parámetro mayor a 4 fallas/año	4	Costos Altos	2
Promedio 2 - 4 fallas/año	3	Costos Bajos	1
Buena 1 - 2 fallas/año	2		
Excelente menores de 1 falla/año	1		
Impacto operacional		Impacto en Seguridad Ambiente Higiene	
Parada inmediata total	10	Afecta la seguridad humana tanto externa como interna	8
Parada del complejo planta y tiene repercusión en otros complejos	6	Afecta el ambiente produciendo daños reversibles	6
Impacta en niveles de producción o calidad	4	Afecta las instalaciones causando daños severos	4
Repercute en costos operacionales adicionales asociados a disponibilidad	2	Provoca daños menores (Accidentes e incidentes) personal propio	2
No genera ningún efecto significativo sobre operaciones y producción	1	Provoca un impacto ambiental cuyo efecto no viola las normas ambientales	1
Flexibilidad Operacional		No provoca ningún tipo de daños a personas instalaciones o al ambiente	
No existe opción de producción y no existe función de repuesto	4		0
Hay opción de repuesto compartido	2		
Función de repuesto disponible	1		

Estos factores son evaluados en reuniones de trabajo con la participación de distintas personas pertenecientes e involucrados en el contexto operacional (operaciones, mantenimiento, procesos seguridad, y ambiente). Una vez que se evaluaron en consenso cada uno de los factores presentados en la tabla anterior, se introduce en la fórmula de criticidad total, y se obtiene el valor total de la criticidad (máximo valor de criticidad que se puede obtener a partir de los factores ponderados evaluados). Para obtener el valor de criticidad de cada sistema se toma los valores totales individuales de cada uno de los factores principales: frecuencia y consecuencia se ubican en la matriz de criticidad por tanto el valor de las frecuencias se ubican en el

eje Y, la matriz de criticidad mostrada en el siguiente esquema, permite jerarquizar los sistemas en tres áreas

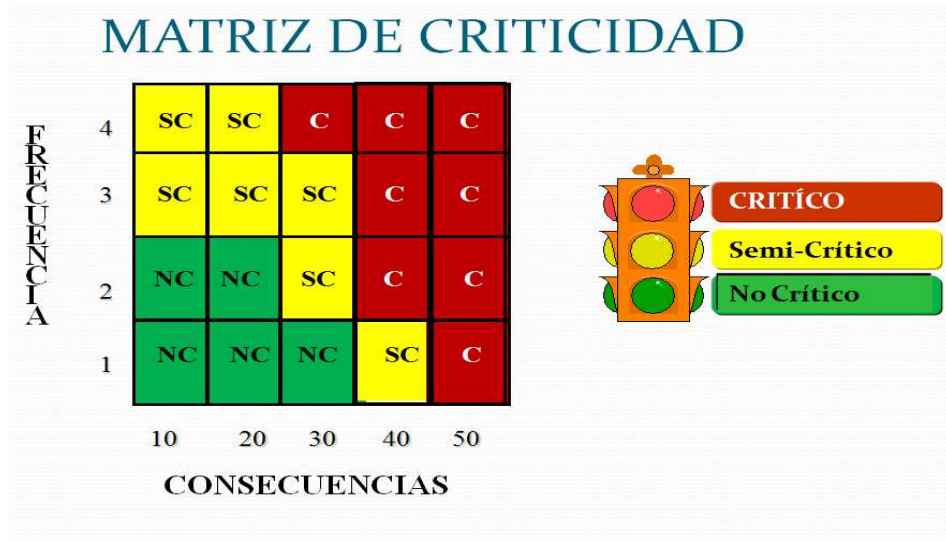


Figura 2.18: Matriz de Criticidad

- Área de sistema No Crítico.(NC)
- Área de sistema Semi critico.(MC)
- Área de sistema Críticos.(C)

CAPÍTULO III

3. EVALUACIÓN DE LA GESTIÓN ACTUAL DEL MANTENIMIENTO EMPLEADO EN LA EMPRESA MOLINOS EL FÉNIX.

3.1 Aspectos Generales en la tecnología de fabricación de harina Fénix

3.1.1 Proceso Productivo Molinos el Fénix

El proceso productivo de **MOLINO FENIX** sigue las siguientes etapas:



Figura 3.1: Diagrama simplificado proceso productivo

1. Recepción del Trigo.

El trigo que es transportado desde la ciudad de Guayaquil es recibido y pesado antes de la descarga para comprobar la cantidad que se trae.



Figura 3.2: Recepción y pesado de trigo

2. Almacenaje de Trigo

El trigo recibido en la tolva de descarga es conducido mediante un elevador de paletts al silo de almacenamiento, impulsado por un motor.



Figura 3.3: Silo de almacenamiento de trigo

3. Descarga del trigo desde el silo.

Mediante el mismo elevador luego es conducido desde el silo hacia las tolvas para iniciar el proceso de limpieza del mismo. De esta manera a través del elevador de trigo es conducido hacia una Tolva Báscula donde es pesado.



Figura 3.4: Tolva báscula

4. Dosificado, Tamizado y Reposo.

Mediante el elevador VL8 el trigo pasa a la zaranda donde es tamizado, y retirada parte de las impurezas; luego el trigo tamizado es conducido hacia la despiedradora donde se retiran las piedras y resto de impurezas, todo tipo de impurezas son conducidas hacia el piso inferior (reposo) de la planta que es donde se recoge.

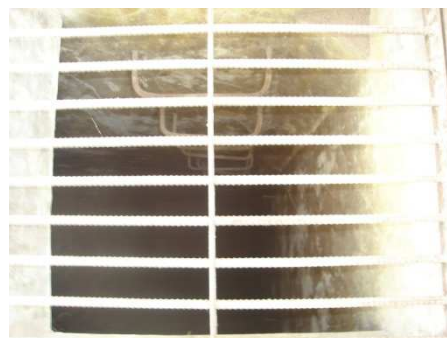


Figura 3.5: Dosificado y reposo del trigo.



Figura 3.6: Tamizado

5. Limpieza del Trigo.

El trigo luego ingresa a la esmeriladora donde es pelado y retirado el triguillo, y mediante el elevador AL3 es conducido hacia los silos de trigo limpio en donde reposa por un lapso de 72 horas añadiéndole mediante dosificadores una cantidad mínima de agua;



Figura 3.7: Despiedradora, y Ciclón (Sistema de limpieza)

De esta manera mediante los dosificadores AT5 y AT6 y conjunto sinfín-elevador AT3 son conducidos a la cepilladura en donde es descargado completamente y de ahí el trigo es conducido mediante el elevador AT1 a la tolva de inicio de molienda.



Figura 3.8: Dosificadores

6. Proceso de Molienda de Trigo.

El mismo que ingresa a una báscula para ser pesado y de allí ingresa al primer molino donde es triturado e inmediatamente es elevado por medio del sistema de aspiración instalado en la planta e ingresa al planchister para ser cernido, luego ingresa al segundo molino para conseguir la segunda trituración.



Figura 3.9: Báscula y Molino

7. Tamizado de la Harina.

De aquí es conducido al segundo planchister para ser cernido y caer al primer molino y realizar la tercera trituración, de igual manera es triturado, elevado y conducido hacia la cuarta trituración, para ser conducido luego al sasor, donde se obtiene la sémola gruesa y fina. Del primer planchister se obtiene el afrecho que es conducido hacia una centrífuga donde es cernido y se obtiene el afrecho listo para ser ensacado.



Figura 3.10: Cuarta Trituración

La sémola gruesa es conducida al molino de primera desatación, donde es molido, absorbido y conducido al planchister donde es cernido y conducido al segundo molino de desatación, es molido, absorbido y conducido al planchister donde es cernido nuevamente y conducido hacia el molino de la primera molienda donde es molido y conducido al segundo planchister donde es cernida la harina y conducida mediante un sinfín al tercer planchister donde es nuevamente cernida y de allí pasa al segundo planchister para ser cernida y caer al molino de la tercera molienda, donde es nuevamente molida y absorbida hacia el planchister y cae al molino de la cuarta molienda donde es nuevamente molida luego pasa para ser cernida.



Figura 3.11: Tercera Trituración

Entre fase y fase de la molienda todo el producto molido se criba, empleando tres tipos de mecanismos siendo estos una serie de cribas dispuestas una sobre otra, donde existe un cilindro de tela o de seda que retiene el acemite.

Posteriormente es conducida mediante un sinfín para ser absorbida y caer a la tolva de alimentación del sinfín, y este a su vez conduce hacia la máquina ensacadora, donde la harina es ensacada y mediante una banda transportadora son conducidos los sacos hacia la cocedera automática.

8. Recepción del Producto Terminado.

La harina luego de ensacada está formada casi en su totalidad por endospermo, que es un tejido de almacenamiento de los alimentos de la semilla. El acemite está formado por fragmentos de endospermo, fragmentos de cáscara y salvado con partículas adheridas.

9. Inspección de la Harina.

El trigo y sus características tales como el peso por unidad de volumen, el tamaño del grano, grosor, así como impurezas, afectan directamente a la calidad de la harina. Para evitar y detectar todas estas características existe el laboratorio que esta en la capacidad de realizar el estudio de las propiedades más específicas como: el contenido de humedad, proteínas, grado de granulación, color, grasas y la capacidad expansiva como el gluten.



Figura 3.12: Laboratorio

10. Embalaje y Almacenamiento de la Harina

Todos los productos derivados y procesados del trigo son envasados en sacos de poliuretano y en sacos de tela. Obteniendo sacos de 45kg y 12kg para luego ser transportado a la bodega donde son apilados y distribuyéndolos para evitar que la humedad deteriore a los que se encuentran primeros.



Figura 3.13: Ensacado – cosedora y almacenamiento en bodega

En el **ANEXO 2** se muestra el detalle de cada uno de los pisos de la planta con su respectiva distribución de maquinaria, y los sistemas que conforman las máquinas críticas en estudio.

DIAGRAMA DE PRODUCCIÓN DE MOLINOS EL FENIX

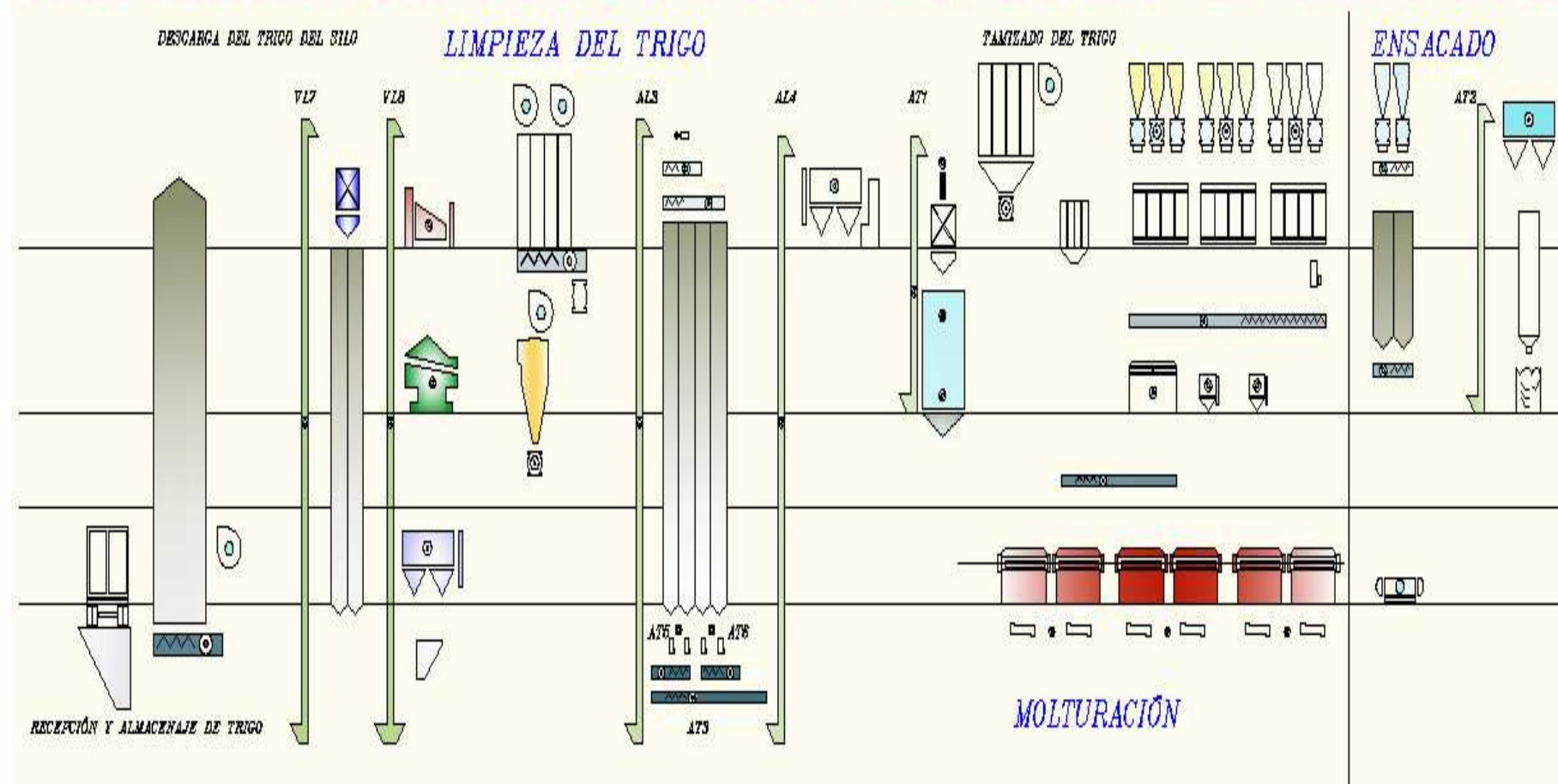


Figura 3.14: Diagrama de producción de Molinos el Fénix

3.2 Estado Técnico actual de los equipos

Para poder realizar un estudio eficaz del estado técnico de la maquinaria es necesario definir cada uno de las secciones que comprenden MOLINOS EL FENIX , una vez realizada este procedimiento sabremos el porque hemos escogido las secciones y los equipos que se va ha realizar el diagnostico Vibracional.

1. Recepción y almacenaje de trigo

- Elevadores
- Báscula
- Transportadores de trigo

2. Limpieza

- Zaranda de Vibración.
- Despiedradora
- Despuntador de trigo
- Ventiladores centrífugos del sistema del recolector de polvo por aire aspirado
- Ventilador centrífugo del separador de polvo mediante ciclón.

3. Molturación

- Molinos de rodillos.
- Sistemas de Transmisión de potencia molinos.

- Transportadores de harina (moliendas).
- Planshisters.
- Sasores.
- Ventilador Centrífugo del sistema de aspiración de harina.

4. Ensacado

- Cernedor centrifugo.
- Mezclador de harina.

Primordialmente vamos a realizar el estudio y recopilación de datos de los siguientes equipos:

LIMPIEZA

- Despuntador de trigo
- Ventiladores centrífugos del sistema del recolector de polvo por aire aspirado
- Ventilador centrífugo del separador de polvo mediante ciclón.

MOLTURACIÓN

- Molinos de rodillos.
- Sistemas de Transmisión de potencia molinos.
- Ventilador Centrífugo del sistema de aspiración de harina.

ENSACADO

- Cernedor centrífugo.
- Mezclador de harina.

Realizada la lista de los diferentes equipos, es importante determinar el estado técnico de los mismos, para lo cual se realiza una inspección y revisión previa de cada uno de éstos.

El área de mantenimiento de MOLINOS EL FÉNIX, no cuenta con información con respecto a los datos y características técnicas, tampoco cuenta con codificaciones y planos de los mismos, es por eso que surgió la necesidad de recolectar todos los datos ya mencionados, lógicamente esta información se generó con el personal técnico y de operación.

La labor del área de mantenimiento, esta relacionado muy estrechamente en la prevención de accidentes y lesiones que afecten al trabajador, por lo tanto *el personal de mantenimiento tiene la responsabilidad de conocer al 100 % el estado técnico de su maquinaria con el cual este trabajando; y mucho más en maquinaria rotativa de alta potencia como en los Ventiladores del sistema de limpieza, y el sistema de transmisión de potencia , esto permitirá el desenvolvimiento seguro de la planta industrial, evitando accidentes laborales y perdidas de producción.*

3.2.1 Política de mantenimiento acorde a la categoría de la maquina

El mantenimiento productivo total señala que política de mantenimiento se debe realizar en los equipos según la categoría que tiene cada uno de ellos..

Las categorías pueden ser:

- BUENO: Categoría A
- REGULAR: Categoría B
- MALO: Categoría C

I. PARA LA CATEGORÍA A (BUENO)

Lograr la máxima disponibilidad de la maquinaria o equipos, para la cual se recomienda realizar lo siguiente:

- Mantenimiento predictivo: gran utilización de técnicas de ultrasonido, vibraciones, análisis de aceite, termografía, etc. sin escatimar costos.
- Mantenimiento preventivo: emplear un sistema de mantenimiento preventivo planificado.
- Mantenimiento correctivo: en el caso de reparaciones imprevistas.

II. PARA LA CATEGORÍA B (REGULAR)

Reducir los costos de mantenimiento sin que ello perjudique la disponibilidad de la maquinaria o equipos, para lo cual se recomienda realizar lo siguiente:

- Mantenimiento predictivo: usarlo solamente en caso necesario.

- Mantenimiento preventivo: emplear un sistema de mantenimiento preventivo planificado.
- Mantenimiento correctivo: en el caso de reparaciones imprevistas.

III. PARA LA CATEGORÍA C (MALO)

Disminuir los costos de mantenimiento a lo menor posible, para lo cual se recomienda realizar lo siguiente:

- Mantenimiento predictivo: casi cero.
- Mantenimiento preventivo: emplear un sistema de mantenimiento preventivo planificado.
- Mantenimiento correctivo: en el caso de reparaciones imprevistas

A continuación se realiza el estudio del estado técnico de las diferentes máquinas, tomando en cuenta el estado de las partes constitutivas de las mismas como el nivel de desgaste, presión, caudal de aire, temperatura, y ruido netamente es un trabajo de campo que se lo realizó conjuntamente con el personal operativo, es decir el mecánico de mantenimiento, electricista y el Jefe de Mantenimiento Producción.

Tabla 3.1: ESTADO TÉCNICO DESPUNTADOR DE TRIGO

DESPUNTADOR DE TRIGO				
MARCA: FILTERWERK		RESPONSABLE DEL MANTENIMIENTO: Ing. Raúl Vaca		
CÓDIGO TÉCNICO : MQ.PR.LM.DE.01		SIGNIFICADO: Maquina del Área de Producción, Sección Limpieza, Despuntador de Trigo numero 01		
MANUALES: Si: _____ No: <u> X </u>	PLANOS: Si: _____ No: <u> X </u>	REPUESTOS: Si: _____ No: <u> X </u>		
ESTADO TÉCNICO		Malo	Regular	Bueno
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Estado del anclaje ➤ Estado de la carcasa ➤ Estado motor eléctrico ➤ Estado del soporte de la tapa ➤ Estado de los empaques ➤ Estado de las redes eléctricas ➤ Funcionamiento de los mecanismos ➤ Estado de las correas ➤ Estado de las barras batientes ➤ Estado del tablero de control ➤ Estado de tornillo sin fin ➤ Estado del tambor frotante ➤ Estado de batidores de acero ➤ Estado de Crucetas (regulador luz tambor frotante, batidores frotantes) ➤ Estado Caja de alimentación de polvo 		X	X X X X X X X X X X	X X
CONCLUSIÓN: ESTADO TÉCNICO REGULAR				
TIPO DE SERVICIO DE MANTENIMIENTO REQUERIDO:				
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Usarlo solamente en caso necesario. ➤ Emplear un sistema de mantenimiento preventivo planificado. ➤ Mantenimiento correctivo emplear en el caso de reparaciones imprevistas. 				

Tabla 3.2: ESTADO TÉCNICO VENTILADOR DE LIMPIEZA N°1

VENTILADOR DE LIMPIEZA N ° 1			
MARCA: HUMMEL		RESPONSABLE DEL MANTENIMIENTO: Ing. Raúl Vaca	
CÓDIGO	ACTIVO	FIJO:	SIGNIFICADO:
MQ.PR.LA.VA.001			Maquina del Área de Producción, Sección Limpieza, Ventilador de Limpieza 01

MANUALES: Si: _____ No: <u>X</u>	PLANOS: Si: _____ No: <u>X</u>	REPUESTOS: Si: _____ No: <u>X</u>		
ESTADO TÉCNICO		Malo	Regular	Bueno
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Estado motor eléctrico ➤ Estado de los elementos rodantes (rodamientos). ➤ Estado de la carcasa. ➤ Estado del anclaje. ➤ Estado de las manchetas ➤ Estado de bridas locas ➤ Estado de las redes eléctricas. ➤ Estado del tablero de control. ➤ Estado de lubricadores (stuffers) ➤ Estado del impulsor. ➤ Estado de las tuberías de admisión y descarga. ➤ Estado de bandas 			X X X X X X X X X X	X X X X X X X X X X
CONCLUSIÓN: ESTADO TÉCNICO BUENO				
TIPO DE SERVICIO DE MANTENIMIENTO REQUERIDO:				
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Gran utilización de técnica de Análisis de Vibración. ➤ Emplear un sistema de mantenimiento preventivo planificado. ➤ Mantenimiento correctivo emplear en el caso de reparaciones imprevistas. 				

Tabla 3.3: ESTADO TÉCNICO VENTILADOR DE LIMPIEZA N°2

VENTILADOR DE LIMPIEZA N ° 2				
MARCA: HUMMEL		RESPONSABLE DEL MANTENIMIENTO: Ing. Raúl Vaca		
CÓDIGO ACTIVO FIJO: MQ.PR.LA.VA.002		SIGNIFICADO: Maquina del Área de Producción, Sección Limpieza, Ventilador de Limpieza 02		
MANUALES: Si: _____ No: <u>X</u>	PLANOS: Si: _____ No: <u>X</u>	REPUESTOS: Si: _____ No: <u>X</u>		
ESTADO TÉCNICO		Malo	Regular	Bueno
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Estado motor eléctrico ➤ Estado de los elementos rodantes. ➤ Estado de la carcasa. ➤ Estado del anclaje. ➤ Estado de las manchetas ➤ Estado de bridas locas 		X		X X X X

<ul style="list-style-type: none"> ➤ Estado de las redes eléctricas. ➤ Estado del tablero de control. ➤ Estado de lubricadores (stuffers) ➤ Estado del impulsor. ➤ Estado de las tuberías de admisión y descarga. ➤ Estado de bandas 	X		X X X X
CONCLUSIÓN: ESTADO TÉCNICO BUENO			
TIPO DE SERVICIO DE MANTENIMIENTO REQUERIDO: <ul style="list-style-type: none"> ➤ Gran utilización de técnica de Análisis de Vibración. ➤ Emplear un sistema de mantenimiento preventivo planificado. ➤ Mantenimiento correctivo emplear en el caso de reparaciones imprevistas. 			

Tabla 3.4: ESTADO TÉCNICO VENTILADOR CICLÓN

VENTILADOR CICLÓN				
MARCA: HUMMEL		RESPONSABLE DEL MANTENIMIENTO: Ing. Raúl Vaca		
CÓDIGO ACTIVO FIJO: MQ.PR.LA.CI.		SIGNIFICADO: Maquina del Área de Producción, Sección Limpieza, Ventilador Ciclón.		
MANUALES: Si: _____ No: <u> X </u>	PLANOS: Si: _____ No: <u> X </u>	REPUESTOS: Si: _____ No: <u> X </u>		
ESTADO TÉCNICO		Malo	Regular	Bueno
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Estado motor eléctrico. ➤ Estado de los elementos rodantes (cojinetes de deslizamiento). ➤ Estado de la carcasa. ➤ Estado del anclaje. ➤ Estado de las manchetas ➤ Estado de bridas locas ➤ Estado de las redes eléctricas. ➤ Estado del tablero de control. ➤ Estado de lubricadores (stuffers) ➤ Estado del impulsor. ➤ Estado de las tuberías de admisión y descarga. ➤ Estado de bandas 		X	X	X X X X
		X	X	X
			X	
			X	
CONCLUSIÓN: ESTADO TÉCNICO BUENO				

TIPO DE SERVICIO DE MANTENIMIENTO REQUERIDO:

- Gran utilización de técnica de Análisis de Vibración.
- Emplear un sistema de mantenimiento preventivo planificado.
- Mantenimiento correctivo emplear en el caso de reparaciones imprevistas.

Tabla 3.5: ESTADO TÉCNICO MOLINO 03

MOLINO 03				
MARCA: MIAG BRAUNSCHWEIG		RESPONSABLE DEL MANTENIMIENTO: Ing. Raúl Vaca		
CÓDIGO ACTIVO FIJO: MQ.PR.ML.MO 3		SIGNIFICADO: Maquina del Área de Producción, Sección Molturación , Molino numero 3		
MANUALES: Si: _____ No: <u> X </u>	PLANOS: Si: _____ No: <u> X </u>	REPUESTOS: Si: _____ No: <u> X </u>		
ESTADO TÉCNICO		Malo	Regular	Bueno
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Estado del cilindros lisos ➤ Estado de la cilindros estriados ➤ Estado cuchillas de acero (cilindros lisos) ➤ Estado de la unidad regulador de automático de alimentación trigo ➤ Estado de rosca de alimentación (cilindros de trituraje) ➤ Estado de doble rodillos de alimentación trituraje y compresión ➤ Volante de para el ajuste de los cilindros inferiores. ➤ Volante para el ajuste micrométrico ➤ Chapa separable debajo de los rodillos de alimentación ➤ Sistema de aspiración superior y alternativa ➤ Tolva de madera ➤ Estado poleas ➤ Estado embrague ➤ Estado sistema transmisión engranes (cilindros lisos) 		X	X X X X X X	X X X X
		X		
CONCLUSIÓN: ESTADO TÉCNICO REGULAR				
TIPO DE SERVICIO DE MANTENIMIENTO REQUERIDO: REGULAR				
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Usarlo solamente en caso necesario. ➤ Emplear un sistema de mantenimiento preventivo planificado. ➤ Mantenimiento correctivo emplear en el caso de reparaciones imprevistas. 				

Tabla 3.7: ESTADO TÉCNICO TRANSMISIÓN DE POTENCIA M4

TRANSMISIÓN DE POTENCIA M4				
MARCA: SCHUCKERTWERWEAG		SIEMENS	RESPONSABLE DEL MANTENIMIENTO: Ing. Raúl Vaca	
CÓDIGO TÉCNICO: MQ.PR.ML.MO.TR.004		SIGNIFICADO: Maquina del Área de Producción, Sección Molturación, Motor Transmisión 004		
MANUALES: Si: _____ No: <u>X</u>	PLANOS: Si: _____ No: <u>X</u>	REPUESTOS: Si: _____ No: <u>X</u>		
ESTADO TÉCNICO		Malo	Regular	Bueno
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Estado motor eléctrico. ➤ Estado de los elementos rodantes. ➤ Estado de la carcasa. ➤ Estado del anclaje. ➤ Estado de las redes eléctricas. ➤ Estado del tablero de control. ➤ Estado de lubricadores (graseros) ➤ Estado de poleas. ➤ Estado de bandas. ➤ Estado cimentación motor. ➤ Estado cimentación soportes de rodamientos. ➤ Estado eje motriz. 		X		X X X X X
		X		X X X X X
CONCLUSIÓN: ESTADO TÉCNICO BUENO				
TIPO DE SERVICIO DE MANTENIMIENTO REQUERIDO:				
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Gran utilización de técnica de Análisis de Vibración. ➤ Emplear un sistema de mantenimiento preventivo planificado. ➤ Mantenimiento correctivo emplear en el caso de reparaciones imprevistas. 				

Tabla 3.9: ESTADO TÉCNICO MEZCLADOR DE HARINA

MEZCLADOR DE HARINA				
MARCA: PRILLWITZ		RESPONSABLE DEL MANTENIMIENTO: Ing. Raúl Vaca		
CÓDIGO TÉCNICO: MQ.PR.ES.MH.		SIGNIFICADO: Maquina del Área de Producción, Sección Ensacado. Mezclador de Harina.		
MANUALES: Si: _____ No: <u>X</u>	PLANOS: Si: _____ No: <u>X</u>	REPUESTOS: Si: _____ No: <u>X</u>		
ESTADO TÉCNICO		Malo	Regular	Bueno
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Estado del anclaje ➤ Estado de la carcasa ➤ Estado de los elementos generadores de movimiento ➤ Estado cadena ➤ Estado de los empaques ➤ Estado de las redes eléctricas ➤ Funcionamiento de los mecanismos ➤ Estado del tablero de control ➤ Estado de tornillo sin fin ➤ Estado bujes (sistema de transmisión de movimiento intermitente oscilante) ➤ Estado elevador (perteneciente al sistema de mezclado) ➤ Estado canjilones (elevadores) ➤ Estado banda de canjilones 		X X X X X X X X X X	X X X X X	
CONCLUSIÓN: ESTADO TÉCNICO MALO				
TIPO DE SERVICIO DE MANTENIMIENTO REQUERIDO:				
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Mantenimiento Predictivo casi cero. ➤ Emplear un sistema de mantenimiento preventivo planificado. ➤ Mantenimiento correctivo emplear en el caso de reparaciones imprevistas. 				

3.3 Organización Actual del Mantenimiento

El Departamento de mantenimiento de MOLINOS EL FÉNIX no poseen un plan específico de mantenimiento; básicamente el trabajo es de reparación o cambio cuando los equipos fallan; por lo que no se cuenta con un stock de repuestos o

equipos en stand – by para ser reemplazados; lo que crea problemas en la producción.

De igual manera se realiza algún tipo de mantenimiento preventivo basado en inspecciones visuales y engrases cada que se piensa que la situación lo amerita pero no en todos los equipos.

Ventajosamente llevan registros de fallos, paradas o estado de los equipos con mayor desgaste o mayor probabilidad de fallo, pero siempre pensando en el costo de producción más no en la gestión del mantenimiento; MOLINOS EL FÉNIX posee un inventario y registro de los equipos pero es incompleto.

De la misma forma no se cuenta con un plan de mantenimiento predictivo en ninguno de sus equipos, lo cual ha traído como resultado diversas fallas que han perjudicado la producción, en vista que es imposible determinar los cambios de las condiciones físicas que estén sucediendo dentro de los equipos.

3.4 Documentos de Trabajo utilizados

Actualmente MOLINOS EL FÉNIX no posee documentación de trabajo. No se tiene registros o fichas de mantenimiento predictivo, lo que se tiene es ciertos manuales; por lo que se hace necesario elaborar un plan de documentos de mantenimiento preventivo y predictivo. En el **ANEXO 3** se puede apreciar los documentos de trabajo propuestos para el departamento de mantenimiento.

3.5 Evaluación de la Gestión Actual del Mantenimiento

Al realizar la evaluación de la gestión del Mantenimiento, es lamentable que en MOLINOS EL FÉNIX a pesar de todo el tiempo de su creación no posea un plan y un programa de mantenimiento con parámetros técnicos, normas adecuadas que

permitan el buen desempeño de los equipos, ya que la poca información técnica es obtenida a través de los catálogos y de los operadores.

Realizando el estudio correspondiente en MOLINOS EL FÉNIX notamos que el diagnóstico de la situación actual es la siguiente:

- La política del mantenimiento aplicado, es el sistema correctivo, con un deficiente mantenimiento preventivo planificado.
- Existe una pérdida de tiempo por la falta de planificación de la mano de obra, herramientas, materiales y repuestos, sumándose la falta de un plan y programa de mantenimiento.
- La información técnica y la documentación de mantenimiento de los equipos es escasa.
- Se carece de una verdadera administración del mantenimiento.
- Las tareas de mantenimiento que se realizan en la maquinaria y equipos no son registradas.
- No se cuenta con los documentos de trabajo necesarios para poder evaluar la Gestión del Mantenimiento.
- Apenas se tiene un historial de averías o paros imprevistos, esto se lo realizaba con la finalidad de calcular la pérdida de producción más no en la gestión del mantenimiento.

CAPÍTULO IV

4. ANÁLISIS VIBRACIONAL EN LOS EQUIPOS CRÍTICOS DE MOLINOS EL FENIX.

4.1 Determinación de los equipos críticos de las secciones de Limpieza, Molturación y Ensacado.

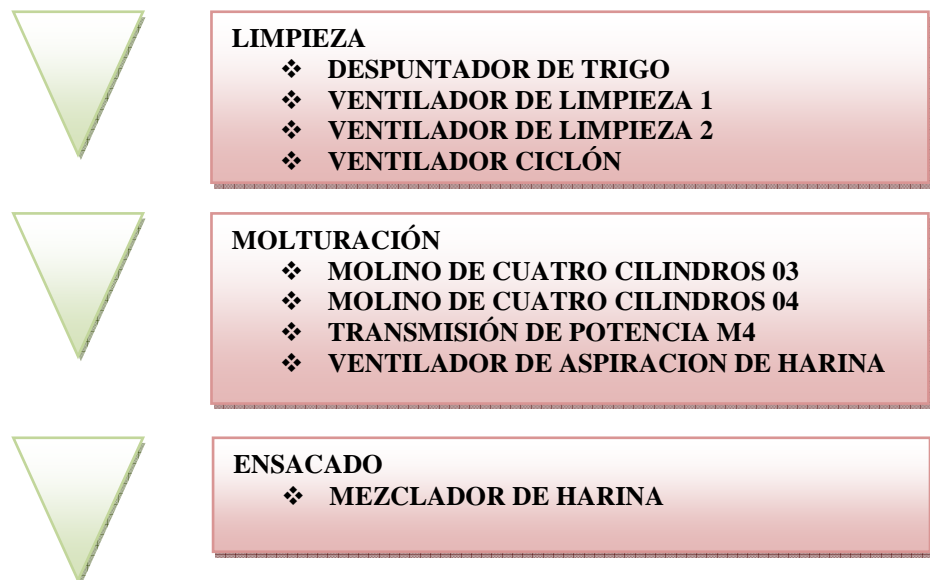


Figura 4.1: Diagrama de equipos críticos producción de Molinos el Fénix

4.1.1 Método de evaluación de criticidad general del proceso de fabricación de harina Fénix

CRITICIDAD = Frecuencia de Falla * Consecuencia

CONSECUENCIA = ((Impacto Operacional x Flexibilidad) + Costos Mantenimiento + Impacto SAH)

Tabla 4.1: METODO DE CRITICIDAD DE FABRICACIÓN DE HARINA MODELO DE LOS FACTORES PONDERADOS

PROCESO	FREC. FALLA	IMPAC. OPERA.	FLEX. OPER	COS. MTO	IMPA. SHA.	CONSEC.	CRITICIDAD TOTAL	RIESGO
RECEPCIÓN Y ALMACENAJE DE TRIGO	3	4	2	1	3	12	36	Medio Crítico
LIMPIEZA DE TRIGO	4	10	4	1	8	49	196	Crítico
MOLTURACIÓN	4	10	4	2	3	45	180	Crítico
ENSACADO	4	5	4	1	8	29	116	Crítico

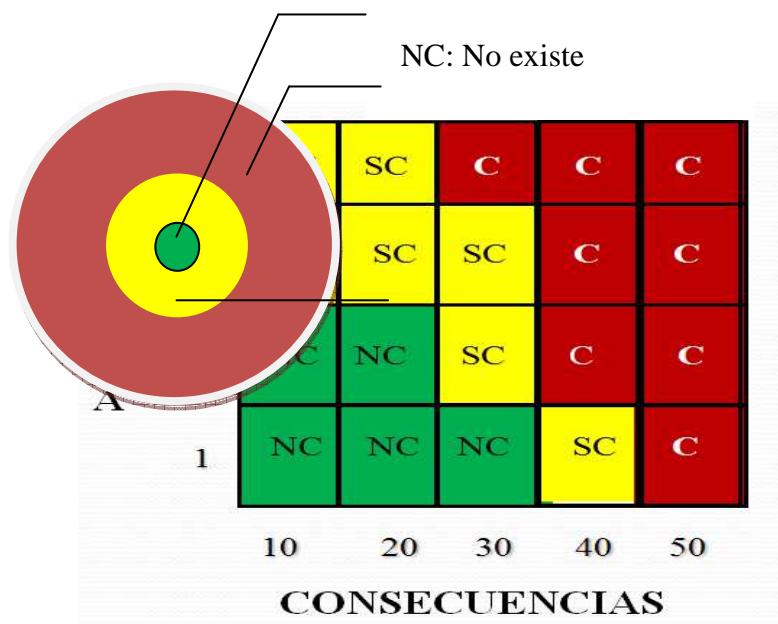


Tabla 4.2: METODO DE CRITICIDAD DE FABRICACIÓN DE HARINA SECCIÓN LIMPIEZA

PROCESO	FREC. FALLA	IMPAC. OPERA.	FLEX. OPER	COS. MTO	IMPA. SHA.	CONSEC.	CRITICIDAD TOTAL	RIESGO
DESPUNTADOR DE TRIGO	2	10	4	1	6	47	94	Crítico
DESPIEDRADORA	2	4	2	1	3	12	24	Medio Crítico
ZARANDA DE VIBRACIÓN	3	7	2	1	7	22	66	Medio Crítico
VENTILADOR DE LIMPIEZA 1	4	7	4	1	7	36	144	Crítico
VENTILADOR DE LIMPIEZA 2	4	10	4	1	8	49	196	Crítico
VENTILADOR CICLÓN	4	10	4	1	3	44	176	Crítico

Como podemos observar en la matriz de criticidad los equipos a ser analizados son los siguientes:

- **DESPUNTADOR DE TRIGO**
- **VENTILADOR DE LIMPIEZA 1**
- **VENTILADOR DE LIMPIEZA 2**
- **VENTILADOR CICLÓN**

Tabla 4.3: METODO DE CRITICIDAD DE FABRICACIÓN DE HARINA SECCIÓN MOLTURACIÓN

PROCESO	FREC. FALLA	IMPAC. OPERA.	FLEX. OPER	COS. MTO	IMPA. SHA.	CONSEC.	CRITICIDAD TOTAL	RIESGO
TRANSMICIÓN DE POTENCIA M4	4	10	4	1	5	46	184	Crítico
MOLINOS	4	8	3	1	6	31	124	Crítico
SASOR	3	10	2	1	7	28	84	Medio Crítico
PLANSICHTERS	2	7	1	1	3	11	22	Medio Crítico
VENTILADOR ASPIRADOR (SISTEMA DE ASPIRACIÓN DE HARINA)	3	10	4	1	5	46	138	Crítico
ESMERILADORA	3	10	2	1	3	24	72	Medio Crítico

De acuerdo al historial de averías en los últimos meses en el grupo de molinos 03 y 04 han tenido un considerable aumento en el costo de mantenimiento por eso que éstos van a ser objeto de estudio necesariamente.

En la transmisión de potencia M4 del conjunto de molinos; se ha notado un problema grande de una vibración severa no solo en la misma sino también en la estructura de soporte. Es por ésta razón que el estudio esta enmarcada en estos molinos 03 y 04 y éste grupo de transmisión M4.

Tabla 4.4: METODO DE CRITICIDAD DE FABRICACIÓN DE HARINA SECCIÓN ENSACADO

PROCESO	FREC. FALLA	IMPAC. OPERA.	FLEX. OPER	COS. MTO	IMPA. SHA.	CONSEC.	CRITICIDAD TOTAL	RIESGO
CERNEDOR CENTRIFUGO	2	7	2	1	4	20	53	Medio Crítico
MEZCLADOR DE HARINA	4	10	3	1	7	38	152	Crítico

En consecuencia el trabajo investigativo de diagnostico Vibracional se centra en los siguientes equipos:

- DESPUNTADOR DE TRIGO
- VENTILADOR DE LIMPIEZA 1 Y 2
- VENTILADOR CICLÓN
- VENTILADOR SISTEMA DE ASPIRACIÓN DE HARINA.
- TRANSMISION DE POTENCIA M4
- MOLINO DE RODILLOS 03 Y 04
- MEZCLADOR DE HARINA.

4.2 Principio de funcionamiento de los equipos

4.2.1 Despuntador de trigo

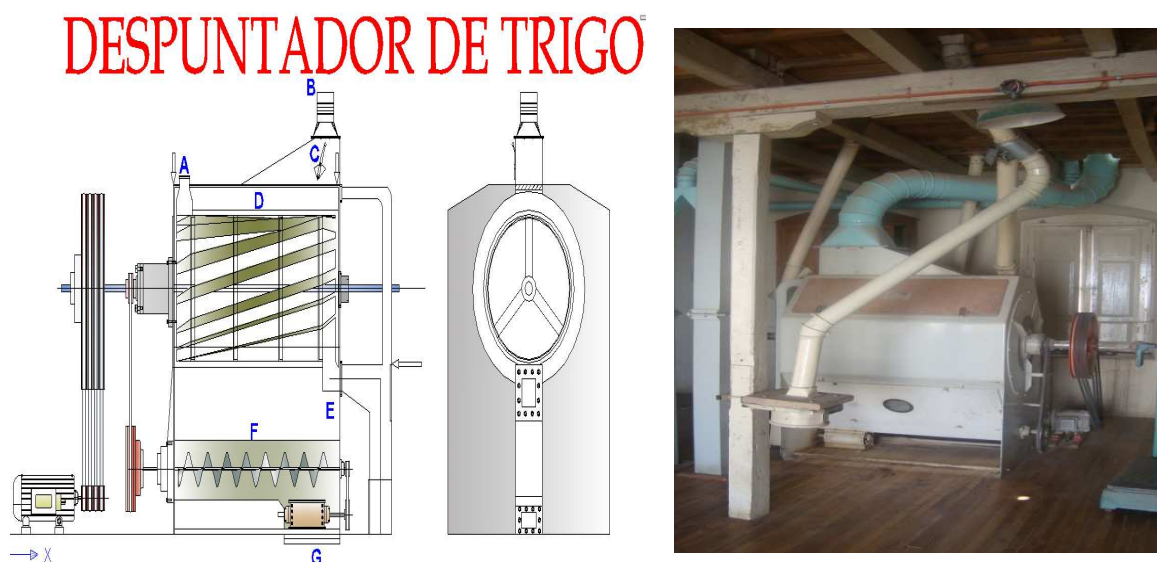


Figura 4.2: Despuntador de trigo

La alimentación de trigo tratado entra en la caja aspirada de alimentación A y penetra en el cilindro, que consiste en una envoltura D con el interior recubierto de esmeril E. La envoltura tiene una sección de chapa perforada. En el interior de la envoltura gira un tambor frotante formado por varios batidores de acero ajustables sujeta oblicuamente sobre las crucetas fijadas en el eje central. Con el ajuste de los batidores pueden aumentarse o disminuirse la severidad de frotación. La acción combinada del rotor del ventilador aspira aire a través de la caja de alimentación B y arrastra el polvo y los productos desprendidos hacia el ventilador a través de la chapa perforada regulable C y del tubo unido a B. En la parte inferior del despuntador existe un tornillo sin fin que arrastra por la salida G el afrecho o cascara de trigo.

Tabla 4.5: FICHA TÉCNICA DESPUNTADOR DE TRIGO

REGISTRO DE LAS MAQUINAS	FOTOGRAFIA DE LA MAQUINA				INVENTARIO	
DESCRIPCIÓN: DESPUNTADOR DE TRIGO	<p style="text-align: center;">DESPUNTADOR DE TRIGO</p>				SECCION N°: LIMPIEZA	
FABRICANTE: FILTERWERK					PISO: PRIMERO	
PROVEEDOR: DICOME					EDIFICIO: PRODUCCIÓN	
FICHA MOTOR ELECTRICO					CODIGO MAQ. INV.: MQ.PR.LM.DE.01	
HP: 15					CODIGO (Mtto): CF 3	
Modelo N°: 112M. 0692					Fecha y /o Intal: 1986	
RPM Trabajo: 1749	RPM fab: 1800	Volts: 440 γ / 220Δ	Amp: 53 γ / 104 Δ	Fase: 3 ~	Catal N°: 223 019AA	
MARCA: ASEA	FABRI: Sweden	TIPO: IEC 34 -1 - 1960	CODIGO: K	TIPO DE PISO: MADERA	LUB: LISSAN - 2	
TEMP: 40° C	Ø: 30 mm.	CODIGO ROD: 6206 RSR ; 6307				
MANGUITO DE FIJACIÓN: 2RS1						
CARACTERISTICAS GENERALES						
DIAMETRO DEL TAMBOR : 600		RPM: 396	CODIGO ROD: 222216 K		CODIGO ROD sin fin: 1206	
CODIGO (MANGUITO DE FIJACIÓN): H 316		CODIGO DE BANDA V: 124"		CÓDIGO CHUMACERAS: FAG SN 508	PRISIONEROS: 3/8 * 1"	
CODIGO DE POLEAS		CAPACIDAD: 6 toneladas de trigo / hora.				
MOTOR: B – SPB - 346		FRECUENCIA DE INSPECCIÓN DE Mtto. PREDICTIVO: MENSUAL				
VENTILADOR: B – SPB – 105						
ANALISIS DE CRITICIDAD						
TIPO DE EQUIPO	Seguridad y medio ambiente	Producción	Calidad	Mantenimiento		
A CRÍTICO	X	X	X	X		
B IMPORTANTE						
C PRESCINDIBLE						
MODELO DE MTTTO	CORRECTIVO ()	CONDICIONAL ()	SISTEMATICO ()	ALTA DISPONIBILIDAD (X)		
SUBCONTRATOS NECESARIOS	PREVENTIVO ()	CORRECTIVO (X)	OVERHAULL ()	INSPECCIONES ()		

4.2.2 Recolector de polvo por aire aspirado

Esta máquina consiste en un grupo de mangas de tela de 15 cm de diámetro y 2,40 m de longitud encerrado en un compartimiento de madera conectado a la abertura de entrada de los ventiladores. En ésta máquina no se arroja el aire, sino que se aspira a través de ellas.

El aire cargado de polvo entra primero a la tolva del fondo de la máquina y sube de la tolva al interior de las mangas verticales. El aire atraviesa las mangas, entra en la cámara cerrada y por la apertura de aire limpio pasa a los ventiladores. El cuerpo principal de la máquina se divide en varias secciones, cada una de las cuales contiene un grupo de ocho mangas.

Gracias a un mecanismo, se cierra sucesivamente en cada grupo de mangas la salida normal del aire al ventilador y penetra por una abertura especial una corriente de aire nuevo que atraviesa las mangas y desciende por ellas en una dirección opuesta. Al fin de desalojar el polvo de las mangas, un mecanismo la sacude varias veces mientras pasa el aire puro, el cual arrastra a la tolva del fondo el polvo antes adherido en el interior de las mangas están fijos y superiores unidos al mecanismo sacudido.

El polvo separado del aire se reúne en la tolva, provista de rosca, situado debajo de la máquina, de la que pueda salir por el punto que convenga.



Figura 4.3: Ventiladores Centrífugos de Limpieza 1 y 2

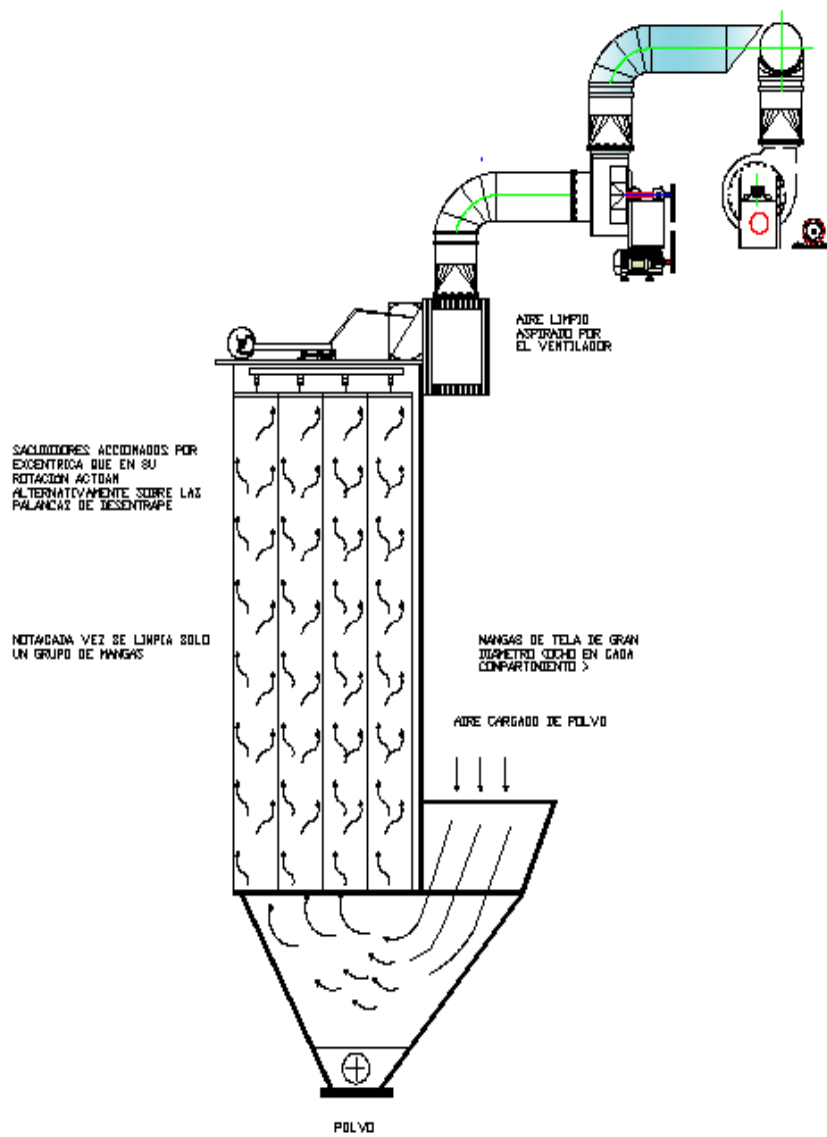


Figura 4.4: Sistema Recolector de polvo por aire aspirado

Tabla 4.6: FICHA TÉCNICA VENTILADOR DE LIMPIEZA 1





REGISTRO DE LAS MAQUINAS		FOTOGRAFIA DE LA MAQUINA			INVENTARIO					
DESCRIPCIÓN: VENTILADOR CENTRIFUGO DE LIMPIEZA 1					SECCION N°: LIMPIEZA					
FABRICANTE: HUMMEL					PISO: QUINTO		EDIFICIO: PRODUCCIÓN			
PROVEEDOR: DICOME					CODIGO MAQ. INV.: MQ.PR.LA.VA.001		CODIGO (Mtto): CF 1			
FICHA MOTOR ELECTRICO					Fecha y /o Intal: 1992		Fase: 3 ~		Catal N°: 001	
HP: 15					RPM Trabajo: 1776	RPM placa: 1800	Volts: 380 y / 220Δ	Amp: 12 y / 20 Δ		
Modelo N°: 112M. 0692					MARCA: Weg "WEG MOTORS LTDA"	FABRI: Brasil	TIPO: ET	CODIGO: K	TIPO DE PISO: MADERA	LUB: Grasa lissan -2
TEMP: 40° C					CODIGO ROD: 6206 RSR LL; 6307 LM		Ø EJE MOTOR: 40 mm.			
VENTILADOR CENTRIFUGO										
PROPULSOR: INCLINADOS HACIA ATRÁS		RPM: 1654	# de ÁLABES: 6	CODIGO ROD: 1208 K						
CODIGO (MANGUITO DE FIJACIÓN): 208 H		CODIGO DE BANDA V: 66"		CÓDIGO CHUMACERAS: FAG SN 508	PRISIONEROS: 3/8 * 1"					
CODIGO DE POLEAS (3 CANALES)		DESCRIPCIÓN GENERAL DEL EQUIPO: CF CON CAPACIDAD DE 400 aproximadamente								
MOTOR: B – SPB - 150		PRESIÓN ESTÁTICA: 100 mm / H2O								
VENTILADOR: B – SPB -160		FRECUENCIA DE INSPECCIÓN DE Mtto. PREDICTIVO: MENSUAL								
ANÁLISIS DE CRITICIDAD										
TIPO DE EQUIPO	Seguridad y medio ambiente	Producción	Calidad	Mantenimiento						
A CRITICO	X	X	X	X						
B IMPORTANTE										
C PRESCINDIBLE										
MODELO DE MTTTO	CORRECTIVO ()	CONDICIONAL ()	SISTEMATICO ()	ALTA DISPONIBILIDAD (X)						
SUBCONTRATOS NECESARIOS	PREVENTIVO ()	CORRECTIVO (X)	OVERHAULL ()	INSPECCIONES ()						

Tabla 4.7: FICHA TÉCNICA VENTILADOR DE LIMPIEZA 2

REGISTRO DE LAS MAQUINAS		FOTOGRAFIA DE LA MAQUINA				INVENTARIO				
DESCRIPCIÓN: VENTILADOR CENTRIFUGO DE LIMPIEZA 2						SECCION N°: LIMPIEZA				
FABRICANTE: HUMMEL						PISO: QUINTO		EDIFICIO: PRODUCCIÓN		
PROVEEDOR: DICOME						CODIGO MAQ. INV.: MQ.PR.LA.VA.002		CODIGO (Mtto): CF 2		
FICHA MOTOR ELECTRICO						Fecha y /o Intal: 1992				
HP: 15										
Modelo N°: 112M. 0692										
RPM Trabajo: 1776						RPM placa: 1780	Volts: 380 y /220Δ	Amp: 12 y / 20 Δ	Fase: 3 ~	Catal N°: 001
MARCA: Weg "WEG MOTORS LTDA"		FABRI: Brazil	TIPO: ET	CODIGO: K	TIPO DE PISO: MADERA	LUB: SAE				
Ø EJE MOTOR: 40 mm.		TEMP: 40° C		CODIGO ROD: 6206 RSR LL; 6307 LM						
VENTILADOR CENTRIFUGO										
PROPULSOR: INCLINADOS HACIA ATRÁS		RPM: 1654	# de ÁLABES: 6	CODIGO ROD: 1208 K						
CODIGO (MANGUITO DE FIJACIÓN): 208 H		CODIGO DE BANDA V: 66"		CÓDIGO CHUMACERAS: FAG SN 508	PRISIONEROS: 3/8 * 1"					
CODIGO DE POLEAS (3 CANALES)		DESCRIPCIÓN GENERAL DEL EQUIPO: CF CON CAPACIDAD DE 100 aproximadamente								
MOTOR: B – SPB - 150		PRESIÓN ESTÁTICA: 100 mm / H2O								
VENTILADOR: B – SPB -160		FRECUENCIA DE INSPECCIÓN DE Mtto. PREDICTIVO: MENSUAL								
ANÁLISIS DE CRITICIDAD										
TIPO DE EQUIPO	Seguridad y medio ambiente	Producción	Calidad	Mantenimiento						
A CRITICO	X	X	X	X						
B IMPORTANTE										
C PRESCINDIBLE										
MODELO DE MTTTO	CORRECTIVO ()	CONDICIONAL ()	SISTEMATICO ()	ALTA DISPONIBILIDAD (X)						
SUBCONTRATOS NECESARIOS	PREVENTIVO ()	CORRECTIVO (X)	OVERHAULL ()	INSPECCIONES ()						

4.2.3 Separadores de polvo mediante ciclones

El recolector de polvo ciclón, inventado por los norteamericanos, es un recolector más perfecto que el recolector de polvo por aire aspirado y ocupa mucho menos espacio. Por su manera de funcionar pertenece a la clase de los recolectores centrífugos. Como se puede ver el ciclón consiste en una cámara cónica de plancha de hierro que recibe de un **ventilador de aire** cargado de polvo.

El aire al entrar en el ciclón adquiere un movimiento de rotación. En primer lugar se expande y suelta el polvo más pesado. En la corriente de aire arremolinada, las partículas de polvo de mayor peso específico tienden a moverse hacia el exterior del círculo descrito por el aire.

Al entrar al aire en contacto con las paredes del ciclón, reduce su velocidad, y como el ciclón tiene forma de tolva, las partículas de polvo tienden a rodar por ella hasta el fondo, y allí salen de la tolva a través del retenedor del aire. Los ciclones suelen descargar a una cámara de polvo, por que el rendimiento del ciclón corriente no es muy elevado y varía entre el 70 y el 90 por ciento, es decir, de todo el polvo que entra en los ciclones del 10 al 30 por ciento escapa por la salida del aire limpio.

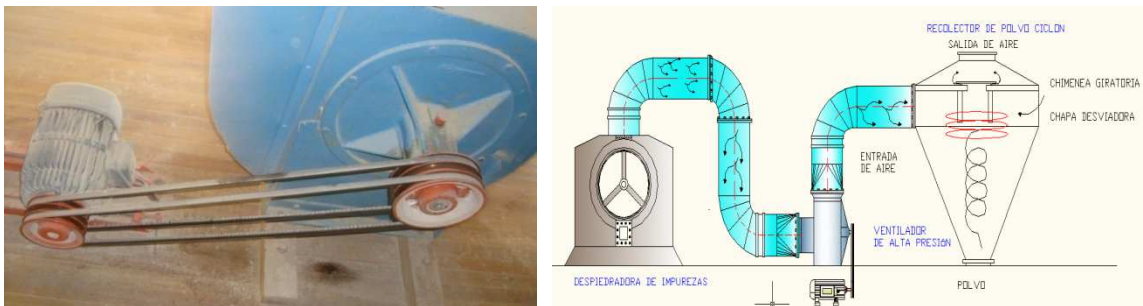




Figura 4.5: Separador de polvo inercial

REGISTRO DE LAS MAQUINAS		VENTILADOR CICLÓN		INVENTARIO			
DESCRIPCIÓN:				SECCION N°: LIMPIEZA			
FABRICANTE: NACIONAL				PISO: TERCERO			
PROVEEDOR: HUMMEL				EDIFICIO: PRODUCCIÓN			
FICHA MOTOR ELECTRICO				CODIGO MAQ. INV.: MQ.PR.LA.VA.002			
HP: 10				CODIGO (Mtto): CF 2			
Modelo N°: 112M. 0692				Fecha y/o Intal: 1992			
RPM Trabajo: 1783	RPM placa: 1800	Volts: 220Δ	Amp: 15.4 Δ	Fase: 3 ~	Catal N°: 001		
MARCA: WROWN BOVERI	FABRI: Alemania	TIPO: QU 112 MA4	CODIGO: K	TIPO DE PISO: MADERA	LUB: GRASA LISSAN 2		
Ø EJE MOTOR: 40 mm.	TEMP: 40° C		CODIGO ROD: 6207 RSR LL; 2307 LM				
VENTILADOR CENTRIFUGO							
PROPULSOR: INCLINADOS HACIA ATRÁS		RPM: 1654	# de ÁLABES: 24	CODIGO ROD: 1208 K			
CODIGO (MANGUITO DE FIJACIÓN): 208 H		CODIGO DE BANDA V: 66"		CÓDIGO CHUMACERAS: FAG SN 508	PRISIONEROS: 3/8 * 1"		
CODIGO DE POLEAS		DESCRIPCIÓN GENERAL DEL EQUIPO: CF CON CAPACIDAD DE 150 aproximadamente					
MOTOR: B – SPB - 166		PRESIÓN ESTÁTICA: 100 mm / H2O					
VENTILADOR: B – SPB -126		MANCHETAS :					
FRECUENCIA DE INSPECCIÓN DE Mtto. PREDICTIVO: MENSUAL							
ANÁLISIS DE CRITICIDAD							
TIPO DE EQUIPO	Seguridad y medio ambiente	Producción	Calidad	Mantenimiento			

A CRITICO	X	X	X	X
B IMPORTANTE				
C PRESCINDIBLE				
MODELO DE MTTO	CORRECTIVO ()	CONDICIONAL ()	SISTEMATICO ()	ALTA DISPONIBILIDAD (X)
SUBCONTRATOS NECESARIOS	PREVENTIVO ()	CORRECTIVO (X)	OVERHAULL ()	INSPECCIONES ()

Tabla 4.8: FICHA TÉCNICA VENTILADOR CICLÓN

4.2.4 Sistema de transportación de harina

En un molino la aspiración se lleva a cabo por tres razones principales:

- Extraer el aire caliente producido por la maquinaria en marcha y mantenerla así relativamente fría; con ello se evita la condensación
- Conservar frío los productos que pasan por las diferentes maquinas, y facilitar de este modo el trabajo de las mismas
- En algunos casos, transportar el **trigo tratado** a las diferentes trituraciones en los molinos

De todos los puntos del molino donde se aplica aspiración, uno de los más importantes o el más importante, es en los molinos de cilindro. El objetivo primario de aspirar los cilindros es de extraer de la máquina el aire caliente, y estrechamente relacionado con esto, separar el polvo de salvado y el polvo de harina el cual la aspiración se lo realiza con un ventilador centrifugo conectado en la parte superior de los molinos, con esto se logra las trituraciones y el cernido de la materia prima.

Como se puede apreciar en el diagrama el sistema de aspiración de harina en Molinos el Fénix, el ventilador está conectado con las tuberías de los seis molinos que esta realizando la trituración y la compresión de la materia prima separando de ella a través de las exclusas la sémola a los Planshisters, el mismo que va ha cernir y por otro conducto desvía la harina al mezclador de harina, y por ende al cernedor centrifugo.

Además de aspirar la harina hay que tener en cuenta que este ventilador es de vital importancia ya que el producto molino caliente empasta y obstruye las cedas siguientes cernedoras de harina, en consecuencia la extracción de la harina disminuye inevitablemente, el menudillo se enriquece demasiado, aumentan el porcentaje de harinas bajas (de menor calidad que la necesaria) y viceversa, disminuye la cantidad de harinas primeras y aumenta mucho la pérdida por evaporación. He aquí la importancia de éste ventilador en la producción.



Figura 4.6: Ventilador del Sistema de aspiración de harina

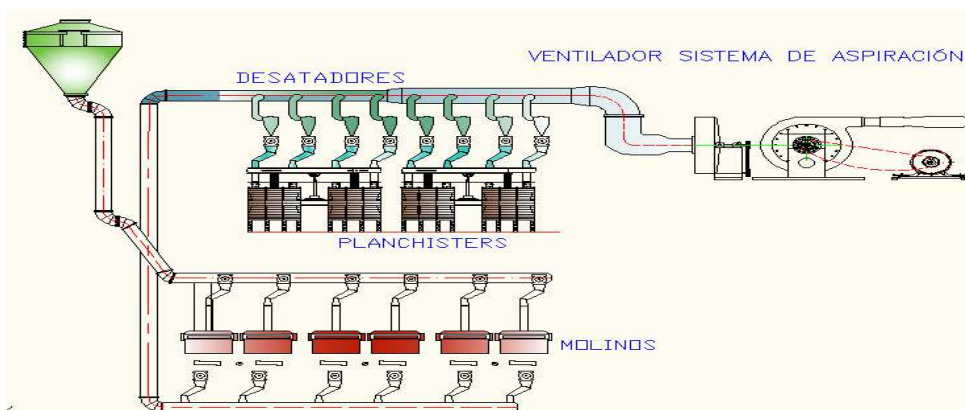




Figura 4.7: Conjunto Ventilador Planshisters Molino

Tabla 4.9: FICHA TÉCNICA VENTILADOR SISTEMA DE ASPIRACIÓN DE HARINA

REGISTRO DE LAS MAQUINAS		FOTOGRAFIA DE LA MAQUINA			INVENTARIO		
DESCRIPCIÓN: VENTILADOR TRANSPORTACIÓN					SECCION N°: MOLTURACIÓN		
FABRICANTE: HUMMEL					PISO: QUINTO		
PROVEEDOR: MIAG BRAUNSCHWEIG					EDIFICIO: PRODUCCIÓN		
FICHA MOTOR ELECTRICO					CODIGO MAQ. INV.: MQ.PR.MO.VA.001		
HP: 40 / 30 KW Modelo N°: 112M. 0692					CODIGO (Mtto): CF 3 Fecha y /o Intal: 1992		
RPM Trabajo: 1160	RPM fab: 1170	Volts: 440 γ / 220Δ	Amp: 53 γ / 104 Δ	Fase: 3 ~	Catal N°: 223 019AA		
MARCA: ASEA	FABRI: Sweden	TIPO: IEC 34 -1 - 1960	CODIGO: K	TIPO DE PISO: MADERA	LUB: LISSAN 2		
TEMP: 40° C	Ø: 50 mm.		CODIGO ROD: 6206 RSR LL; 6307 LM				
VENTILADOR CENTRIFUGO							
PROPULSOR: INCLINADOS HACIA ATRÁS		RPM: 3396	# de ÁLABES: 12	CODIGO ROD: 1508 KT			
CODIGO (MANGUITO DE FIJACIÓN): 208 H		CODIGO DE BANDA V: 124"		CÓDIGO CHUMACERAS: FAG SN 1081	PRISIONEROS: 3/8 * 1"		
CODIGO DE POLEAS (CUATRO CANALES)		DESCRIPCIÓN GENERAL DEL EQUIPO: CF CON CAPACIDAD DE 2000 aproximadamente					
MOTOR: B – SPB - 346		PRESIÓN ESTÁTICA: 300 mm / H2O					
VENTILADOR: B – SPB – 105		FRECUENCIA DE INSPECCIÓN DE Mtto. PREDICTIVO: MENSUAL					
ANÁLISIS DE CRITICIDAD							
TIPO DE EQUIPO	Seguridad y medio ambiente	Producción	Calidad	Mantenimiento			
A CRITICO	X	X	X	X			
B IMPORTANTE							
C PRESCINDIBLE							
MODELO DE MTTO	CORRECTIVO ()	CONDICIONAL ()	SISTEMATICO ()	ALTA DISPONIBILIDAD (X)			
SUBCONTRATOS NECESARIOS	PREVENTIVO ()	CORRECTIVO (X)	OVERHAULL ()	INSPECCIONES ()			

4.2.5 Transmisión de potencia M4

En su forma más sencilla, la transmisión de potencia es el método más sencillo de transmitir la energía mecánica desarrollada en la instalación generadora a los molinos. En las fábricas de harinas, el método más corriente son las bandas planas.

En la transmisión de fuerza por banda plana se aprovecha el rozamiento y se obliga a efectuar trabajo útil, siendo el factor dominante la capacidad de la correa para adherirse a la llanta de la polea, de manera que cualquier procedimiento que aumente la superficie de “arrape”, favorece la transmisión. Esto se ha de tener en cuenta cuando se tiene el mando de las máquinas.

En el diagrama de Producción de Molinos Fénix podemos apreciar que el sistema de transmisión motriz de los seis molinos, se encuentran ubicados en el sótano con cimentaciones rígidas (concreto) anclados los motores, ejes motrices que van desde (3 a 10) m de longitud, poleas de 50 mm, hasta 2 mm y bandas planas que están (5 a 7) m de longitud.

A lo largo del tiempo de funcionamiento de esta transmisión, se ha ido incrementando el número de fallos imprevistos precisamente por el factor primordial de “mal montaje de bandas y poleas”, provocando así el daño en el motor, sobrecargas eléctricas, incendios de bandas por mal ajuste de las mismas y paros de producción en general; además de ello se puede notar que la transmisión trabaja en severas condiciones, en la parte superior de los ductos que conecta los molinos a los desatadores constantemente se “atora” provocando taponamiento en los mismos, y la

manera mas practica de corregir este fallo de producción, es desmontando estos tubos y sacando toda la harina atorada.

El estudio esta enfocado en conocer el factor primordial del rompimiento de bandas y problema de poleas motrices, debido a que éste es el corazón del funcionamiento de los molinos, ya que están conectadas a los cilindros motrices y a los dosificadores de trigo.



Figura 4.8: Transmisiones M4, M5

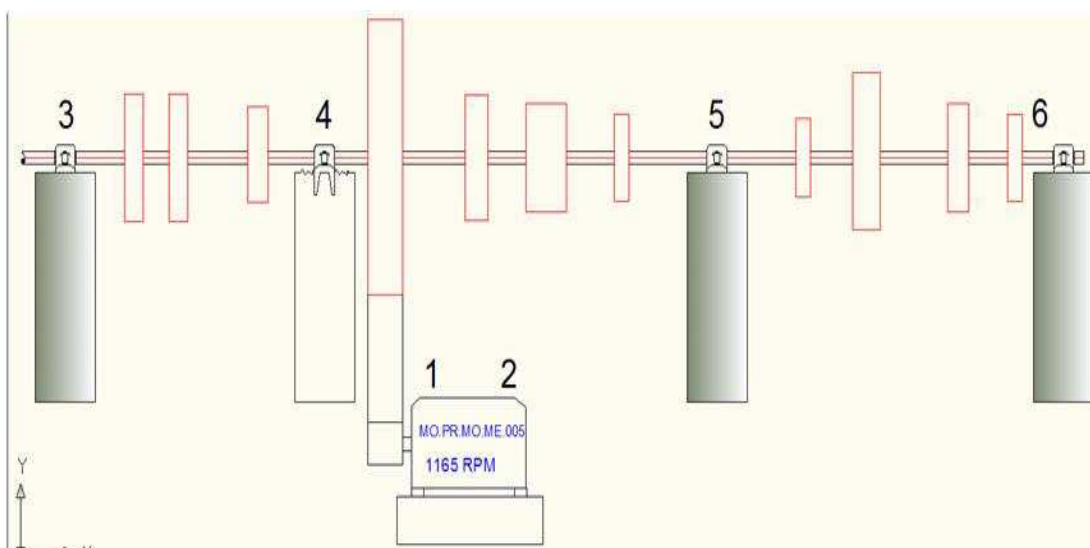




Figura 4.9: Transmisiones M4

Tabla 4.10: FICHA TÉCNICA MOTOR TRANSMISIÓN M4

		FICHA DE DATOS “ SISTEMA ELECTRICO ”	
MOTOR ELECTRICO			
			
MARCA: SIEMENS SCHUCKERTWERWEAG	CODIGO 1LA2136B3P33	Fab:	MODELO N: 937884 CODIGO maq : MO.PR.MO.ME.004
VOLTIOS: 208/220V	RPM funcionamiento: 1185		
CARACTERISTICAS DE VOLTAJES Y CORRIENTES			
208 220 440	1165		
REPARACIONES: 1		POTENCIA: 18-20-24 HP	
PAIS DE PROCEDENCIA: ALEMANIA	AÑOS DE EXPLOTACIÓN: 30	# FASES: 3 ~	
Ø DEL EJE DEL MOTOR: 1 ½ in	REPUESTO ET1: Rodamiento de bolas de 1 ½ in Ø interior		
TIPO DE MOTOR			
CORRIENTE CONTINUA _____	ROTOR DEVANADO _____	JAULA DE ARDILLA X _____	

4.2.6 Molino de cuatro cilindros horizontales

Esta máquina de construcción fuerte y rígida, consiste de dos lados de hierro colado firmemente unidos entre si y montados sobre una sólida base de hierro colado en una sola pieza. Hay pocas partes del armazón sometidos al esfuerzo debido a la presión entre los cilindros; son éstas las partes del armazón que unen a los cojinetes de los cilindros superior e inferior.

Debe observarse en particular que en la mayoría de los molinos de cilindros modernos el extremo exterior del brazo del cojinete del cilindro inferior es soportado por el eje del excéntrica que aguanta a la varilla de tensión vertical y no por el saliente tubular, sirve meramente de guía al manguito donde esta roscado el volante y no tiene que soportar peso alguno.

Las poleas de mando, sujetas al eje de los cilindros superiores, son de forma acampanada, de hierro colado y se fijan rígidamente al eje mediante chavetas dobles.

Los cojinetes de rótula de los cilindros son de bronce fosfórico, muy macizos y de longitudes excepcionales para que resistan los esfuerzos y empujes producido durante la molienda. La lubricación automática de los cojinetes mantiene el aceite necesario en circulación permanente y es visible para el operario.

La transmisión de fuerza y relación de velocidad entre los cilindros se obtiene en general, mediante un engrane diferencial de dientes helicoidales que gira en una baño encerrado de aceite.

Los cilindros son de hierro endurecido y se fuerzan hidráulicamente sobre el eje de acero. La superficie exterior está endurecida al frió, la profundidad del endurecimiento varía ligeramente. En un cilindro nuevo la profundidad original del metal realmente duro es más o menos, 4,75 mm, a más profundidad el metal es todavía considerablemente más duro que el hierro colado ordinario, pero por regla general no es bastante duro para desempeñar el trabajo de cilindro estriado.

Los cilindros están colocados diagonalmente en el armazón formando un ángulo de 45 grados y giran en direcciones opuestas, como en la mayoría de los casos, giran a diferentes velocidades, el cilindro superiores el mas rápido y el inferior por lo general el más lento.

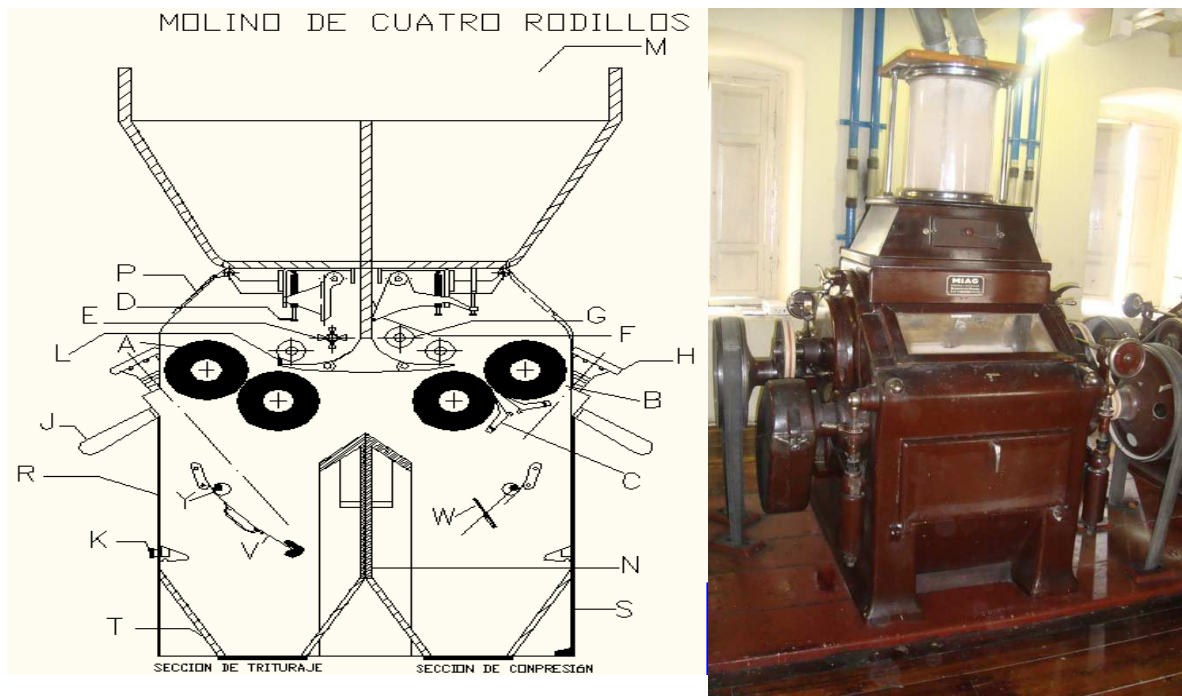


Figura 4.10: Conjunto Ventilador Planshisters Molino

Tabla 4.11: FICHA TÉCNICA MOLINOS 03 Y 04




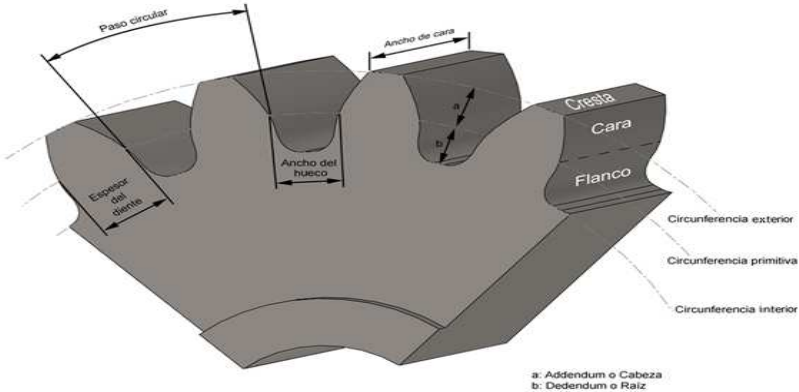
		FICHA DE DATOS
EQUIPO: MOLINO DE RODILLOS 03 Y 04		
MARCA: MIAG BRAUNSCHWEIG	TYPE: GN MASCH N : 131782 BAUJAR : 1968	
GRANAJE MAX: 27,38 Kg /min	CODIGO DE MAQUINA: MO.PR.MO.ME.004 - MO.PR.MO.ME.005	
PROVEEDOR: QUITO ECUADOR	COSTO DE ADQUISICIÓN: XXXX	
PAIS DE PROCEDENCIA: ALEMANIA	AÑOS DE EXPLOTACIÓN: 42 AÑOS	
CARACTERISTICAS GENERALES		
		
PESO:	1000kg	
LONGITUD:	1.78 m.	
ANCHO:	1.18 m.	
ALTO:	2.06 m.	
RPM:	349,5 rpm	
SISTEMAS.		
SIST. DE TRANSMISION DE MOVIMIENTO	MECANICO	
SIST. ALIMENTACION DE ENERGIA	SEMIAUTOMATICA ELECTRICA	
SIST. DE CONTROL	ELECTROMECHANICO	

Tabla 4.12: FICHA TÉCNICA SISTEMA MECÁNICO MOLINOS 03 Y 04

	SISTEMA MECANICO	
		
<p>COJINETE DE DESLIZAMIENTO (BUJE):</p>  <p>DIAMETRO: 56 mm. ANCHURA: 8 mm. MATERIAL: BRONCE (ALEACIÓN BABIT). LUB: (ACEITE SAE 30T) para transmisiones.</p>	<p>BANDA PLANA</p>  <p>LONGITUD DE BANDA: 70 cm. ANCHO: 4 mm. ESPEJOR DE BANDA: 2 cm. MATERIAL: CUERO LAINON. DENOMINACIÓN: LT15. (Banco de transmisión polea motriz). DENOMINACIÓN: LT18. (Banco a poleas).</p>	
	<p>Especificaciones de rodillos dosificadores de trigo (estriado y liso)</p> <p>LONGITUD: 600 mm. DIAMETRO: 70 mm. TIPO DE MATERIAL: Estriado acero(cementado)</p>	

Tabla 4.13: FICHA TÉCNICA PIÑONES MOLINOS 03 Y 04

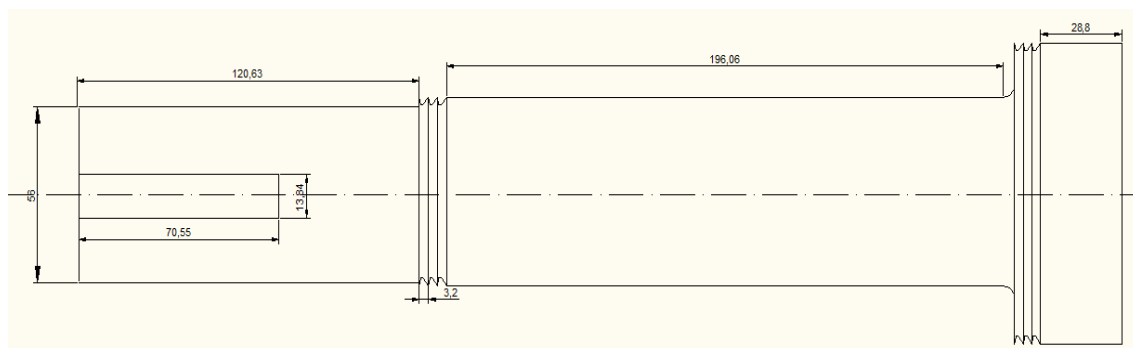
	FICHA DE DATOS “ RUEDAS DENTADAS ”	
		
<p>RUEDA GRANDE</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ ANCHO DEL HUECO: 6,5 mm. ➤ PASO CIRCULAR: 20mm. ➤ ANCHO DE LA CARA: 76mm. ➤ DISTANCIA: A-B:31mm. ➤ ESPESOR DEL DIENTE: 11mm. ➤ TIPO: ELICOIDAL ➤ NUMERO DE DIENTES: 53 ➤ DIAMETRO EXTERIOR: 305 mm 	<p>RUEDA PEQUEÑA</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ ANCHO DEL HUECO: 7 mm. ➤ PASO CIRCULAR: 20mm. ➤ ANCHO DE LA CARA: 76mm. ➤ DISTANCIA: A-B:31mm. ➤ ESPESOR DEL DIENTE: 11mm. ➤ TIPO: ELICOIDAL ➤ NUMERO DE DIENTES: 22 ➤ DIAMETRO EXTERIOR: 	

CARACTERISTICAS DE CILINDROS LISOS COMPRESIÓN Y TRITURAJE

- CILINDROS EN FUNDICIÓN DE ACERO CENTRIFUGADO CON DUREZAS DE 510/530
- HB BALANCEADOS DINÁMICAMENTE A 700 RPM, CON PUNTAS EN ACERO C-55

MECANIZADAS SEGÚN PLANOS MIAG HN

- CILINDROS LISOS DE 250 X 600 MM PARA ESTRIAR
- CILINDROS LISOS DE 250 X 1000 MM PARA ESTRIAR
- FABRICADO EN POLONIA BAJO NORMAS ISO 9001:2000
- PESO NETO: 1135 KG
- VOLUMEN : 0,55 M3



4.2.7 Mezclador de Harina

En comparación con otros temas de molinería, no se ha dado la importancia que implica la manipulación de los productos terminados, mas aún en este mundo globalizado, donde las exigencias de calidad apremia, ha pesar de que es un asunto



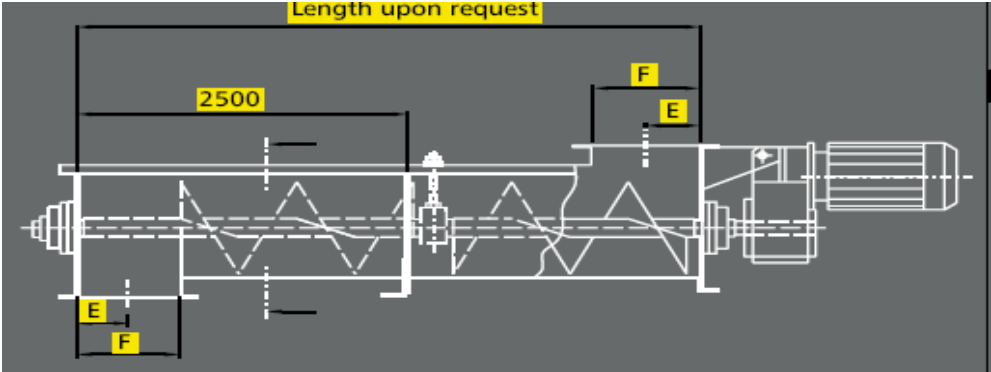
tan importante y necesario para la marcha del molino. *Si el trabajo de una sección es deficiente, puede anular los efectos de las demás secciones.*

En Molinos Fenix otra de las máquinas críticas dentro del proceso de harina es el Mezclador de Harina, conjuntamente con el levador AT2 tiene como función combinar los nutrientes y vitaminas de la harina antes de ser ensacado, en consecuencia es uno de los equipos a ser analizados. Por su estructura podemos apreciar las siguientes partes: Carcasa de madera, tornillo sin fin transportador, y el sistema de transmisión mediante cadena.





Figura 4.11: Mezclador de Harina

Tabla 4.14: DATOS Y CARACTERISTICAS GENERALES MEZCLADOR DE HARINA.

	FICHA DE DATOS
EQUIPO: MEZCLADOR DE HARINA	
MARCA: PRILLWITZ	MODELO = HSF / 100
GRANAJE MAX: 150 / h	CODIGO DE MAQUINA: MQ.PR.ES.MH.
ROVEEDOR: XXXXX	COSTO DE ADQUISICIÓN:
PAIS DE PROCEDENCIA: ALEMANIA	AÑOS DE EXPLOTACIÓN: 51 AÑOS
CARACTERISTICAS GENERALES	
	
	
PESO: LONGITUD: ANCHO: ALTO: RPM:	500kg (aprox.) 5.170m 2.491m 3.82m 152 rpm TORNILLO
DIAMETRO DE LA ROSCA	99 mm
MODELO	HSF / 100

ANCHO DE LA CAJA (TORNILLO)	1.97 m
LARGO DEL TORNILLO	5 m

Tabla 4.15: DATOS Y CARACTERISTICAS MOTOR MEZCLADOR DE HARINA

		FICHA DE DATOS “ MOTOR ELECTRICO ”	
			
MARCA: WORD ENERGY		CODIGO: J SF	
VOLTIOS: 208/220V		RPM: 84.7	MODELO: BOO54FLF2AM
CORRIENTE NOMINAL: 10 A			COSTO DE ADQUISICIÓN:
REPARACIONES: 1	SERIE : 14330660		POTENCIA: 5HP
PAIS DE PROCEDENCIA: BRAZIL	AÑOS DE EXPLOTACIÓN: 18 AÑOS		# FASES: 3 ~
Ø DEL EJE DEL MOTOR: 1in	REPUESTO ESP1: Rodamiento de bolas de 1in Ø interior		
TIPO DE MOTOR			
CORRIENTE CONTINUA	ROTOR DEVANADO		JAULA DE ARDILLA
_____	_____		_____X_____

CAPÍTULO V

5 RECOLECCIÓN DE DATOS VIBRACIONALES EN LOS PUNTOS DE MEDICIÓN

5.1 Equipo de Diagnóstico Vibracional utilizado

5.1.1 Descripción del Equipo

El equipo utilizado para el diagnóstico vibracional en la maquinaria rotativa es el **DETECTOR II**.

1. El Detector II es un instrumento de medición portátil, de fabricación Estadounidense de la marca FAG Industrial Services, desarrollado con el software de PC Trendline 2. Es fácil usar y es ideal para controlar áreas grandes de la producción donde las distancias largas tienen que ser cubiertas para una ronda de medición.



Figura 5.1: Equipo de Medición Detector II

2. El software Trendline 2 es el programa del servidor para el Detector II. El propio Detector se diseña para grabar los datos que se midió. Toda la administración de los datos y las tareas de la evaluación se llevan a cabo por el software Trendline 2. El software configura el monitoreo de un sistema y evalúa, analiza y almacena los datos medidos al sistema. Además, el software Trendline 2 controla los datos que se intercambian entre el Detector y el computador.
3. Se necesita una computadora como mínimo Pentium 3 para cargar el software Trendline 2 donde se establece el nombre de la planta, área y las máquinas a medir, sus puntos respectivos, las tolerancias de acuerdo a los equipos que se analizará; las rutas de medición y se configura el sensor a utilizar en este caso el Acelerómetro Rainger IP-M con una sensibilidad de 100 mV/g

5.1.2 Principio de funcionamiento del Detector II

El Detector II es un instrumento de mantenimiento predictivo, su principal función es la de medir la intensidad de vibración total o global.

El detector II es un instrumento de medición portátil con los datos la de función grabados para el monitoreo desconectado de sistemas y maquinaria. Para este propósito, el instrumento mide los sentidos de las vibraciones en puntos predeterminados usando un sensor llamado acelerómetro y trabaja con valores de velocidad, aceleración y demodulación, los valores característicos, o la condición del componente. Además, el Detector II puede medir temperaturas usando un sensor o pirómetro.

Una vez finalizada una ronda de medición, los valores característicos medidos pueden ser grabados, se transfieren a una computadora dónde son evaluados y

analizados gráficamente. La situación exacta del punto de la medición dentro del sistema para ser supervisado es guardado en la configuración. Allí, la sensibilidad del sensor para cada punto de la medición y el umbral valora para la alarma principal o preliminar y también se guarda.

La configuración es creada usando el Trendline 2 y transferido al Detector II antes de la medición. Para medir, el sensor de vibración es fijado a un punto de la medición predeterminado con la ayuda de un pegado de imán. Si éste no puede ser fijado mediante el pegado magnético debido al material. Este tiene que ser pegado al punto de medición con la ayuda de un superglue duro (por ejemplo los acrílicos azules).

La configuración del punto de la medición se selecciona en el Detector II y se empieza la medición. El Detector II y el sensor señalan banda ancha y trabajos fuera de los valores característicos. Estos valores característicos se guardan y se transfirieren a la computadora una vez terminada la ronda de medición.

Para cada punto de la medición Trendline 2 compara el remedido de los valores característicos contra los valores límites puestos para este punto de la medición para la alarma principal o preliminar respectivamente. Cualquier pico que se exceda será desplegado.

Los valores característicos establecidos son guardados. Ellos pueden pintarse gráficamente dependiendo de la medición del punto en el tiempo.

5.1.3 Conexión del Detector II al Software Trendline 2

El Detector II está diseñado para trabajar conjuntamente con el Software Trendline 2, previamente se deberá establecer una base de datos y fijar la ruta de medición creada, con lo que se estará en condiciones de poder empezar a trabajar con el Detector II de la siguiente manera:

- Instalar el software en la PC.

- Crear la configuración de la planta en el Software (base de datos).
- Conectar el Detector II al PC y encenderlo.
- Enviar la configuración al Detector II.
- Enviar la ruta(s) de medición al Detector II.
- Tomar mediciones con el Detector II a lo largo de la ruta.
- Importar las mediciones a Trendline 2.

Detector II puede ser fácilmente conectado a la interface serial del PC estándar si se usa el cable suministrado en el paquete de Trendline 2.

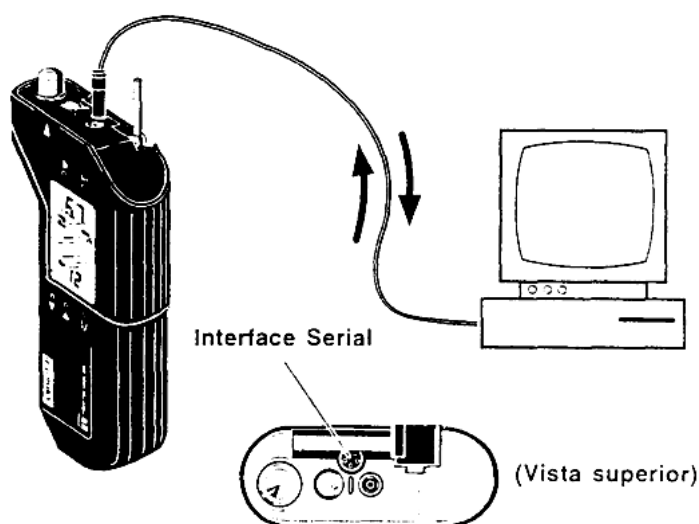


Figura 5.2: Conexión del Detector II al PC

Con el Trendline 2 se podrá continuar verificando las mediciones con respecto a excesos de alarma y desplegar a su vez gráficamente las mediciones para un análisis de tendencia.

5.2 Configuración y Registro de Sensores

5.2.1 Configuración Inicial

Antes de configurarlo se tendrá que definir los sensores que le gustaría usar. Algunos sensores son predefinidos como el sensor de temperatura.

Para crear un nuevo sensor de aceleración, se debe proceder de la siguiente manera:

- Dar click en Detector / Sensor / Add en la barra del menú y se desplegará la siguiente ventana.

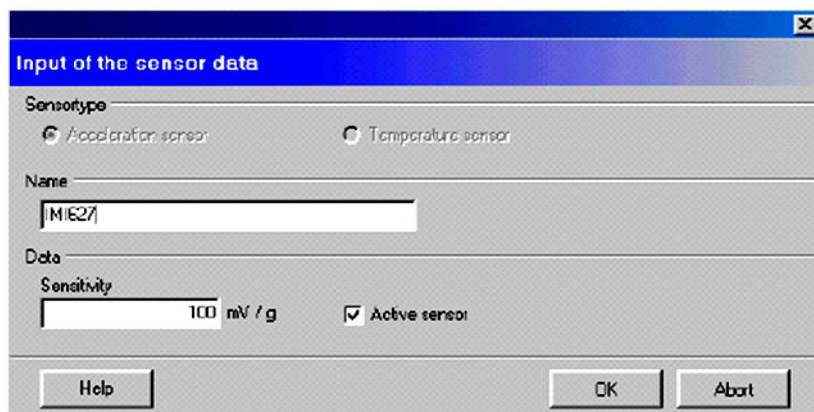


Figura 5.3: Ventana para agregar nuevos Sensores

- Se pone un nombre al nuevo sensor, por ejemplo “IMI 627”.
- Entrar la sensibilidad del sensor. Esto está impreso hacia el sensor o provisto en la configuración del software. Normalmente, es 100 mV/g.
- Verifique el campo “Sensor Activo”. Haciendo que el voltaje de suministro de sensor del Detector se encienda en un alto – paso se conecta para filtrarse fuera del voltaje que proporcione la medición.
- Click OK para guardar el nuevo sensor.

5.2.2 Registro del nuevo Detector

El Trendline 2 tiene una base de datos para administrar todos los Detectores que usa con su programa. Antes de enviar los datos la primera vez al Detector para, ser registrado al Trendline 2.

Para hacer que, se conecten el Detector II al puerto serial de su computadora se usa el cable de transmisión de datos proporcionado y se enciende el Detector y se sigue la secuencia mostrada:

- Click en Detector Configure.

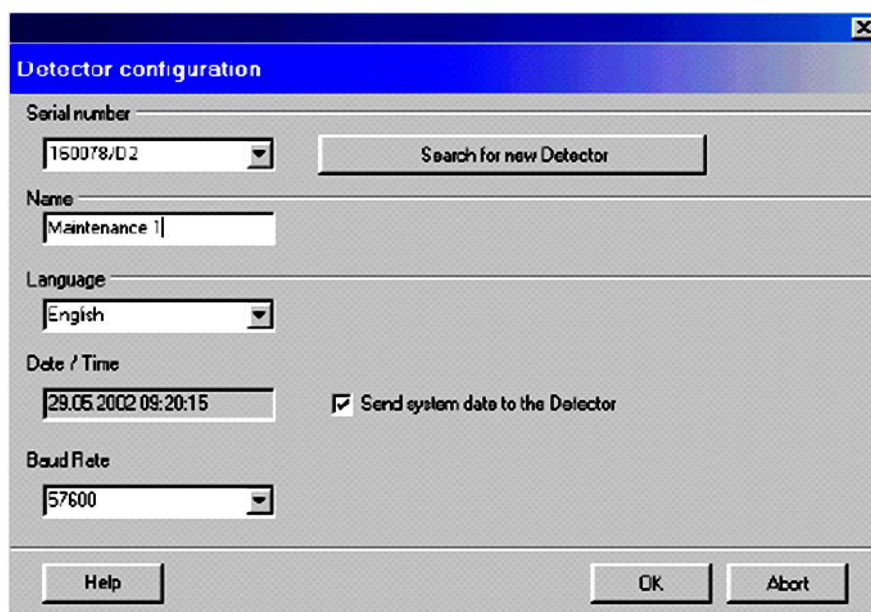
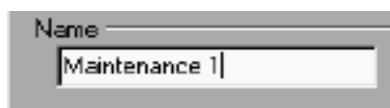


Figura 5.4: Ventana de Configuración del Detector

- Conecte el Detector a su PC y lo enciende. Haga clic en la Búsqueda para el nuevo Detector para registrar el nuevo Detector adelante el programa.
- Usted puede dar un nombre al Detector que se desplegará como predeterminado al encender el instrumento.



- Usted puede seleccionar el idioma para el Detector. No obstante todavía puede ser cambiado en el Detector.



- En esta ventana se puede configurar la fecha, hora y enviar al Detector.

- Aquí, usted puede seleccionar la proporción de transmisión de datos del Detector. Bajo las circunstancias normales, usted debe seleccionar el más alto posible (57,6 kbps). En el caso de problemas con la comunicación (por ejemplo los descansos de conexión abajo a veces) usted puede seleccionar la más baja proporción de transmisión de datos de 38,4 kbps.
- Después de completar todas las escenas, haga clic en OK para enviar los cambios al Detector. Se asegura que el Detector este encendido al pulsar el botón OK, porque por otra parte ninguna comunicación es posible.

5.3 Configuración del Sistema

Utilizando un computador y el software del Detector II se crea una base de datos con toda la información disponible de las máquinas como por ejemplo:

- Información de las máquinas a ser monitoreadas.
- Dibujo o fotografía de la máquina.
- RPM de placa y medidas reales.
- Temperatura de operación normal.
- La frecuencia de las máquinas.
- Descripción de sus principales componentes.
- Tipos de acoples de las máquinas.
- Tipo de rodamientos.
- Puntos de medición.
- Localización de los puntos de medición.

Para la configuración del sistema se debe seguir los siguientes pasos:

- Damos clic en la carpeta (New ítem) para crear y establecer códigos para nuestras máquinas, en esta pantalla nos da la posibilidad de cambiar nombres de acuerdo a los requerimientos en este caso es MOLINO FÉNIX.

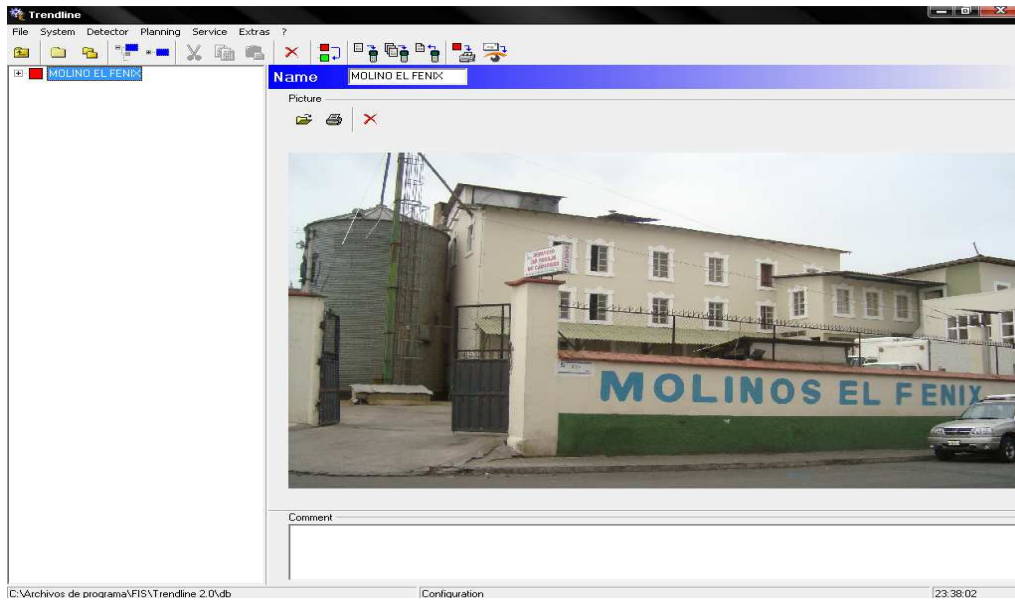


Figura 5.5: Configuración MOLINOS EL FÉNIX

- Después se crea un sub ítem, que en este caso es la sección de LIMPIEZA, MOLTURACIÓN Y ENSACADO donde vamos a tomar las mediciones en los diferentes equipos.

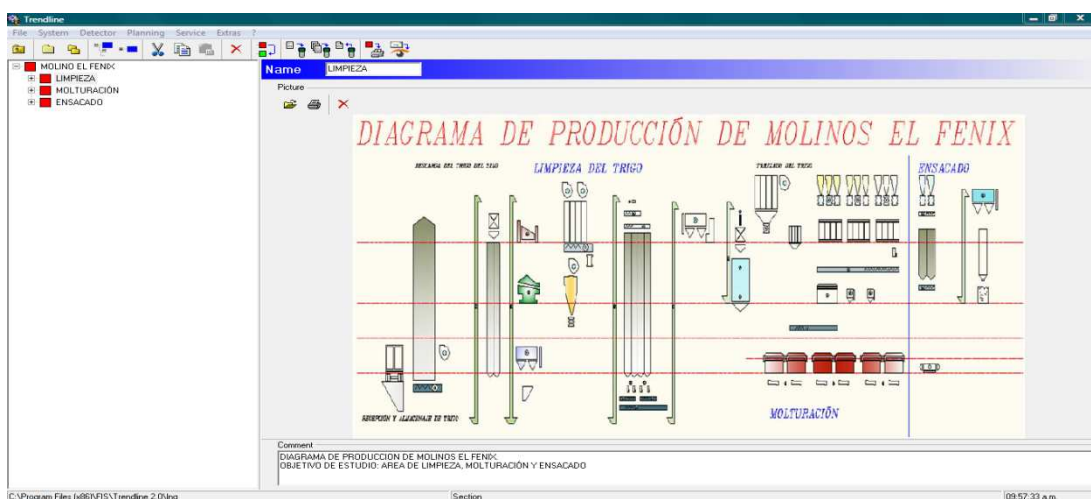


Figura 5.6: Configuración Sección de Limpieza, Molturación y Ensacado

- Señalando en la sección Limpieza volvemos a dar un clic para crear un nuevo sub ítem donde van cada uno de los equipos que se va a medir. Sección Limpieza.

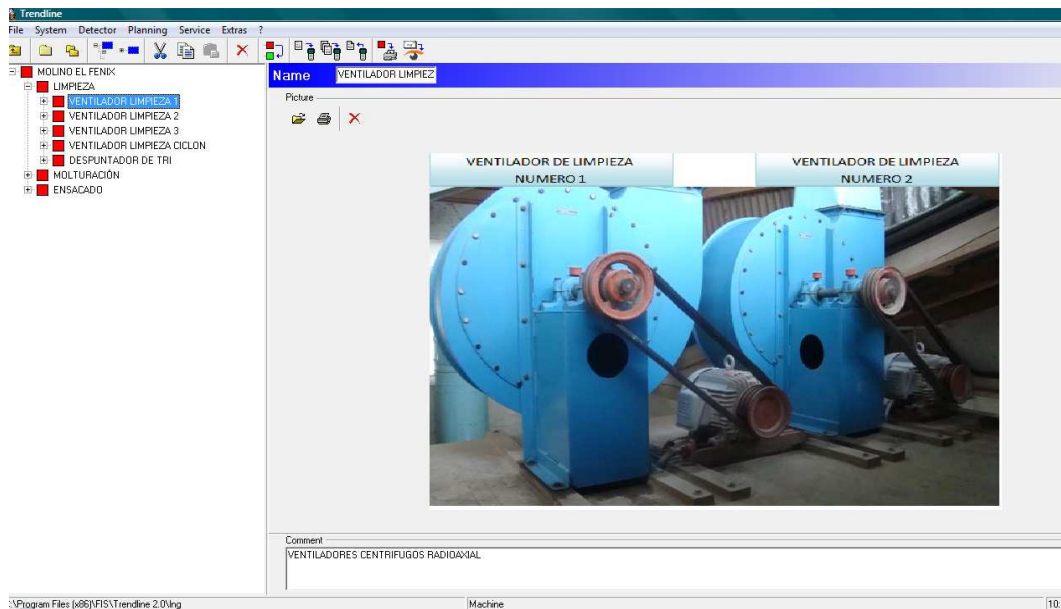


Figura 5.7: Configuración Ventiladores de Limpieza 1 y 2

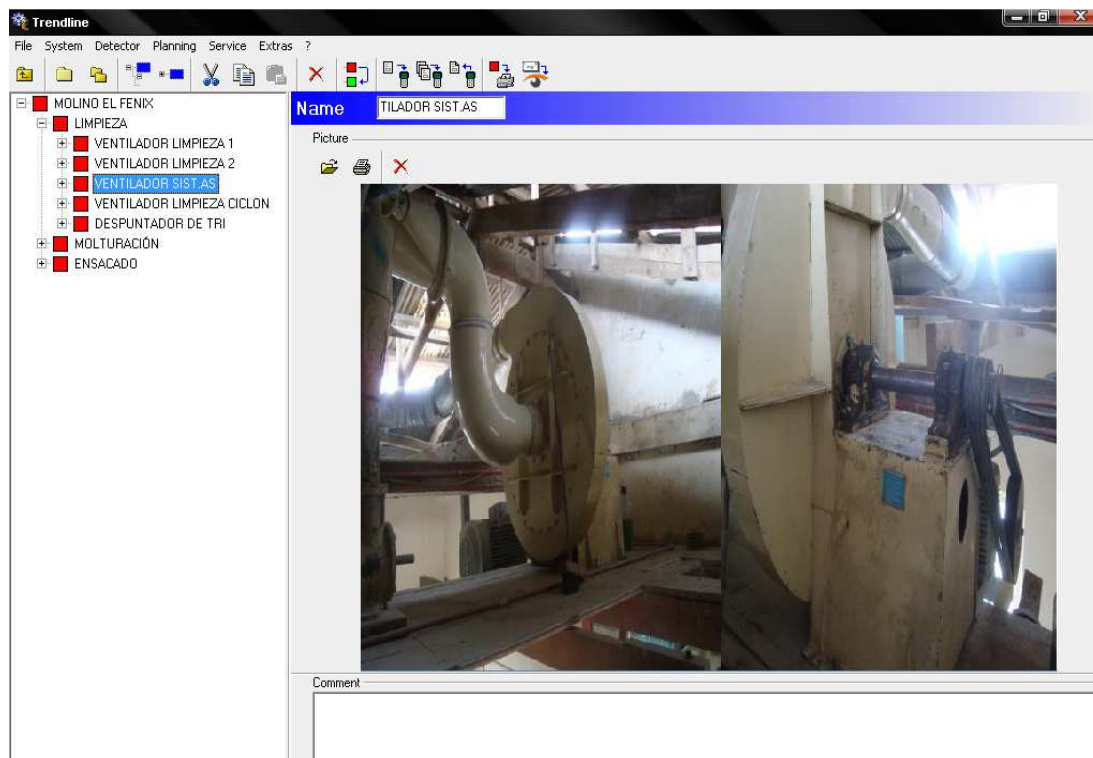


Figura 5.8: Configuración Ventilador de limpieza 3. Sistema de aspiración de harina

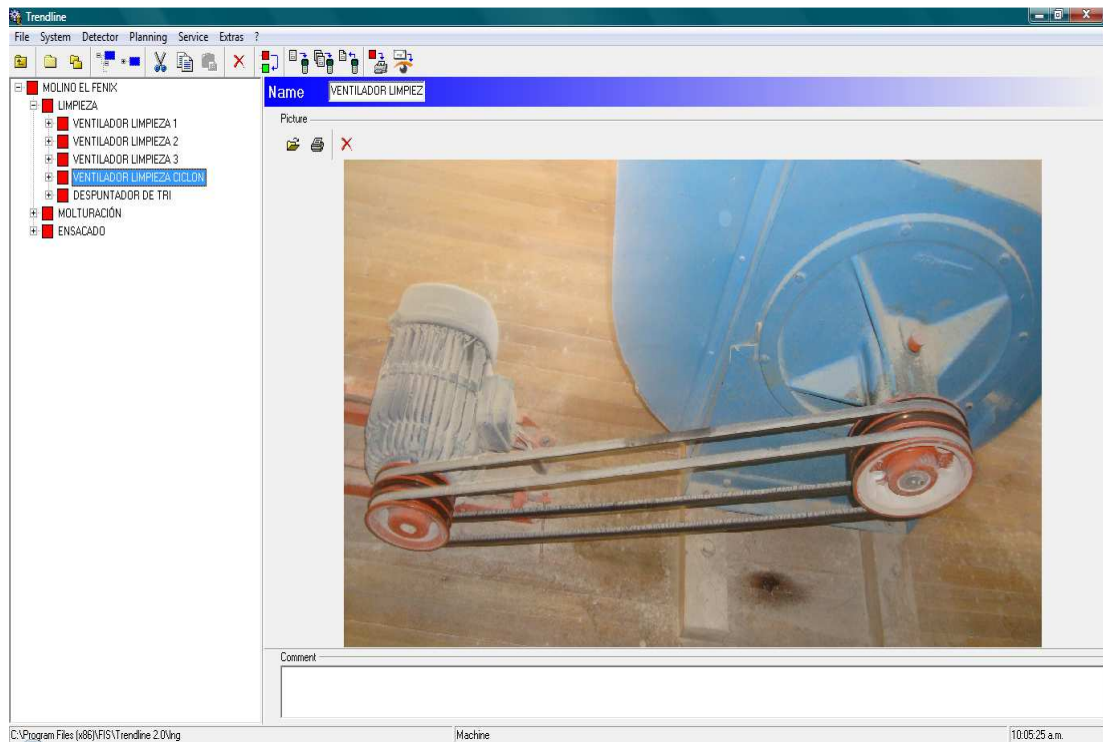


Figura 5.9: Configuración Ventilador Limpieza Ciclón

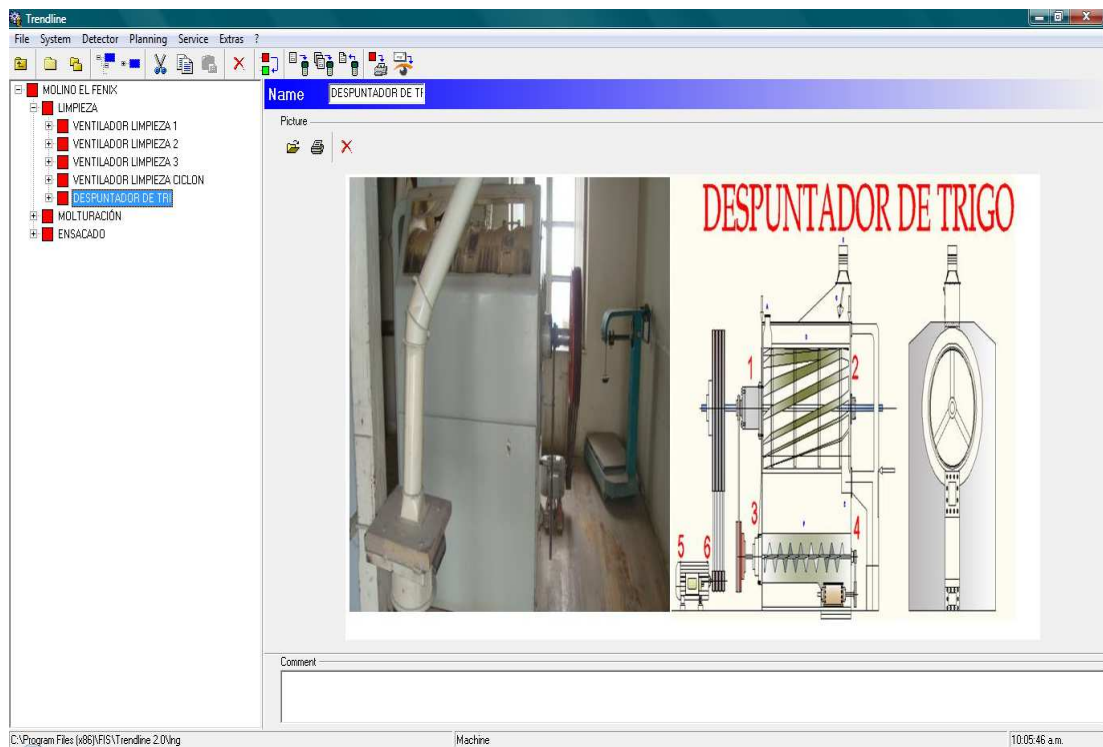


Figura 5.10: Configuración Despuntador de trigo.

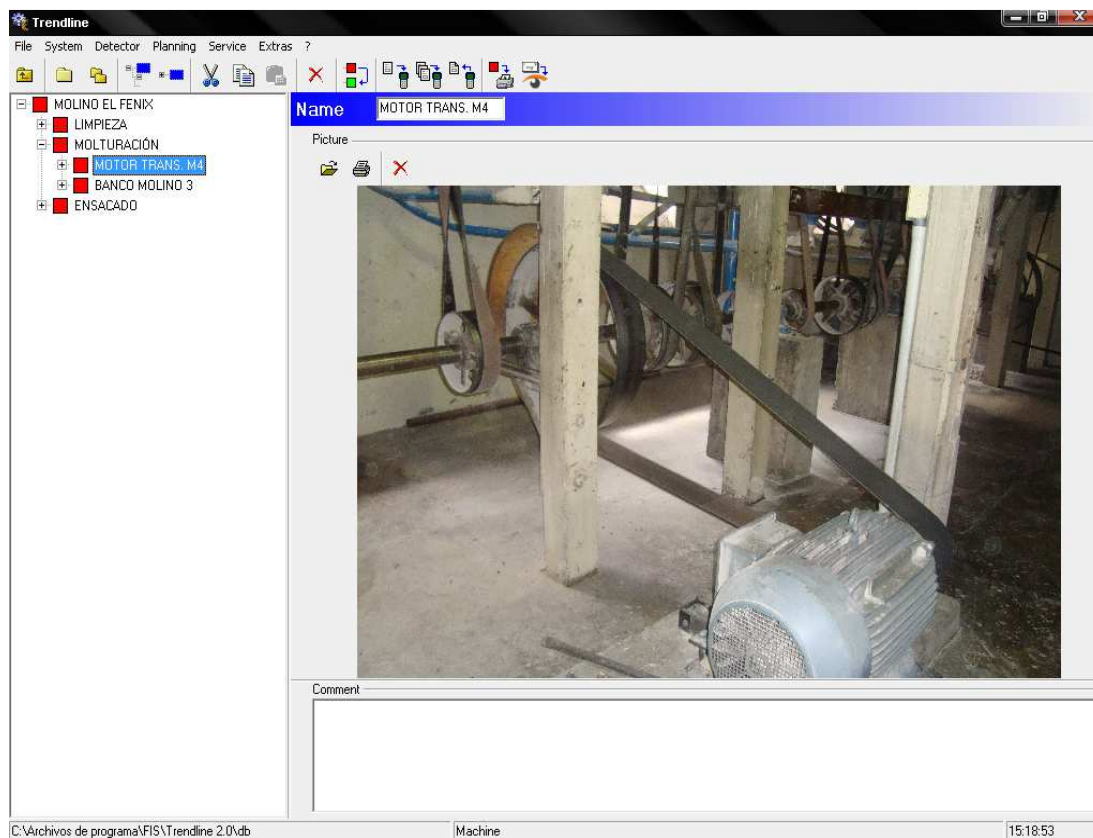


Figura 5.11: Configuración Transmisión de potencia M4

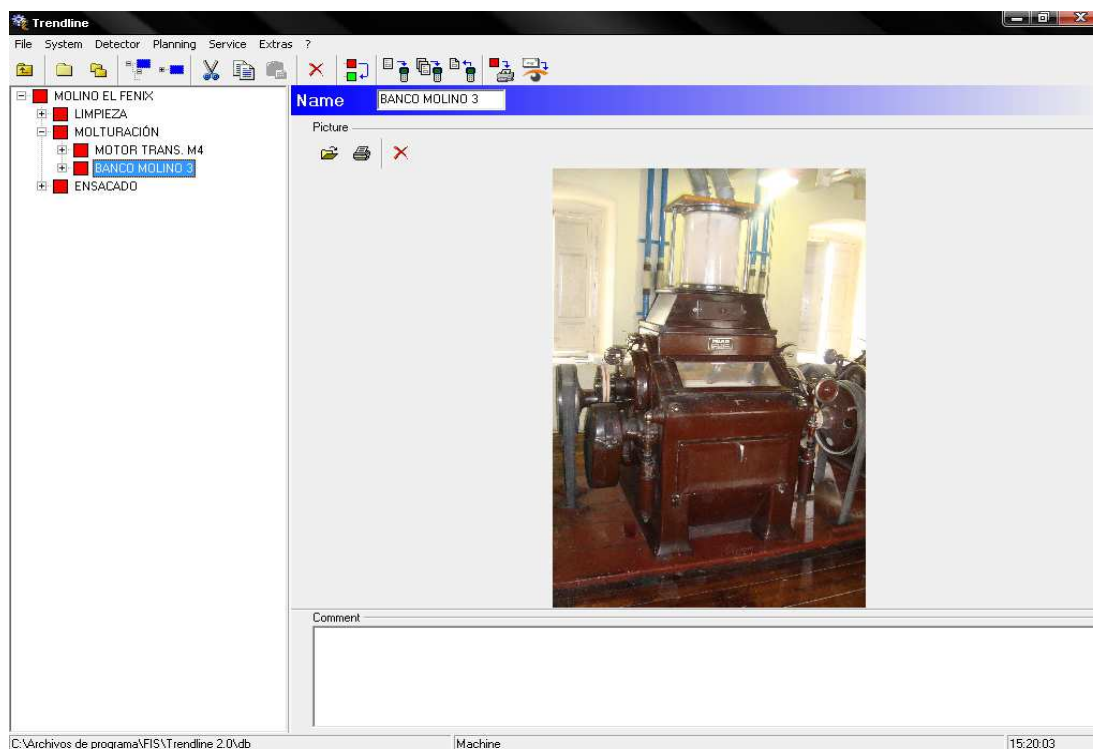


Figura 5.12: Configuración Molino 03

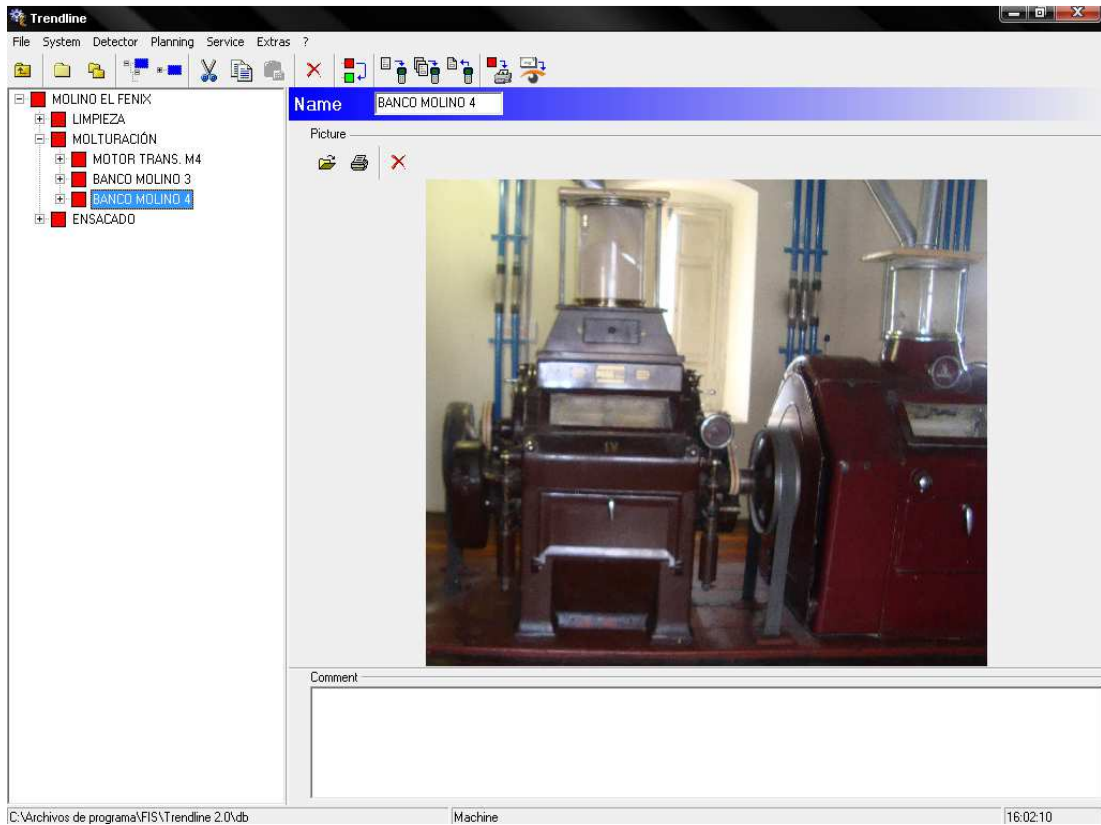


Figura 5.13: Configuración Molino 04

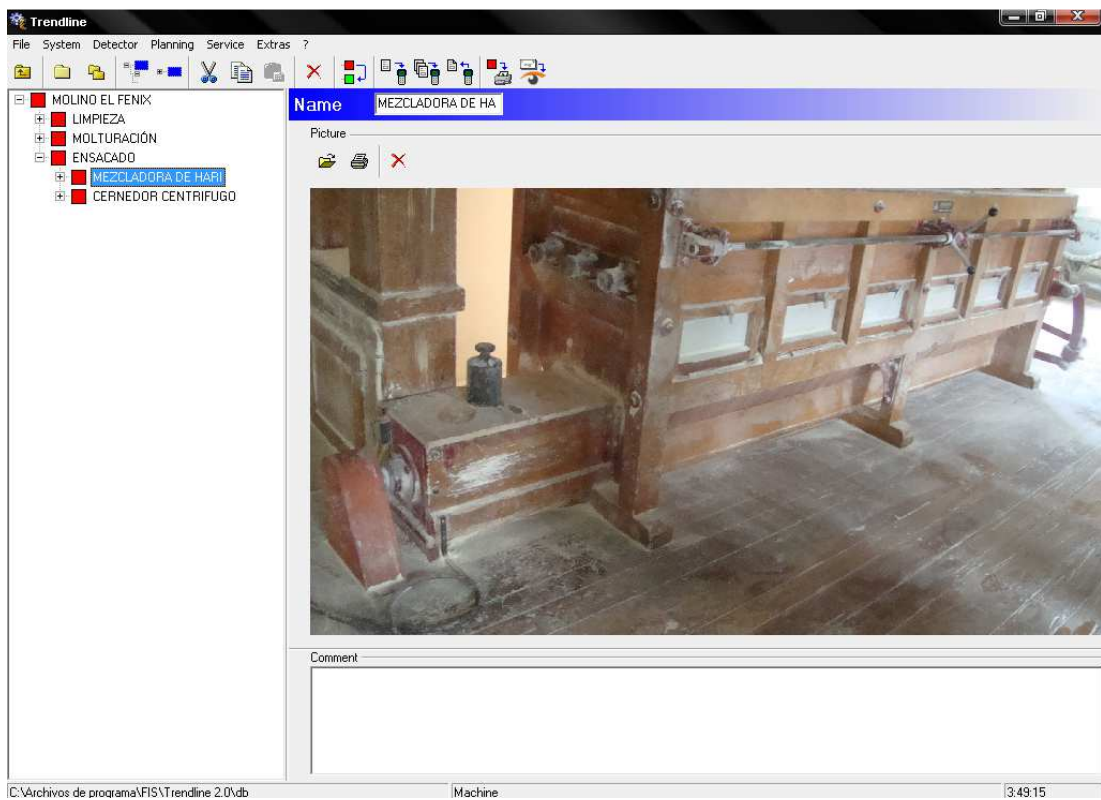


Figura 5.14: Configuración Mezclador de harina

En cada uno de los equipos una vez que hemos establecido los diferentes puntos y direcciones de medición, se procede a definir los diferentes parámetros que se va a analizar los cuales son:

- Primero la norma que vamos a usar y en este caso es la norma ISO 10816.
- Segundo la aceleración.
- Tercero la velocidad.
- Cuarto la temperatura.

En el equipo queda configurado de la siguiente forma:

- ISO 10816
- Aeff
- Deff TP 1000 Hz
- Temp

5.4 Creación de Rutas de Medición

Para la creación de las rutas tenemos que tomar en cuenta algunos factores tales como:

1. **Posicionamiento.**- Recorra el área de la planta donde se encuentran los equipos a ser monitoreados, determinando su ubicación, los puntos de medición y secuencia de las mismas (rutas), particularidades y opciones de rutas, aspectos de seguridad, accesibilidad, identificaciones.
2. **Desarrollo de las Planillas de Datos.**- Establecer qué máquinas van a ser monitoreadas, y completar una planilla de datos para cada una de ellas.

La planilla de datos provee información necesaria sobre cada elemento rotante, a fin de identificar las frecuencias características, los puntos de medición y los datos de reparaciones.

5.5 Sentidos de Medición

Es recomendable montar el sensor de vibración orientado en los sentidos radial, tangencial y axial.

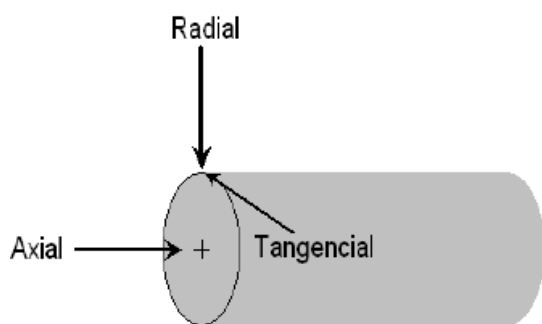


Figura 5.15: Sentidos de Medición

Hay que evitar las posiciones con variaciones de temperaturas o excesiva condensación, y en el caso de acelerómetros, el flujo de aire / fluidos sobre el sensor. Dado que conocemos cómo los problemas crean vibraciones en cada plano, la lectura en tres sentidos puede ayudarnos a interpretar el origen de las mismas.

- **Radial.**- Normalmente es menor que en el plano horizontal, debido a la diferencia de rigidez, y a la acción de la gravedad.
- **Tangencial.**- El desbalanceo es la causa más común de vibraciones en el plano radial (horizontal y vertical). Normalmente las máquinas son más

elásticas en el plano horizontal, por lo tanto el desbalanceo se manifiesta generalmente en este sentido.

- **Axial.**- En condiciones ideales presenta valores más bajos que las radiales, dado que las fuerzas generalmente son perpendiculares al eje. Sin embargo, los problemas de desalineaciones crean vibraciones en este sentido.

Esta es una guía de casos generales. Equipos montados verticalmente, o con rotores en voladizo, u otros casos particulares, pueden mostrar diferentes respuestas.

Es importante resaltar que el sensor tiene mayor sensibilidad en la dirección en la cual es montado. También se debe tomar la lectura, lo más cerca posible del cojinete.

Evitar posicionar el sensor sobre partes muy delgadas, pues pueden presentar resonancias o flojedades.

5.6 Determinación de las Frecuencias de Monitoreo

La paralización de los equipos de los Críticos de Limpieza, Molturación y Ensacado afectan directamente a la productividad de MOLINOS EL FÉNIX, es por este motivo que se determinó que las frecuencias óptimas de monitoreo en los equipos se las debe realizar mensualmente con el fin de prevenir y predecir algún tipo de fallo. Lo ideal es que se lleve un control estricto de cada falla, cuál fue su causa, que complicaciones causó, que tiempo se tardó en reparar, cuanto personal fue requerido para su reparación, etc.

5.7 Espectros obtenidos en los Equipos Críticos de las secciones: Limpieza, Molturación y Ensacado.

5.7.1 Preliminares antes de realizar las mediciones de vibraciones (frecuencias reales)

Normalmente éste es uno de los grandes errores que se realiza en el análisis de espectros debido a que existen motores que han trabajado mas de 20 años y por ende la velocidad que indica los datos de placa no son reales, por lo tanto al identificar los armónicos síncronos fundamentales de cualquier máquina o soporte que se este analizando, se va a diagnosticar fallos que no existen.



Figura 5.16: Tacómetro Digital DT – 2235B

A continuación en el **ANEXO 4** se puede apreciar las mediciones de excentricidades tomadas en la Transmisión M4



Figura 5.17: Toma de datos velocidad rpm Ventilador de Limpieza 1 y 2



Figura 5.18: Toma de datos velocidad rpm Ventilador Sistema de Aspiración de Harina



Figura 5.19: Toma de datos velocidad rpm Ventilador Ciclón



Figura 5.20: Toma de datos velocidad rpm en las Trasmisiones de Potencia

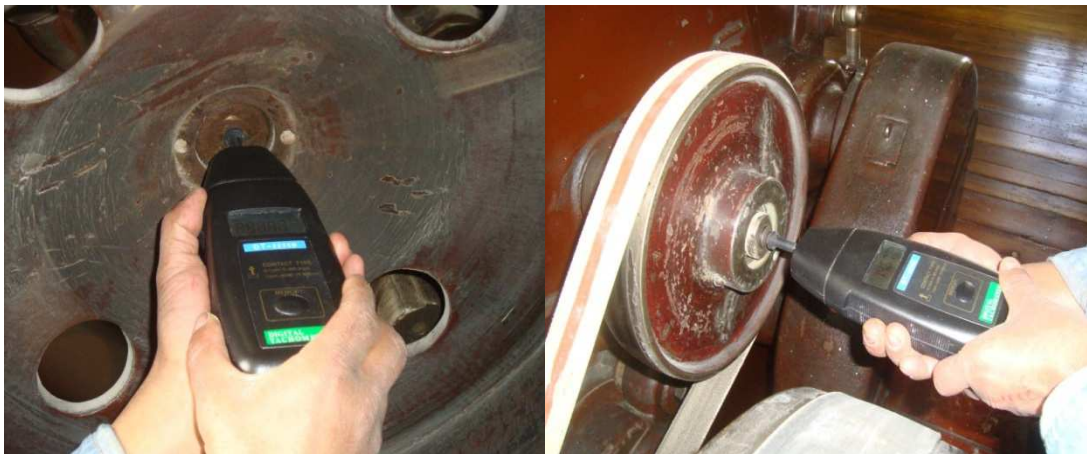


Figura 5.21: Toma de datos velocidad rpm en los Molinos.



Figura 5.22: Toma de datos velocidad rpm en el Mezclador de Harina



Figura 5.23: Toma de datos excentricidad de ejes y poleas motrices

5.7.2 Espectros obtenidos en el Ventilador de Limpieza 1 (1VL)

5.7.2.1 Espectros obtenidos en el punto 1 lado del ventilador (1VL), dirección axial y radial.

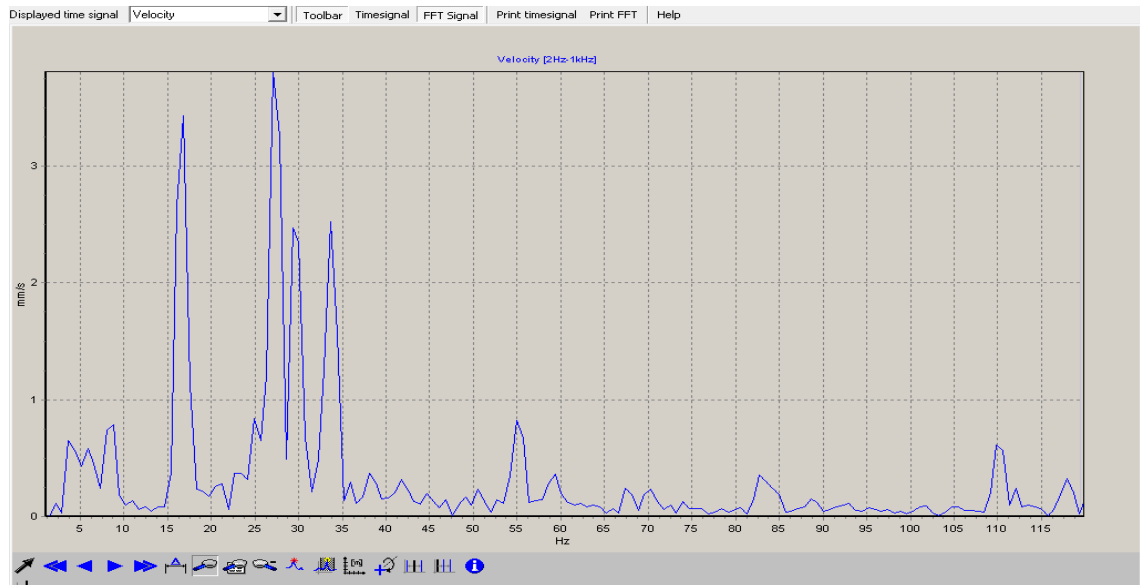


Figura 5.24: Espectro obtenido en el punto 1VL1A

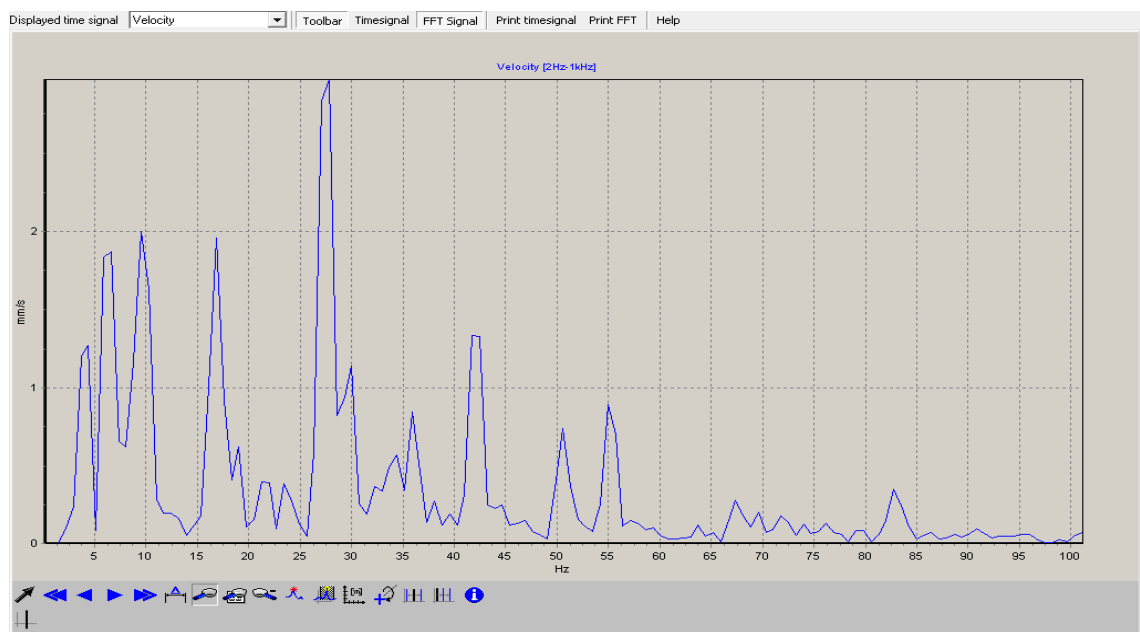


Figura 5.25: Espectro obtenido en el punto 1VL1R

5.7.2.2 Espectros obtenidos en el punto 2 lado libre del ventilador (1VL), dirección axial y radial.

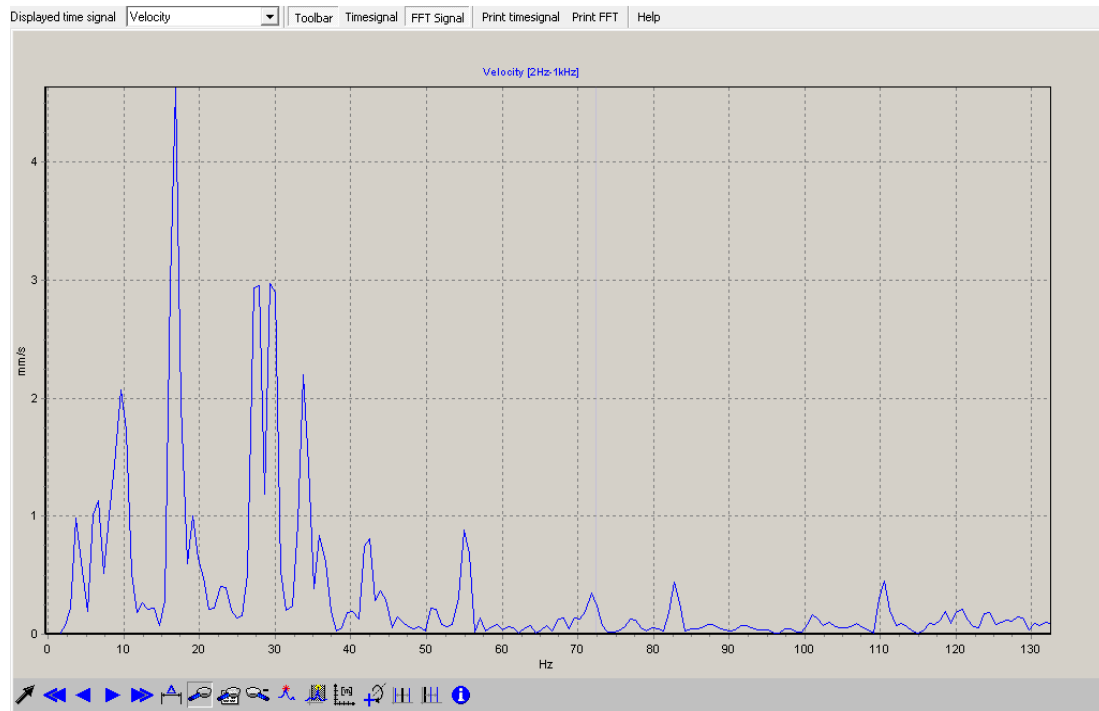


Figura 5.26: Espectro obtenido en el punto 1VL2A

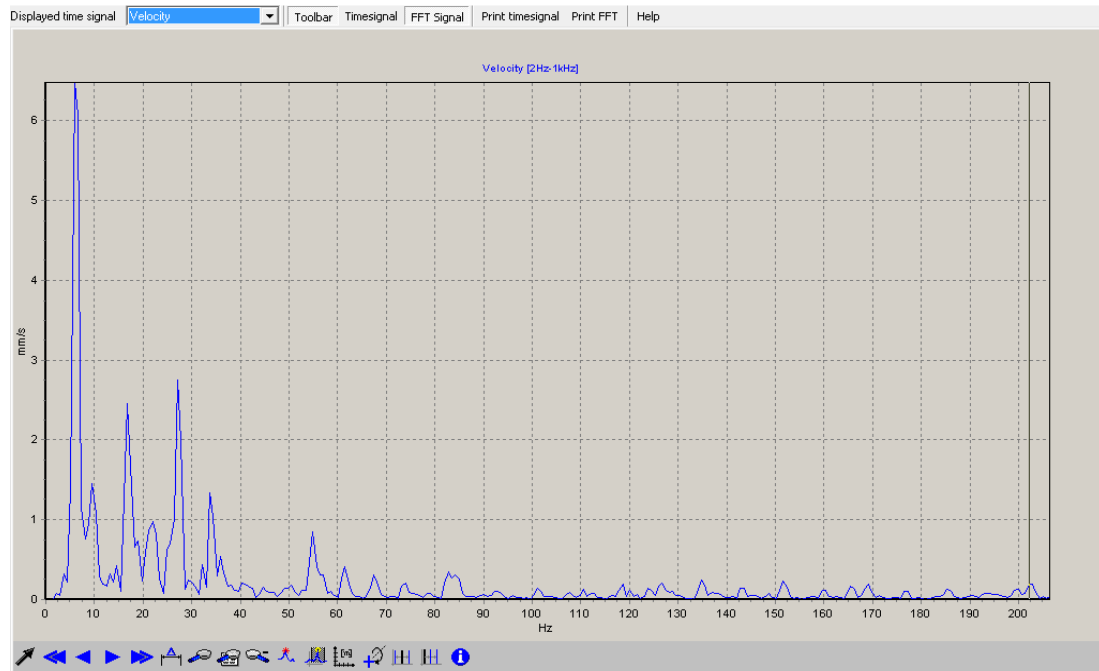


Figura 5.27: Espectro obtenido en el punto 1VL2R

5.7.2.3 Espectros obtenidos en el punto 3 lado libre del motor (1VL), dirección axial, radial y tangencial

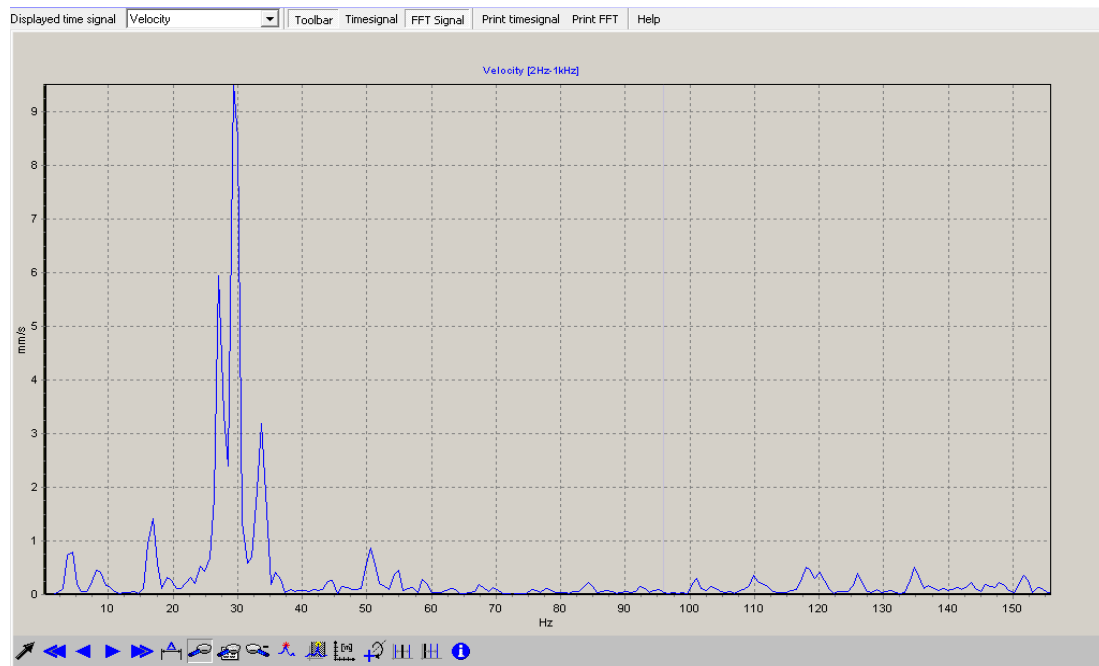


Figura 5.28: Espectro obtenido en el punto 1VL3A

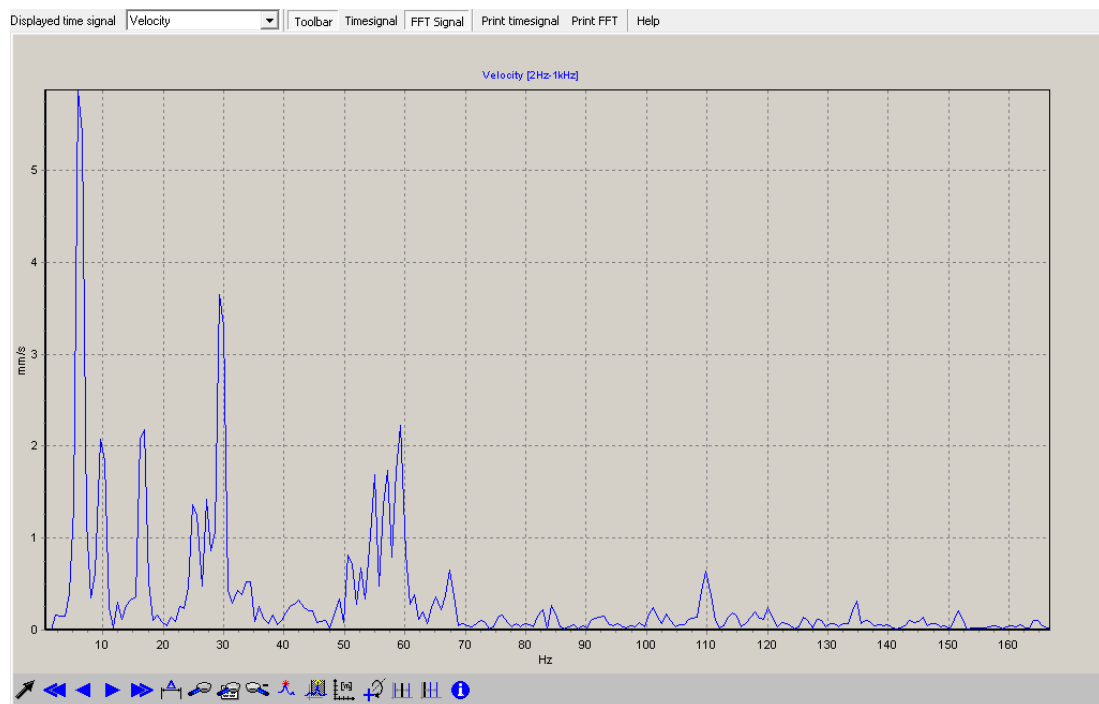


Figura 5.29: Espectro obtenido en el punto 1VL3R

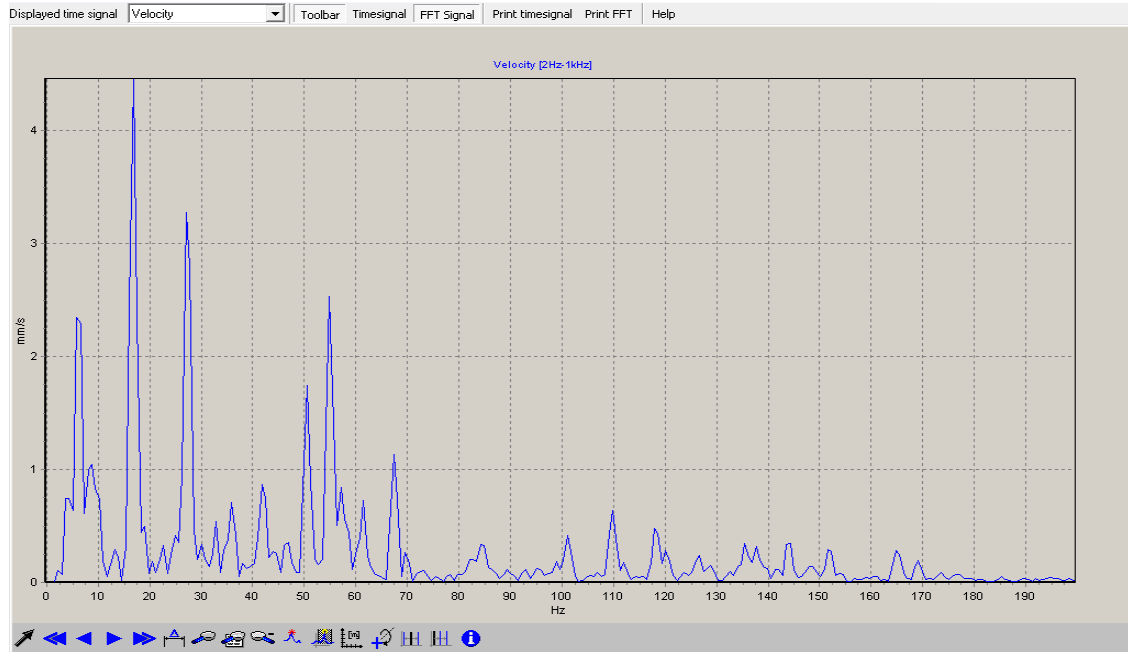


Figura 5.30: Espectro obtenido en el punto 1VL3T

5.7.2.4 Espectros obtenidos en el punto 4 lado de carga del motor (1VL), en la dirección axial, radial y tangencial

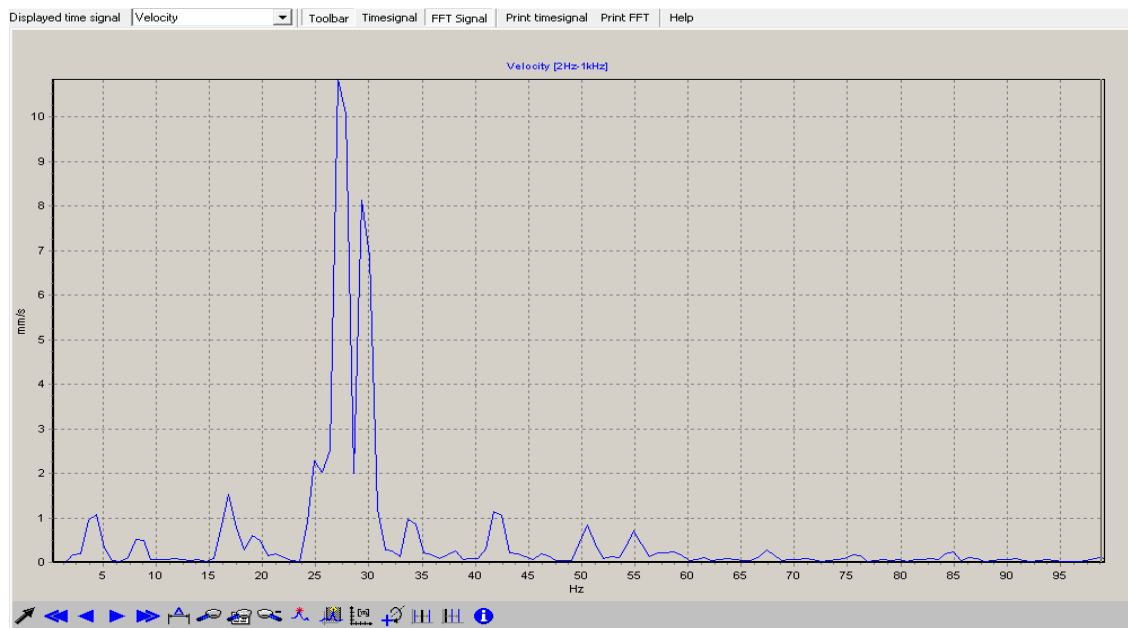


Figura 5.31: Espectro obtenido en el punto 1VL4A

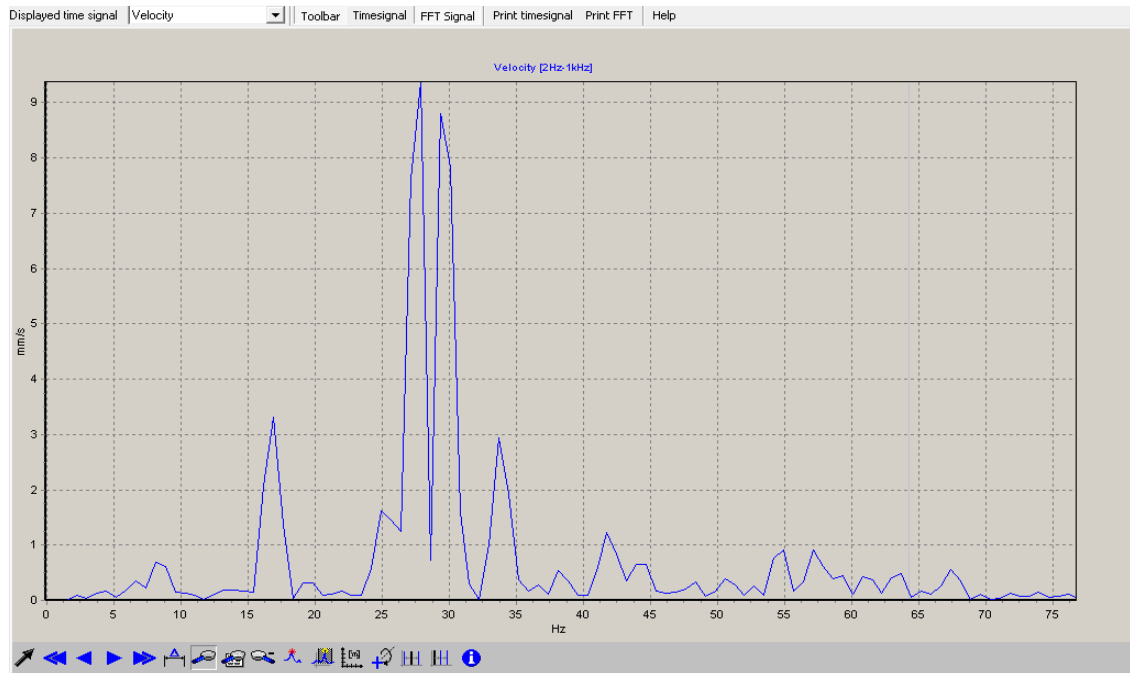


Figura 5.32: Espectro obtenido en el punto 1VL4R

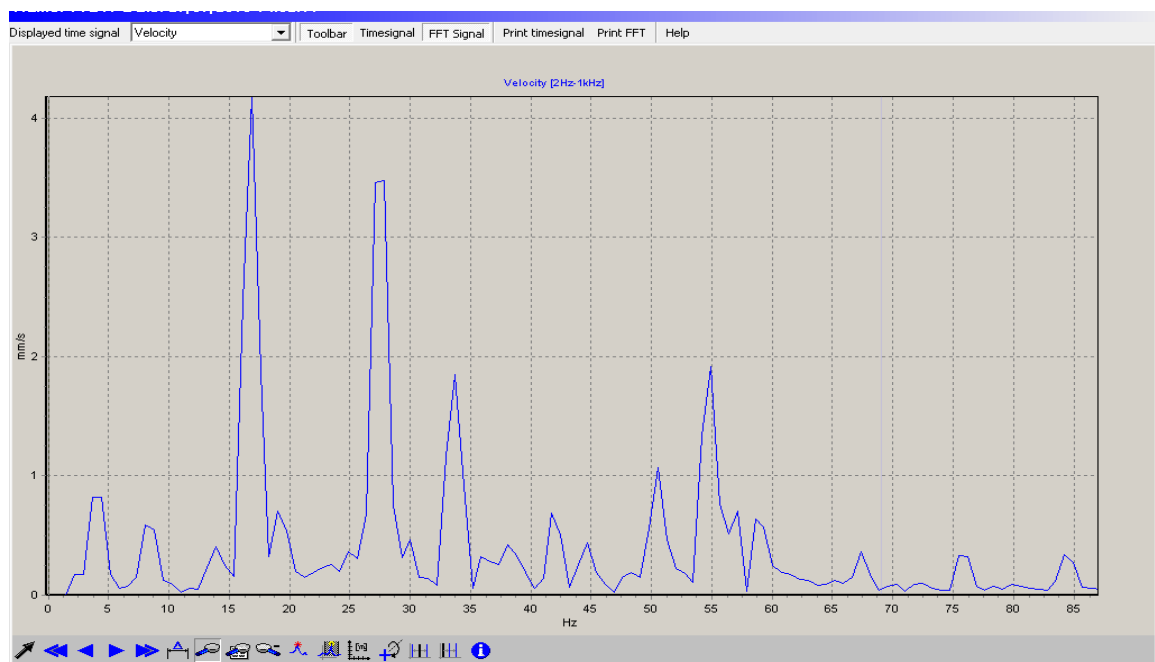


Figura 5.33: Espectro obtenido en el punto 1VL4T

5.7.3 Espectros obtenidos en el Ventilador de Limpieza 2 (2VL)

5.7.3.1 Espectros obtenidos en el punto 1 lado del ventilador (2VL), en la dirección radial y tangencial.

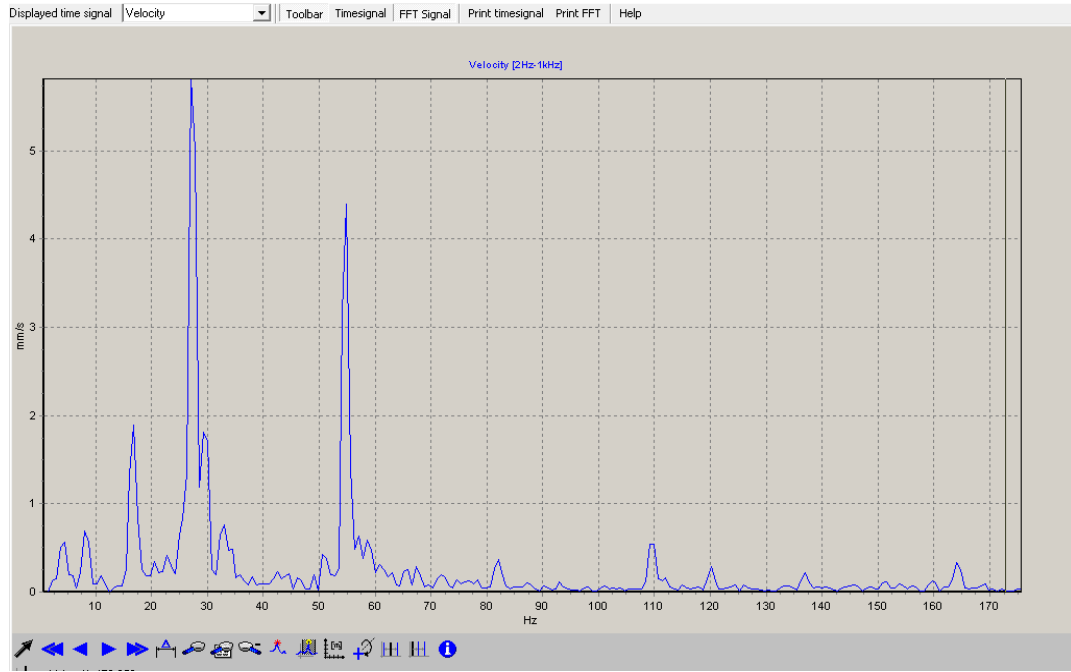


Figura 5.34: Espectro obtenido en el punto 2VL1R

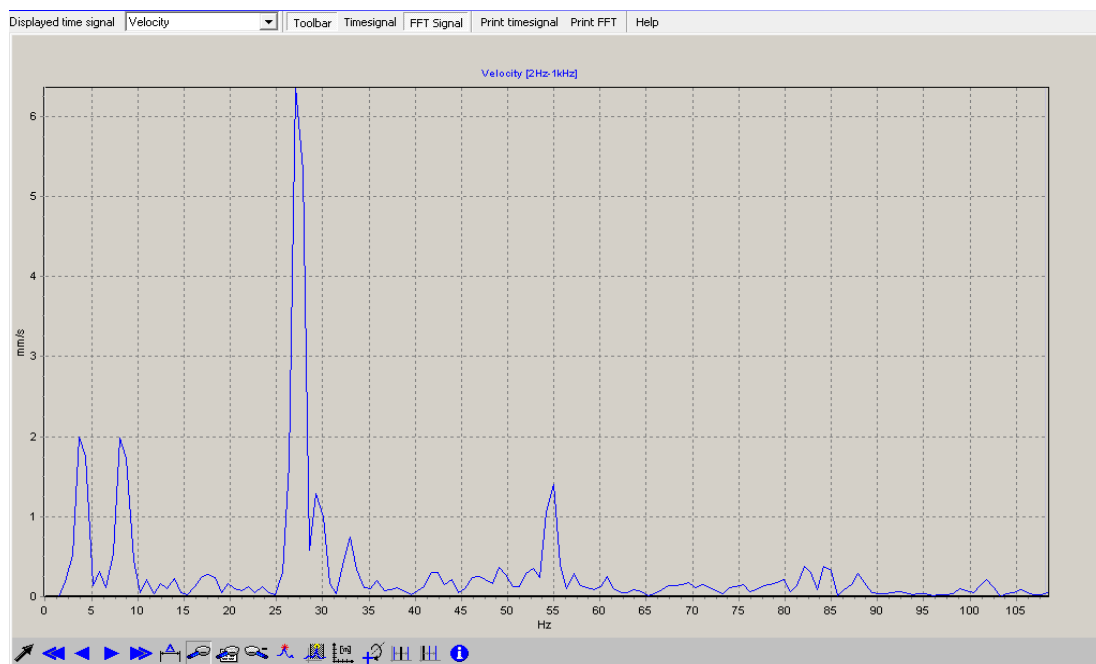


Figura 5.35: Espectro obtenido en el punto 2VL1T

5.7.3.2 Espectros obtenidos en el punto 2 lado libre del ventilador (2VL), en la dirección radial y tangencial.

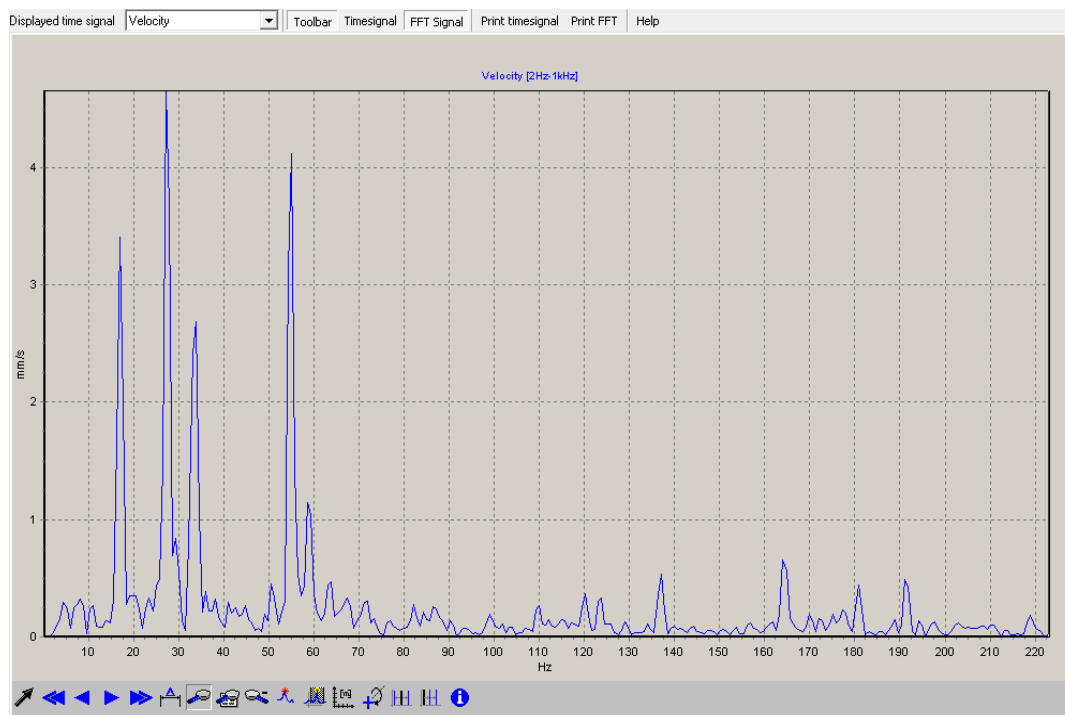


Figura 5.36: Espectro obtenido en el punto 2VL2R

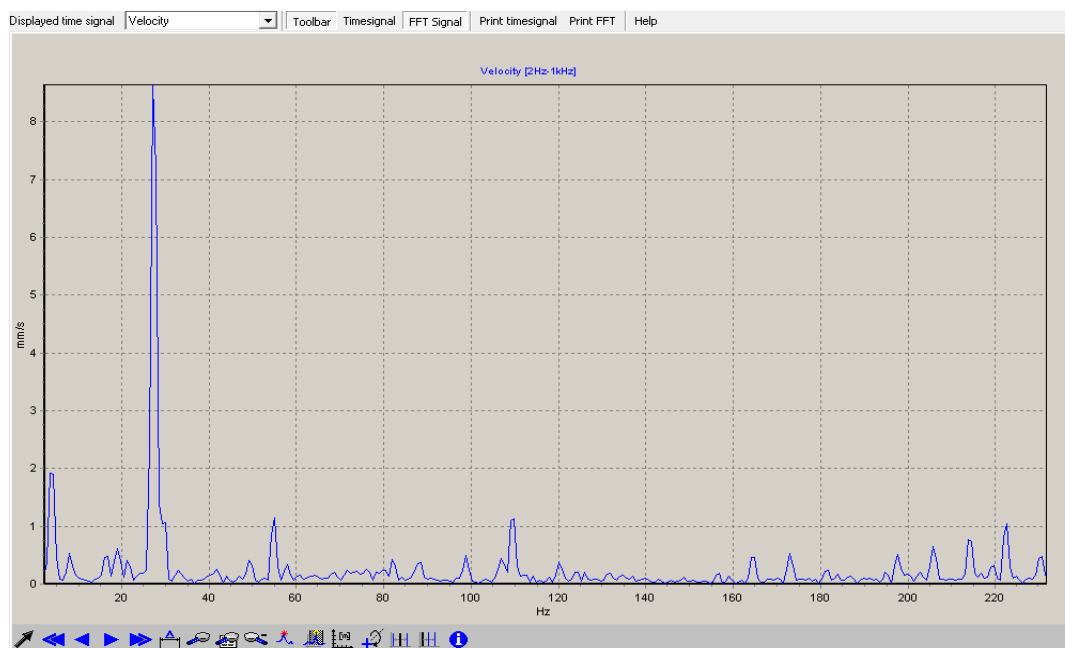


Figura 5.37: Espectro obtenido en el punto 2VL2

5.7.3.3 Espectros obtenidos en el punto 3 lado libre del motor (2VL), en la dirección radial y tangencial.

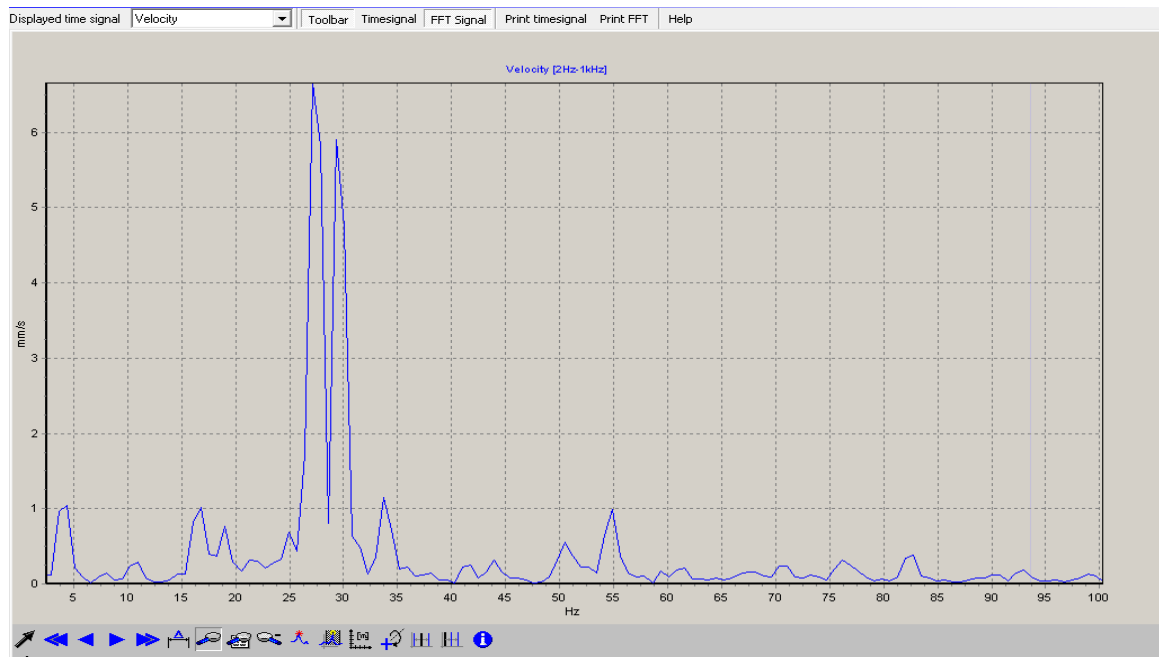


Figura 5.38: Espectro obtenido en el punto 2VL3R

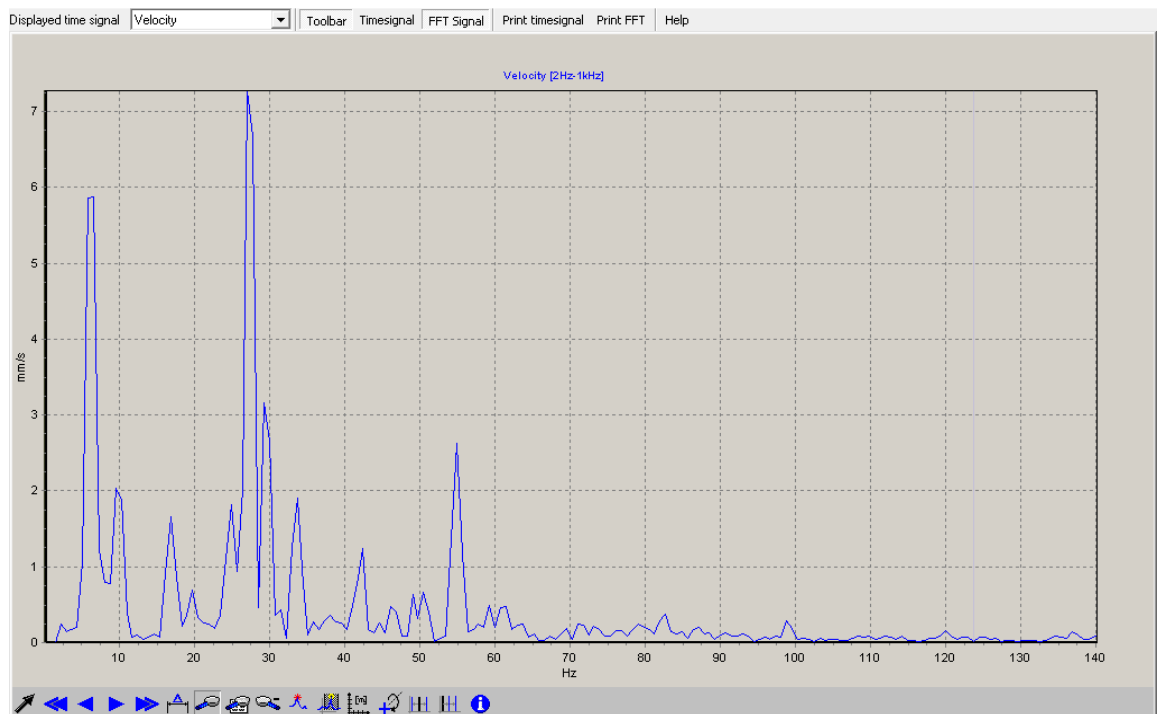


Figura 5.39: Espectro obtenido en el punto 2VL3T

5.7.3.4 Espectros obtenidos en el punto 4 lado de carga del motor (2VL), en la dirección axial, radial y tangencial.

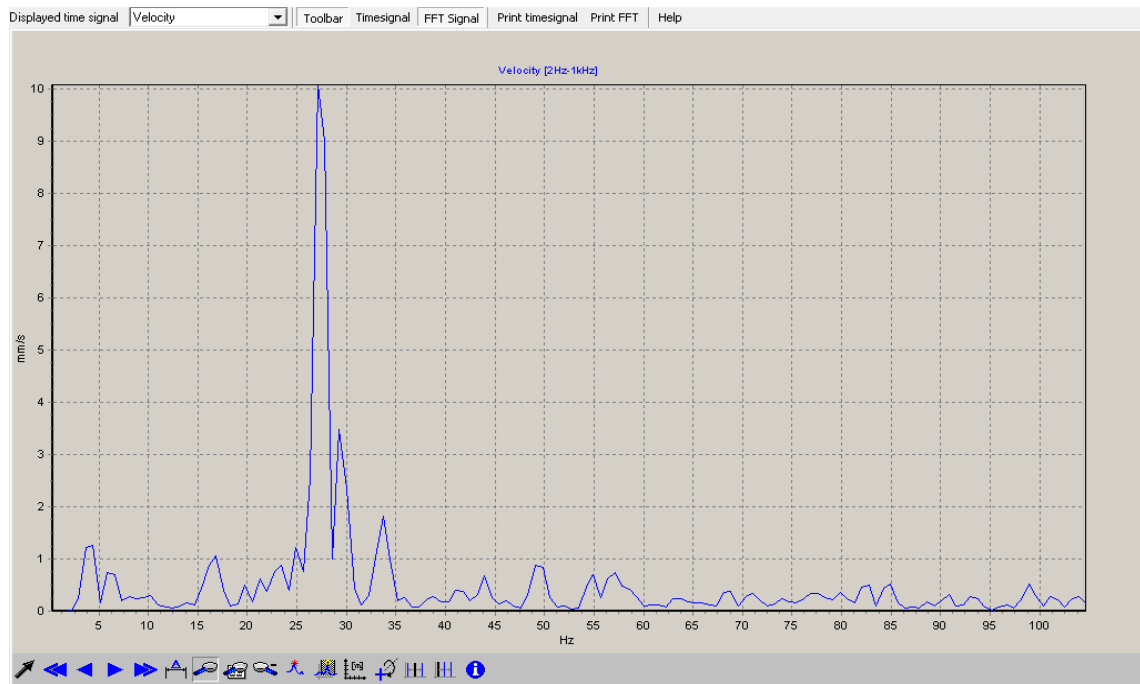


Figura 5.40: Espectro obtenido en el punto 2VL4A

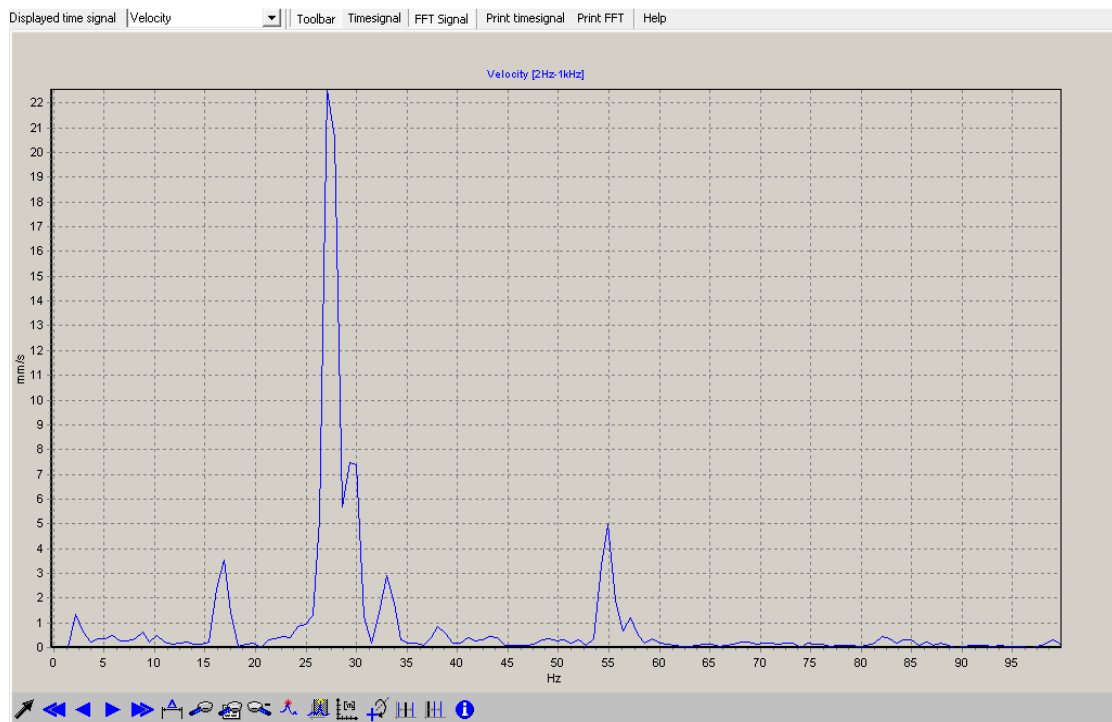


Figura 5.41: Espectro obtenido en el punto 2VL4R

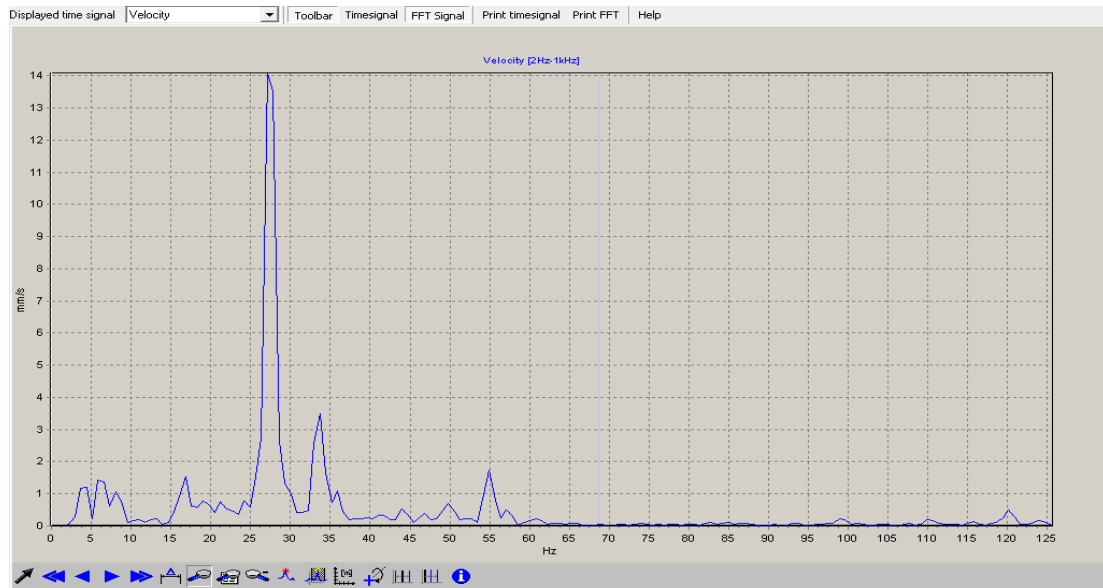


Figura 5.42: Espectro obtenido en el punto 2VL4T

5.7.4 Espectros obtenidos en el Ventilador Ciclón, (CV)

5.7.4.1 Espectros obtenidos en el punto 1 lado libre del motor (CV), en la dirección radial.

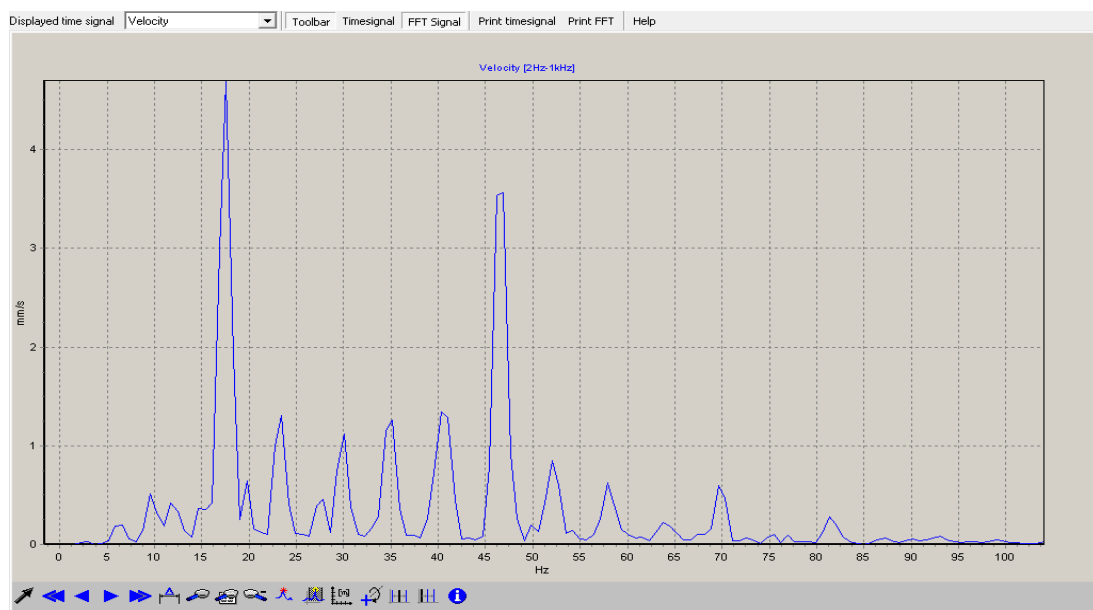


Figura 5.43: Espectro obtenido en el punto CV1R

5.7.4.2 Espectros obtenidos en el punto 2 lado de carga del motor (CV), en la dirección radial.

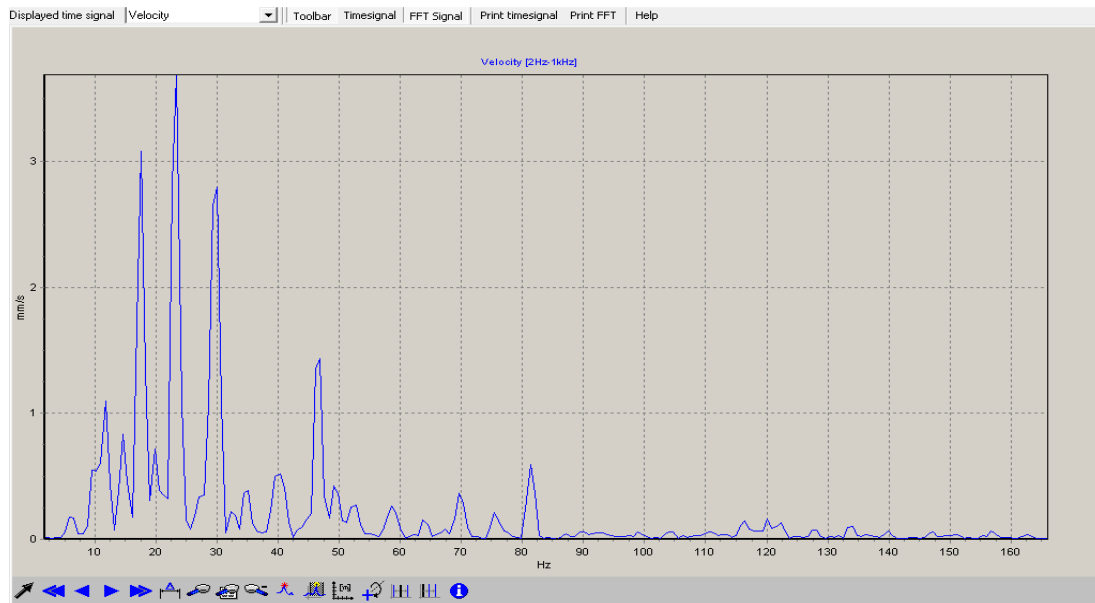


Figura 5.44: Espectro obtenido en el punto CV2R

5.7.4.3 Espectros obtenidos en el punto 3 lado del ventilador (VC), en la dirección axial, radial y tangencial

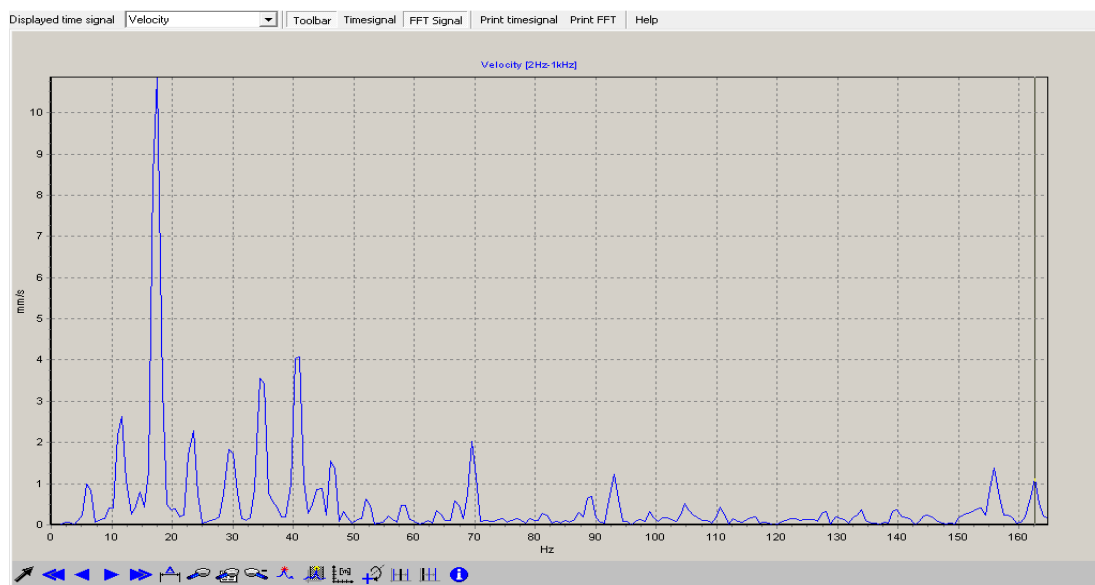


Figura 5.45: Espectro obtenido en el punto CV3A

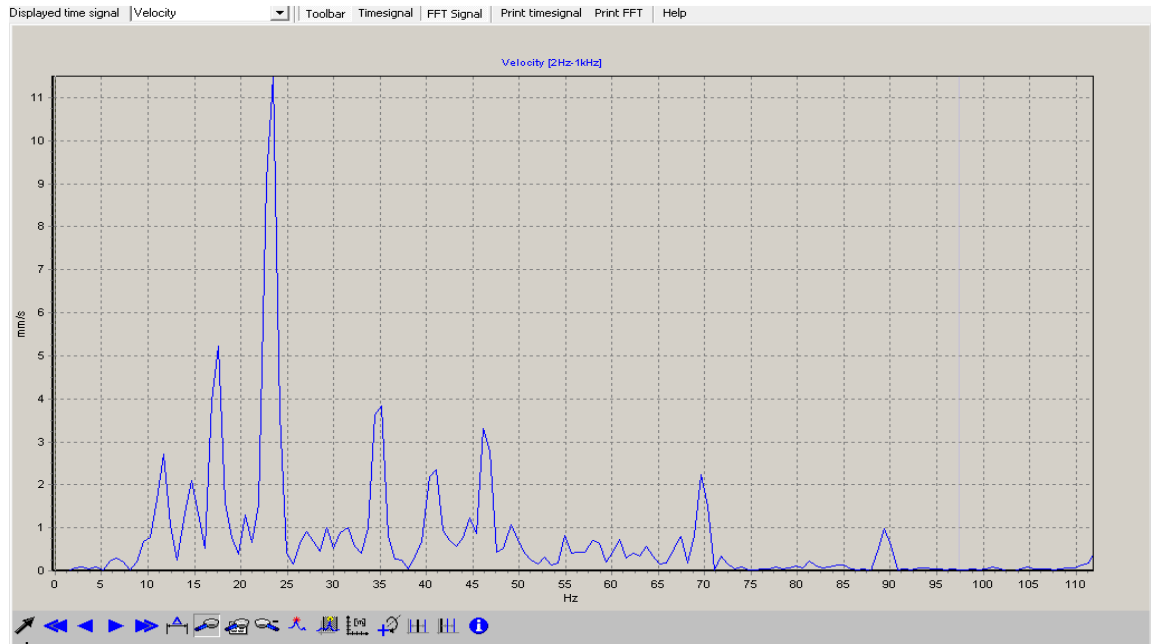


Figura 5.46: Espectro obtenido en el punto CV3R

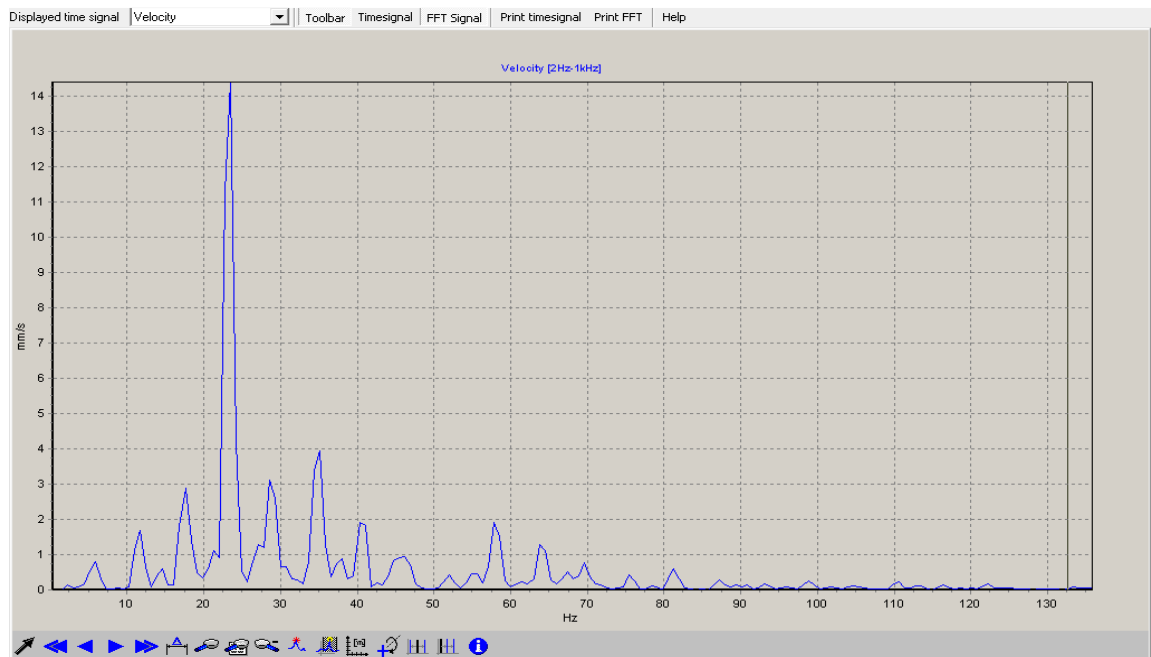


Figura 5.47: Espectro obtenido en el punto CV3T

5.7.5 Espectros obtenidos en el Ventilador Sistema de Aspiración (3VL)

5.7.5.1 Espectros obtenidos en el punto 1 lado del ventilador (3VL), en la dirección axial, radial y tangencial.

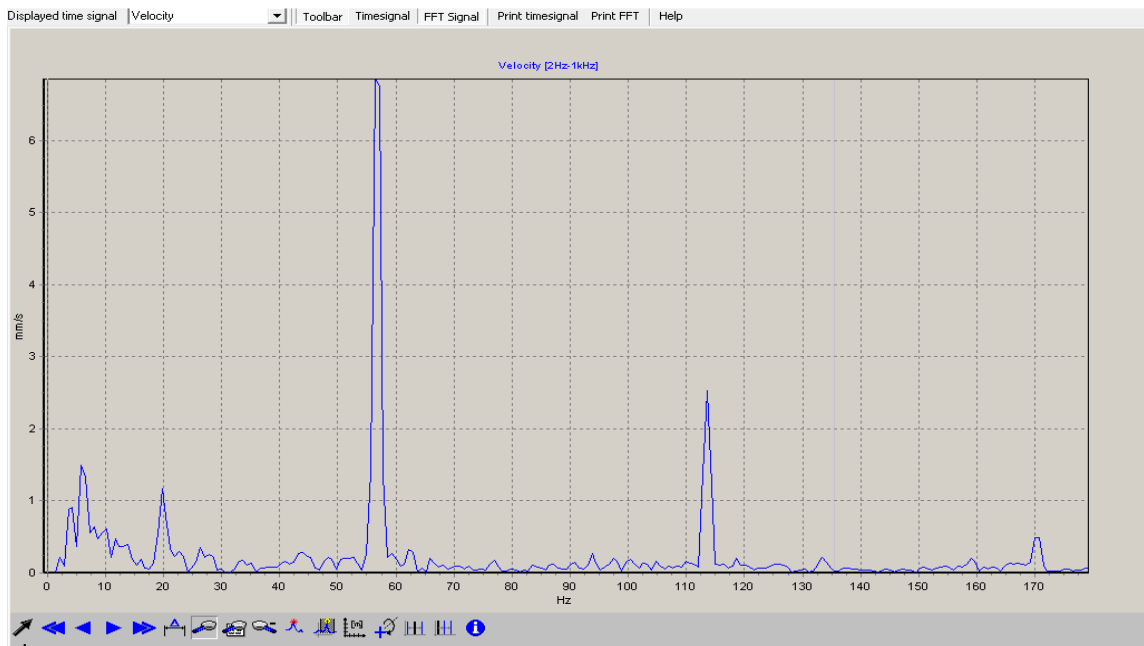


Figura 5.48: Espectro obtenido en el punto 3VL1A

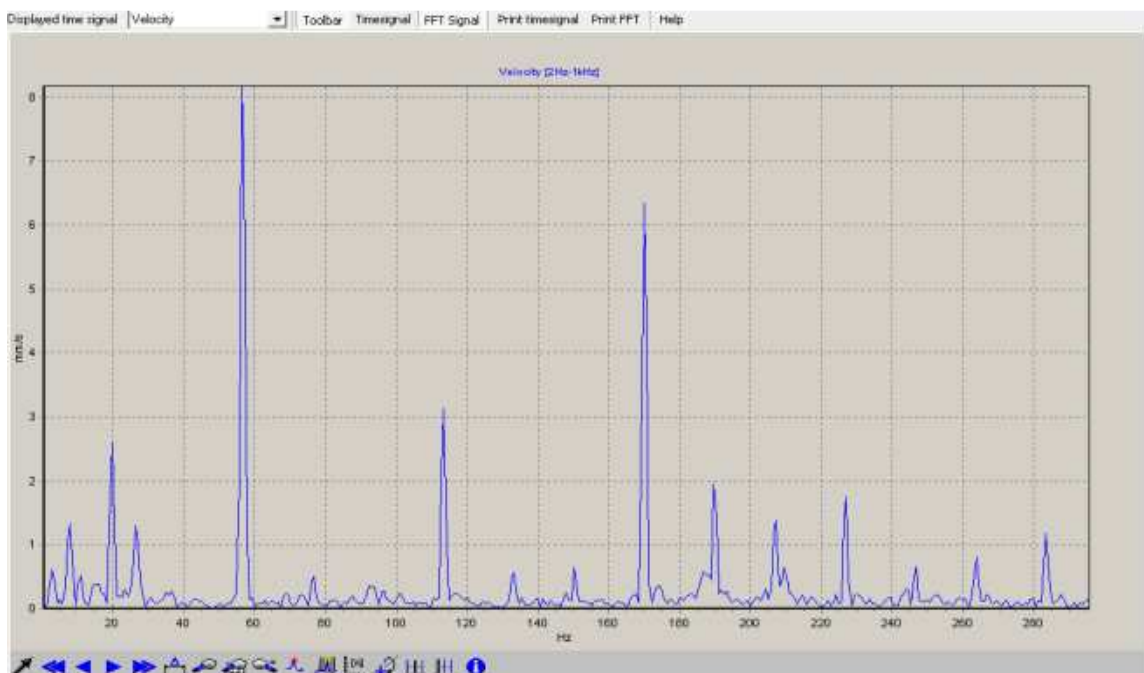


Figura 5.49: Espectro obtenido en el punto 3VL1R

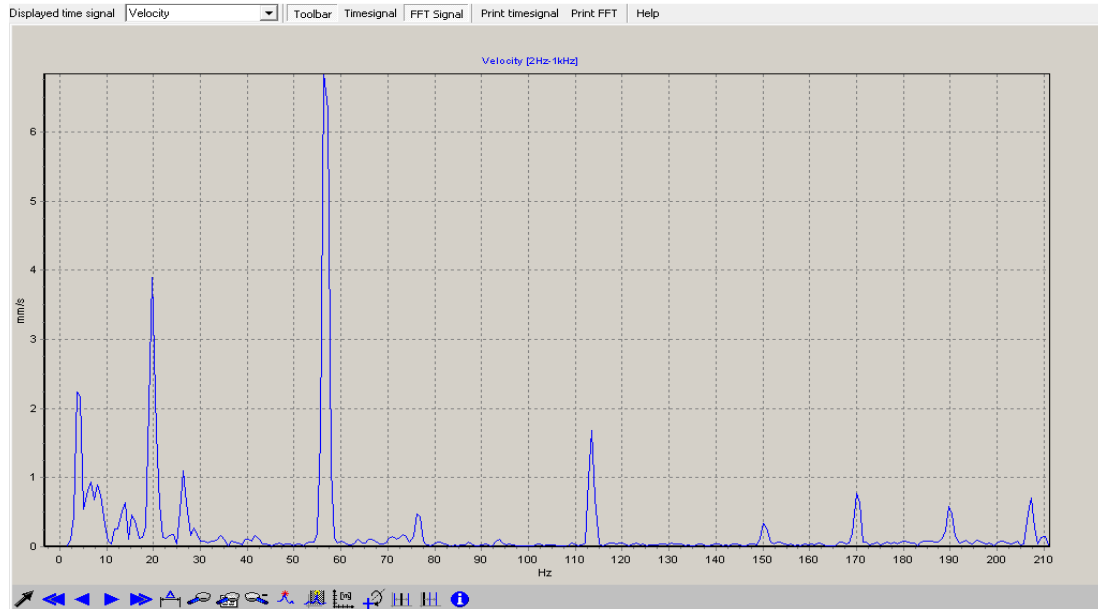


Figura 5.50: Espectro obtenido en el punto 3VL1T

5.7.5.2 Espectros obtenidos en el punto 2 lado libre del ventilador (3VL), en la dirección axial, radial y tangencial.

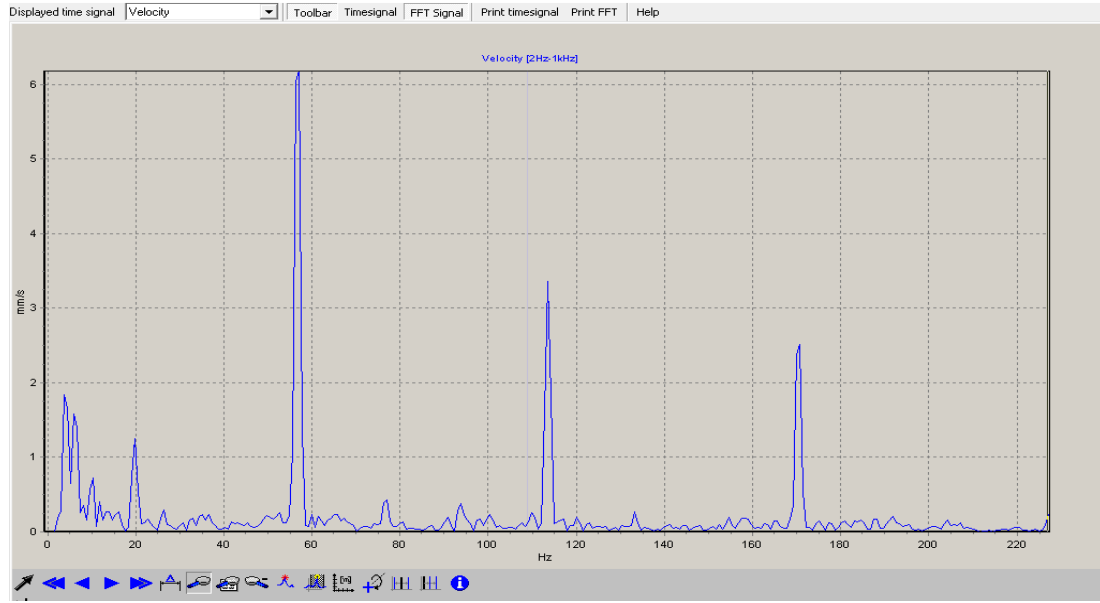


Figura 5.51: Espectro obtenido en el punto 3VL2A

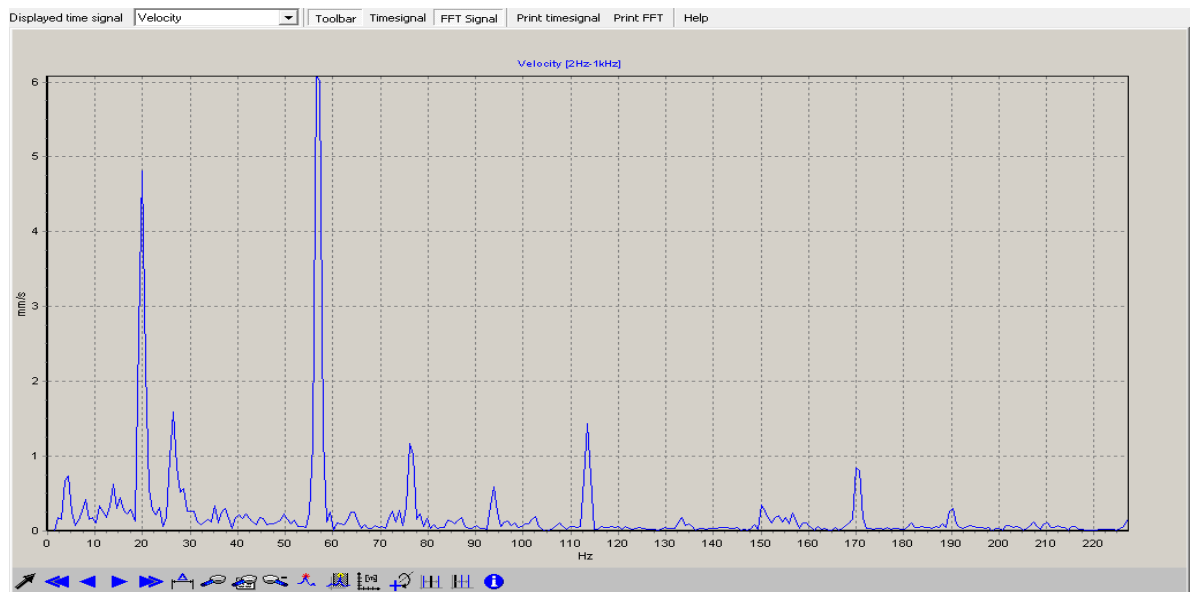


Figura 5.52: Espectro obtenido en el punto 3VL2R

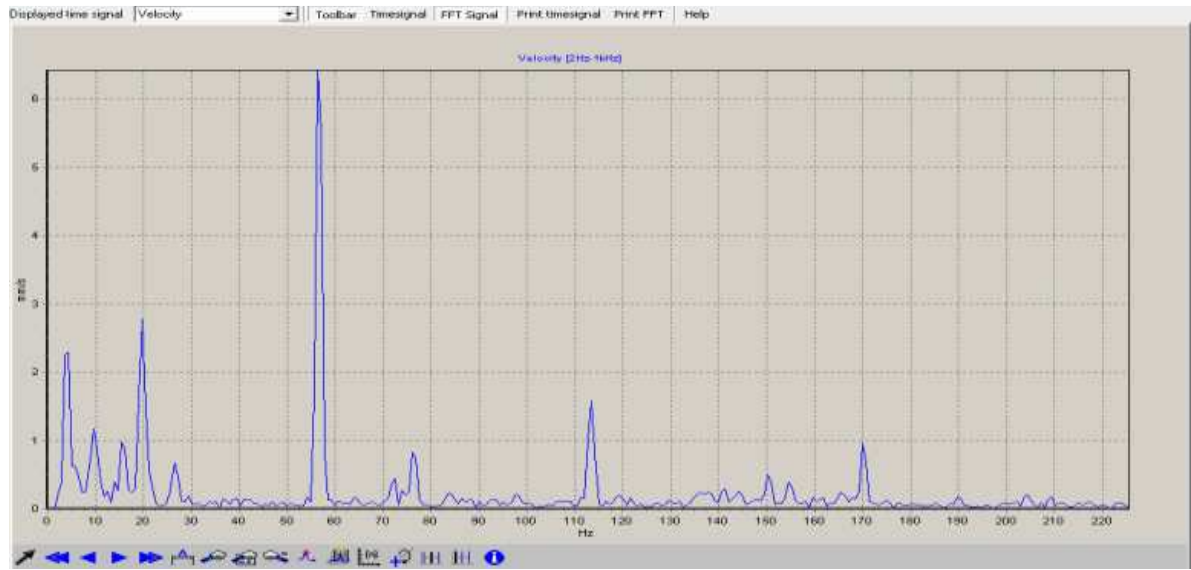


Figura 5.53: Espectro obtenido en el punto 3VL2A

5.7.6 Espectros obtenidos en el Despuntador de Trigo (DT)

5.7.6.1 Espectros obtenidos en el punto 1 soporte motriz del tambor (DT), en la dirección axial y radial.

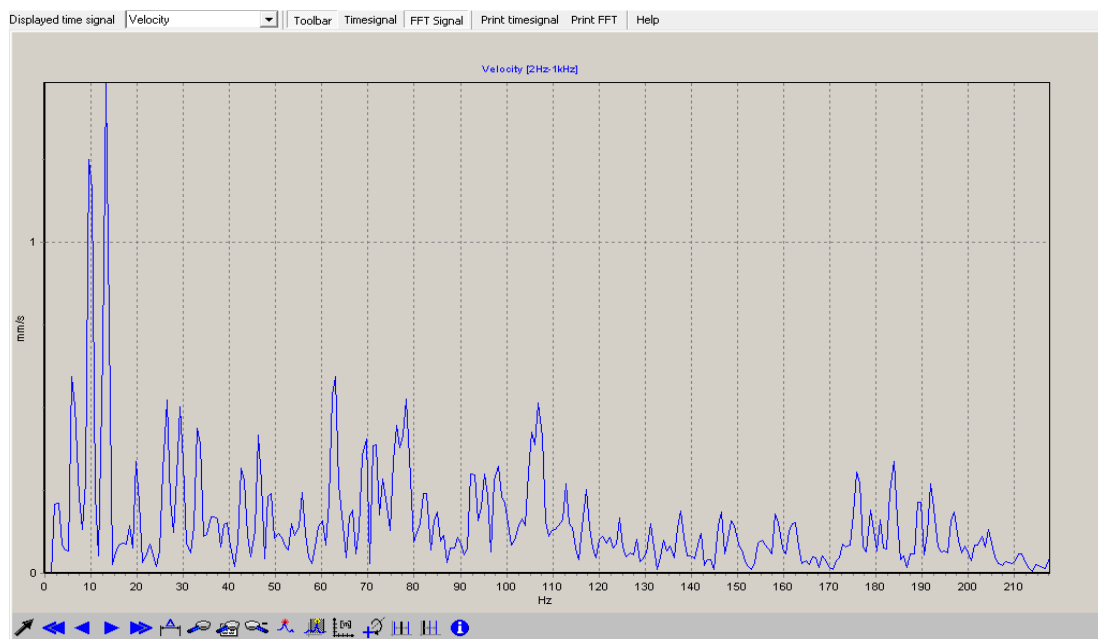


Figura 5.54: Espectro obtenido en el punto DT1R

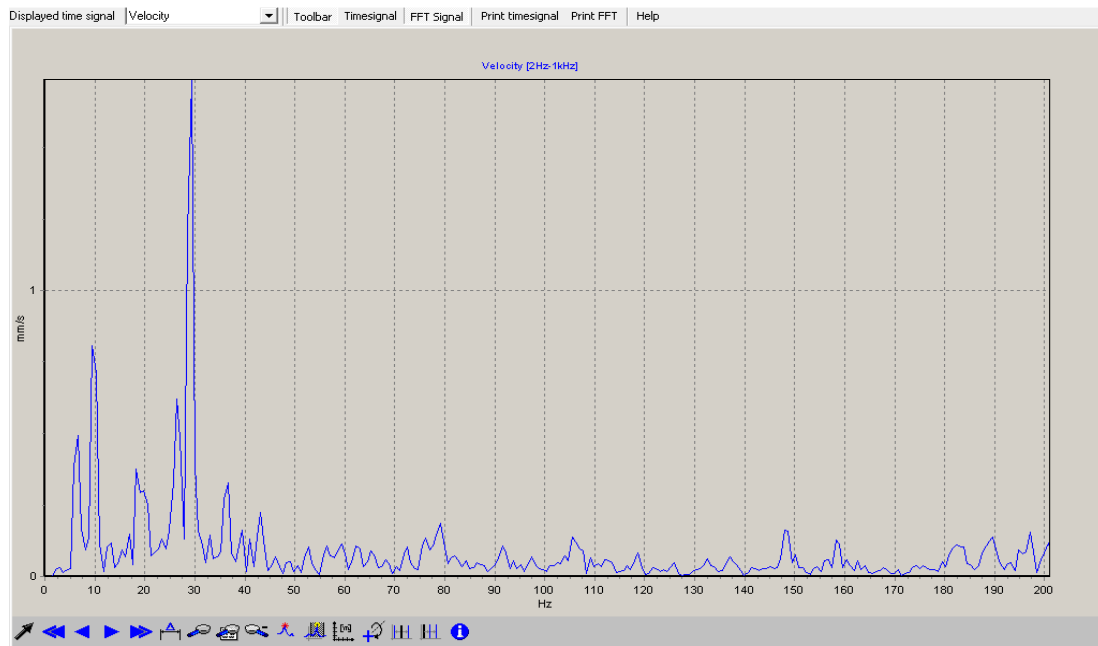


Figura 5.55: Espectro obtenido en el punto DT1R

5.7.6.2 Espectros obtenidos en el punto 2 lado libre del tambor (DT), en la dirección axial y radial y tangencial.

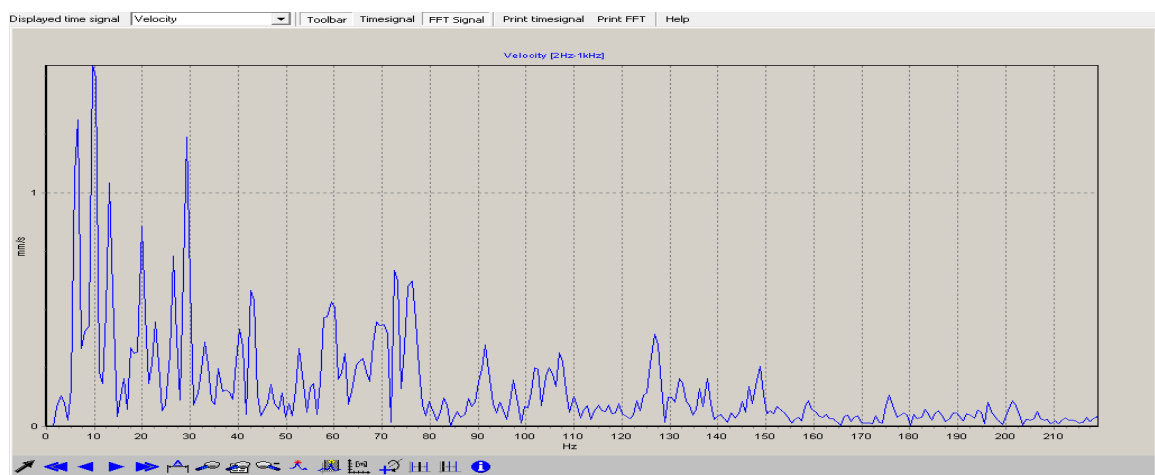


Figura 5.56: Espectro obtenido en el punto DT2A

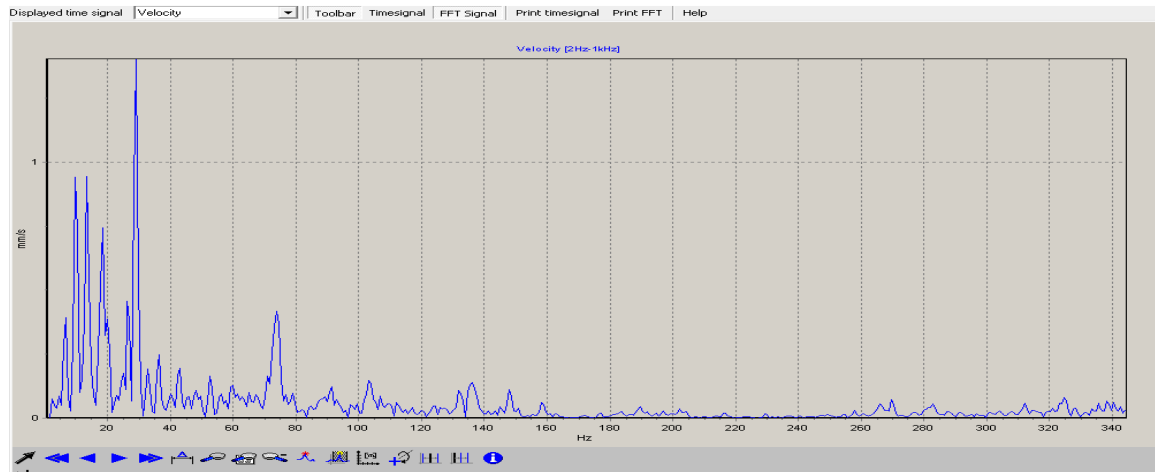


Figura 5.57: Espectro obtenido en el punto DT2R

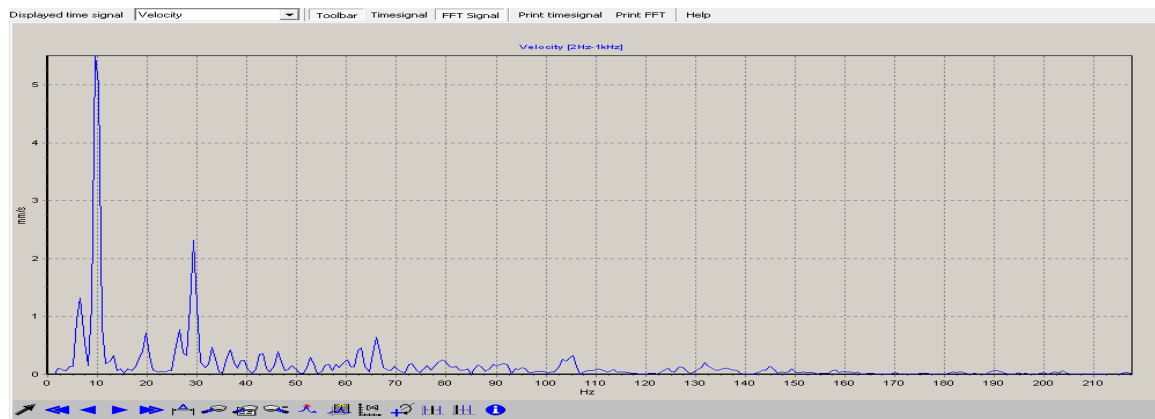


Figura 5.58: Espectro obtenido en el punto DT2T

5.7.6.3 Espectros obtenidos en el punto 3 lado motriz del tornillo sin fin (DT), en la dirección axial.

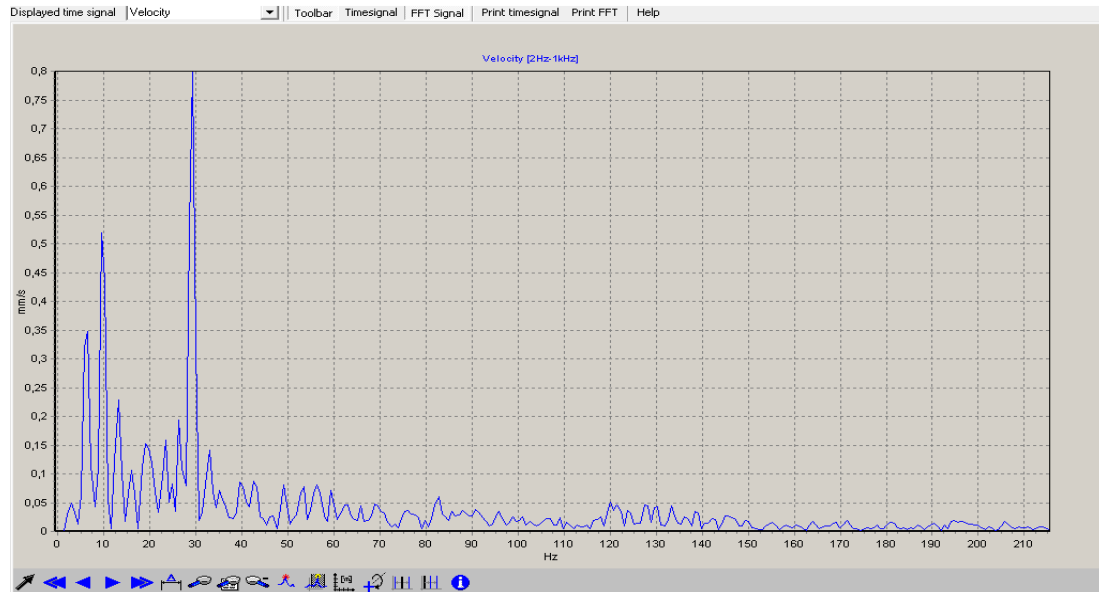


Figura 5.59: Espectro obtenido en el punto DT3A

5.7.6.4 Espectros obtenidos en el punto 4 lado libre del tornillo sin fin (DT), en la dirección axial y radial

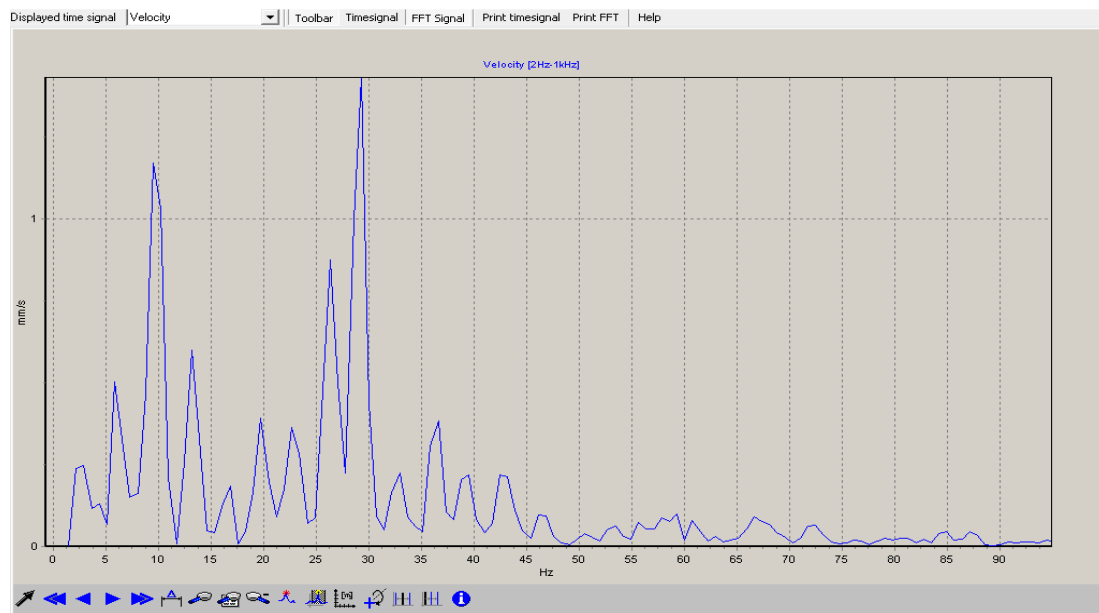


Figura 5.60: Espectro obtenido en el punto DT4A

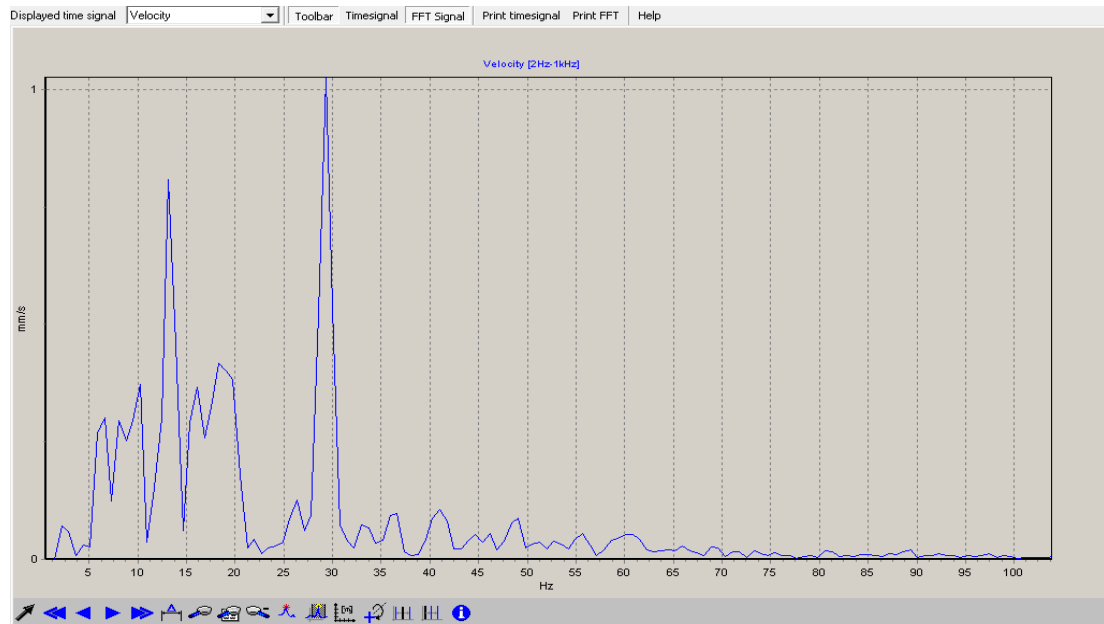


Figura 5.61: Espectro obtenido en el punto DT4R

5.7.6.5 Espectros obtenidos en el punto 5 lado libre del motor (DT), en la dirección axial y radial.

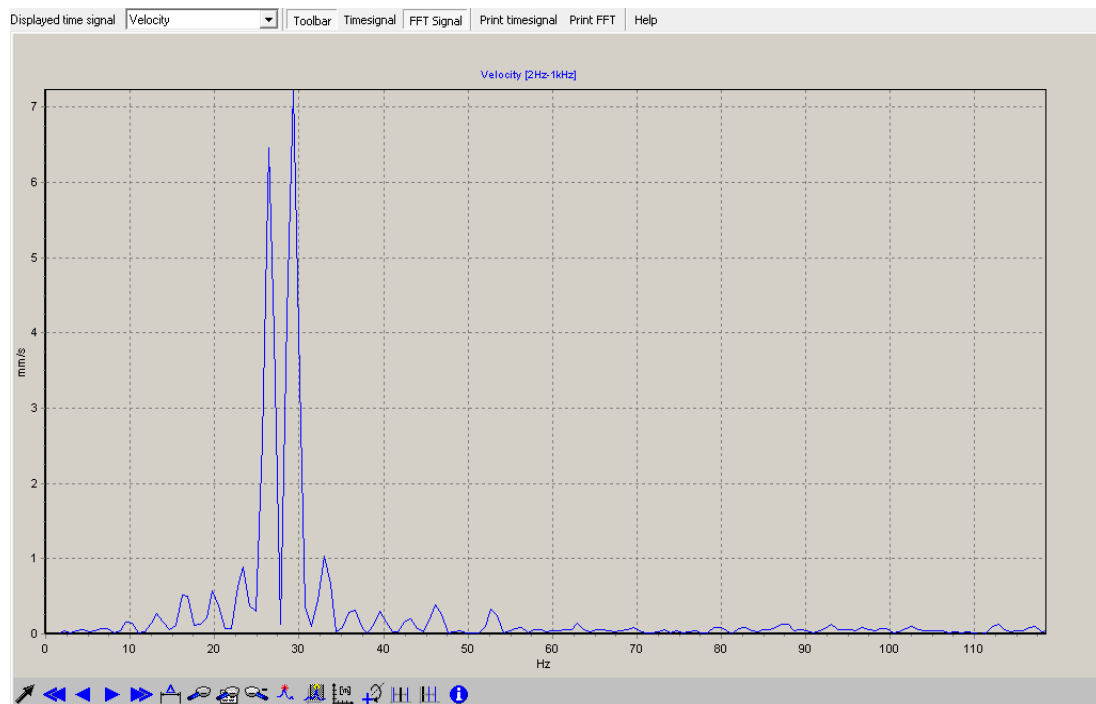


Figura 5.62: Espectro obtenido en el punto DT5A

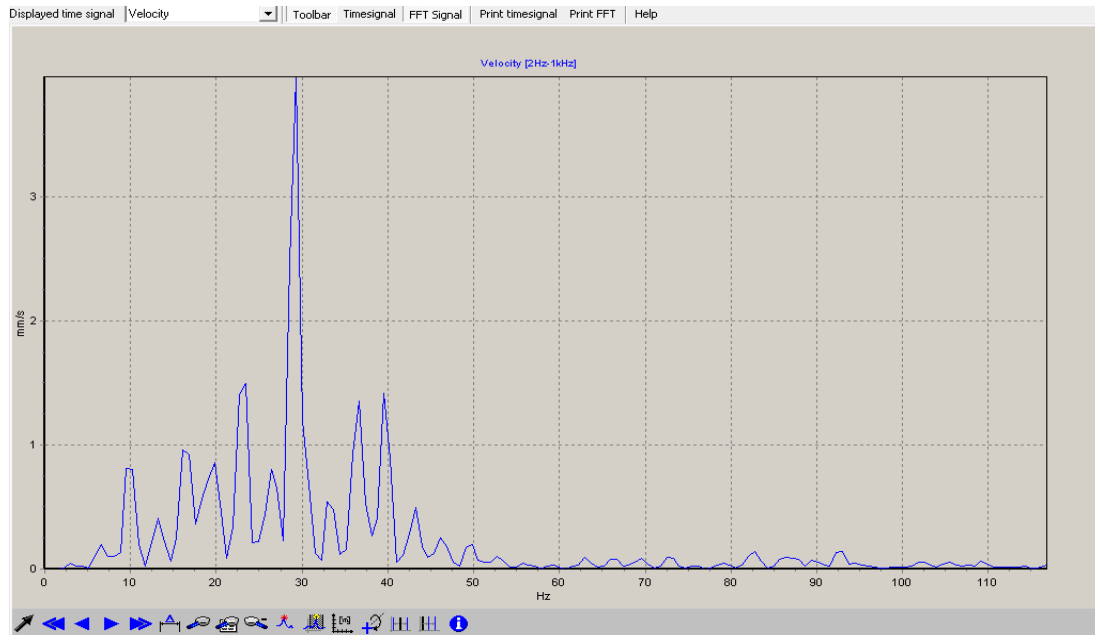


Figura 5.63: Espectro obtenido en el punto DT5R

5.7.6.6 Espectros obtenidos en el punto 6 lado de carga del motor (DT), en la dirección axial, radial y tangencial

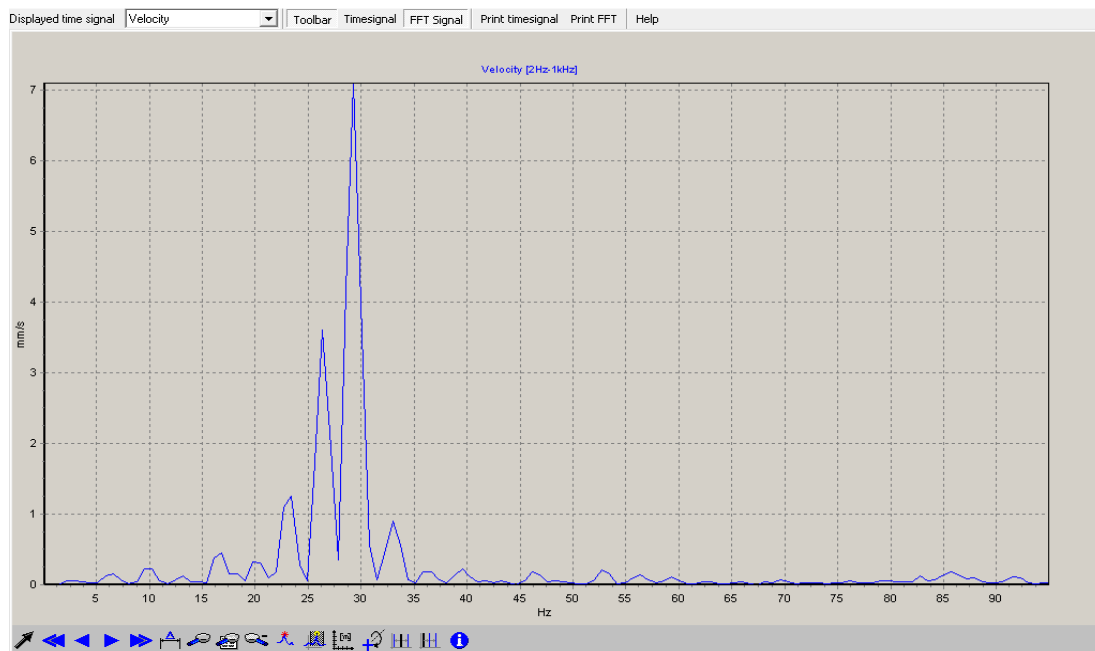


Figura 5.64: Espectro obtenido en el punto DT6A

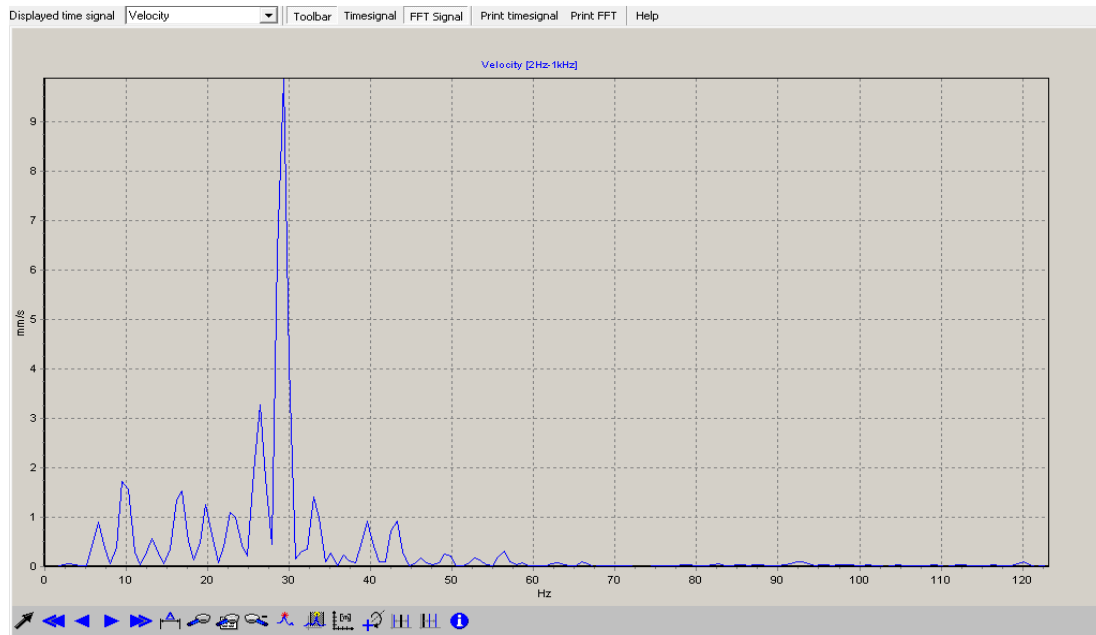


Figura 5.65: Espectro obtenido en el punto DT6R

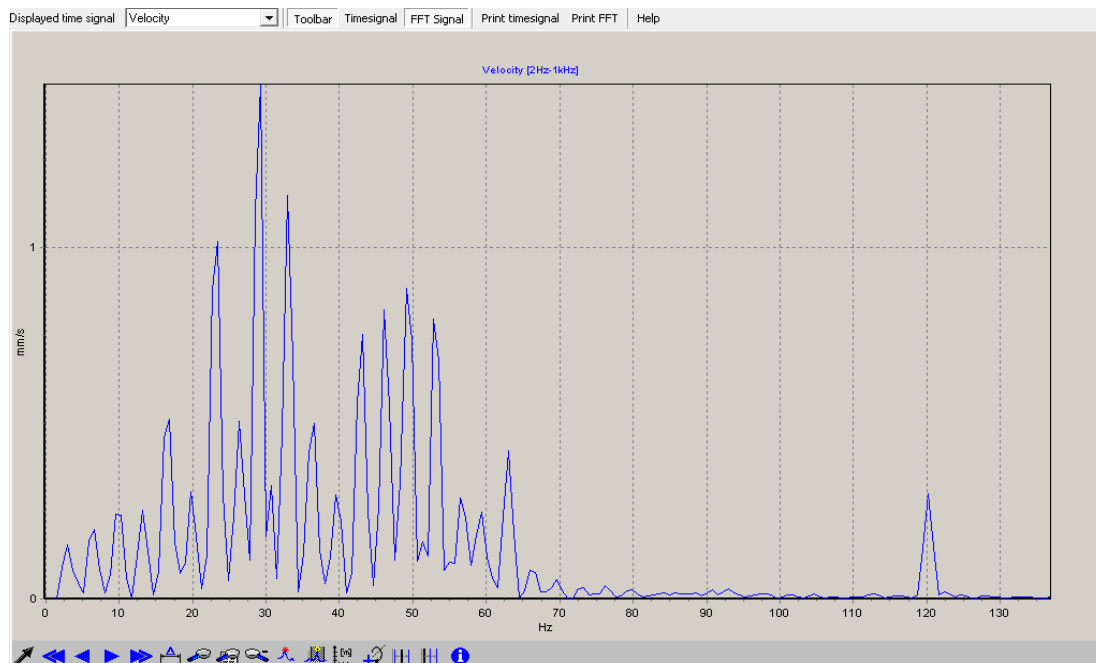


Figura 5.66: Espectro obtenido en el punto DT6T

5.7.7 Espectros obtenidos en la transmisión de potencia M4

5.7.7.1 Espectros obtenidos en el punto 1 lado de carga del motor (4MT), en la dirección radial y tangencial.

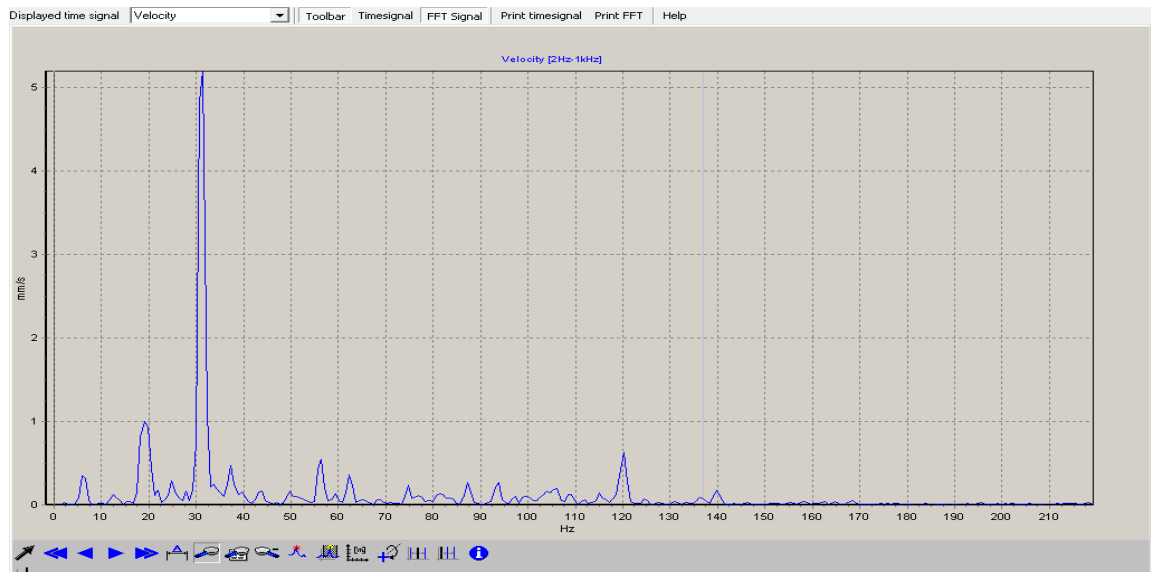


Figura 5.67: Espectro obtenido en el punto 4MT1R

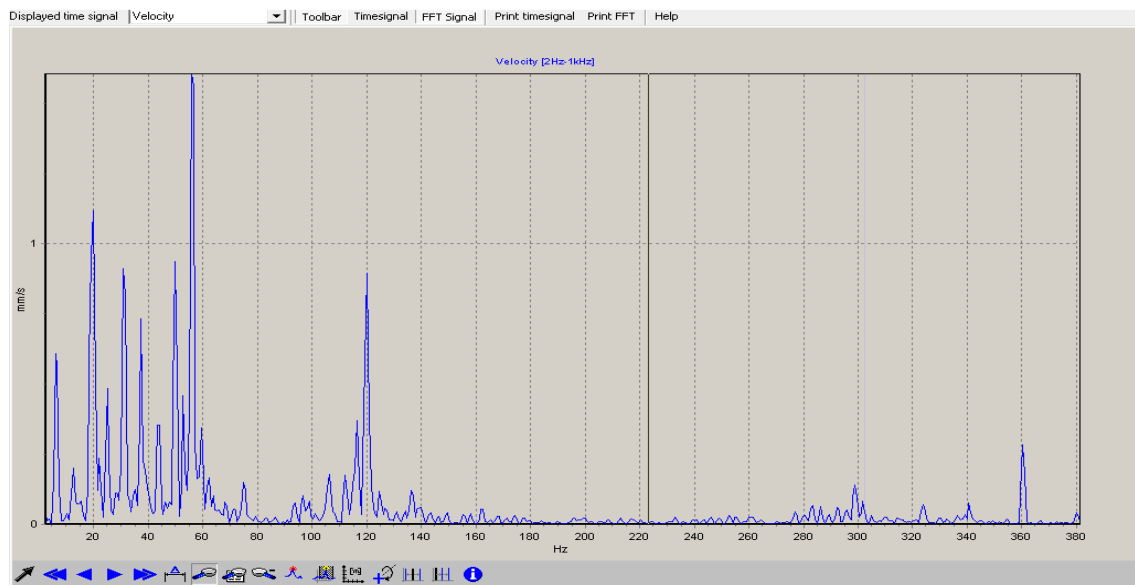


Figura 5.68: Espectro obtenido en el punto 4MT1T

5.7.7.2 Espectros obtenidos en el punto 2 lado libre del motor (4MT), en la dirección radial y tangencial.

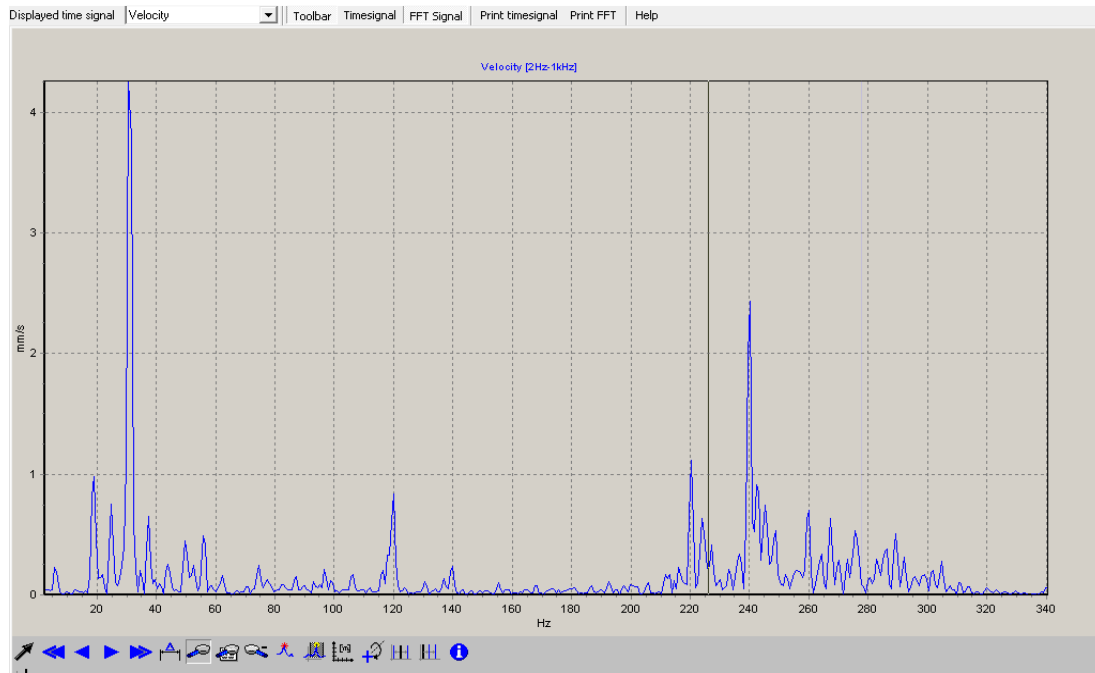


Figura 5.69: Espectro obtenido en el punto 4MT1T

5.7.7.3 Espectros obtenidos en el punto 4 soporte polea 4 (4MT), en la dirección axial, radial y tangencial.

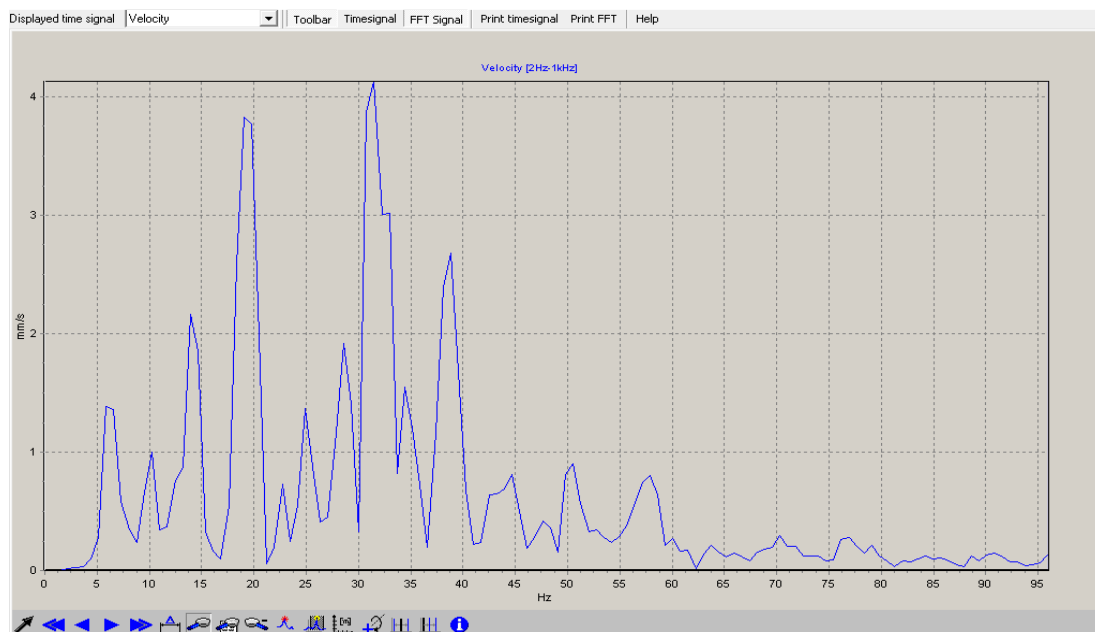


Figura 5.70: Espectro obtenido en el punto 4MT4A

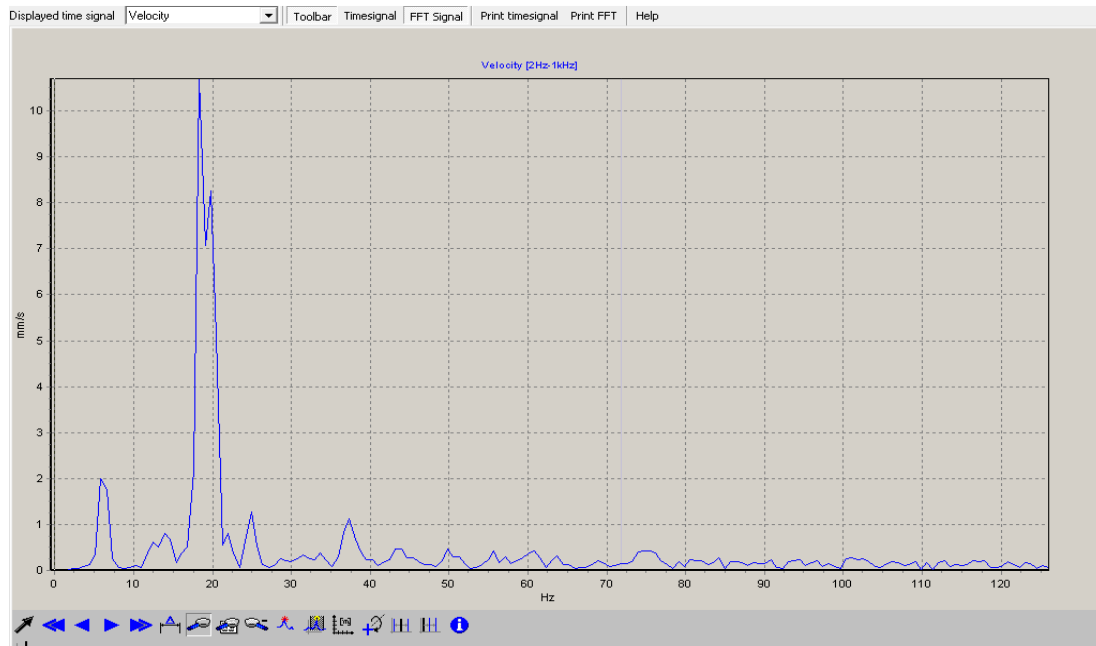


Figura 5.71: Espectro obtenido en el punto 4MT4R

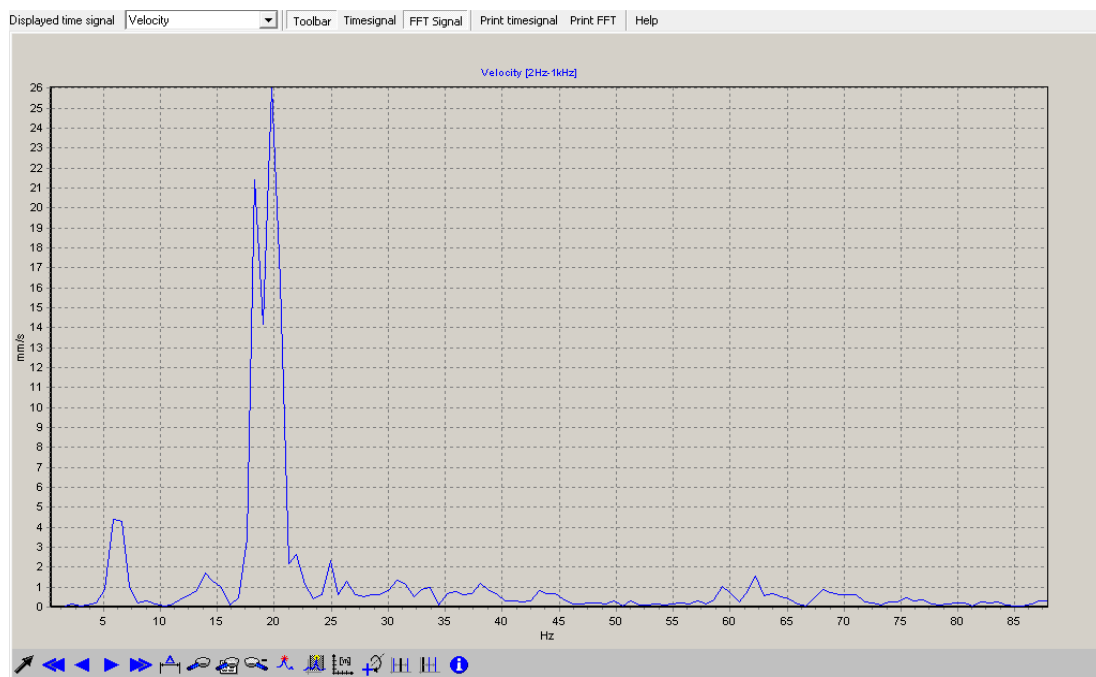


Figura 5.72: Espectro obtenido en el punto 4MT4T

5.7.7.4 Espectros obtenidos en el punto 5 soporte polea 7 y 8 (4MT), en la dirección radial y tangencial.

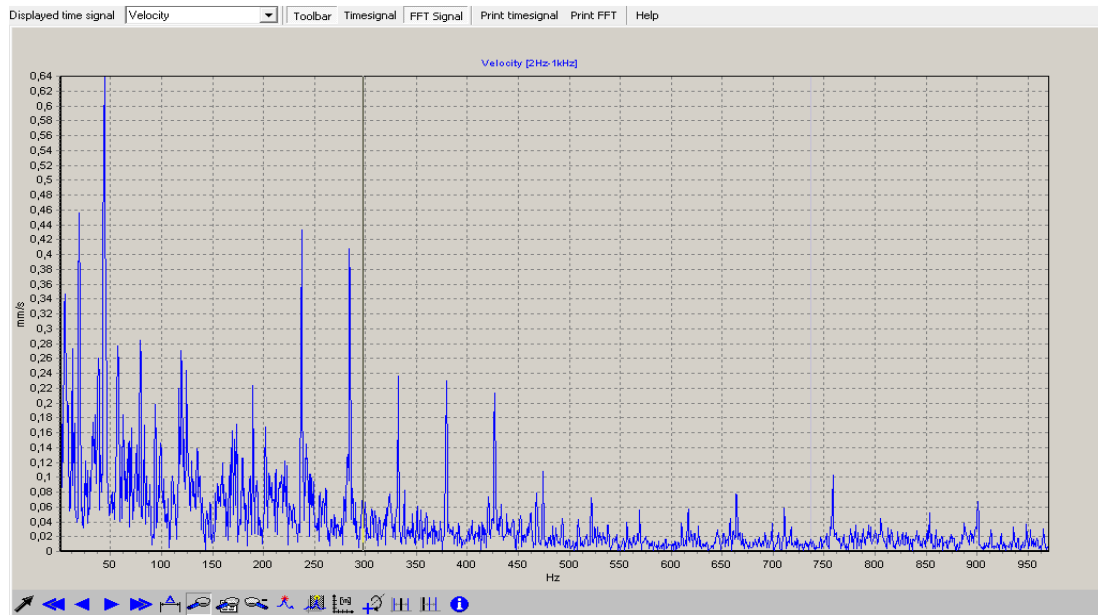


Figura 5.73: Espectro obtenido en el punto 4MT5R

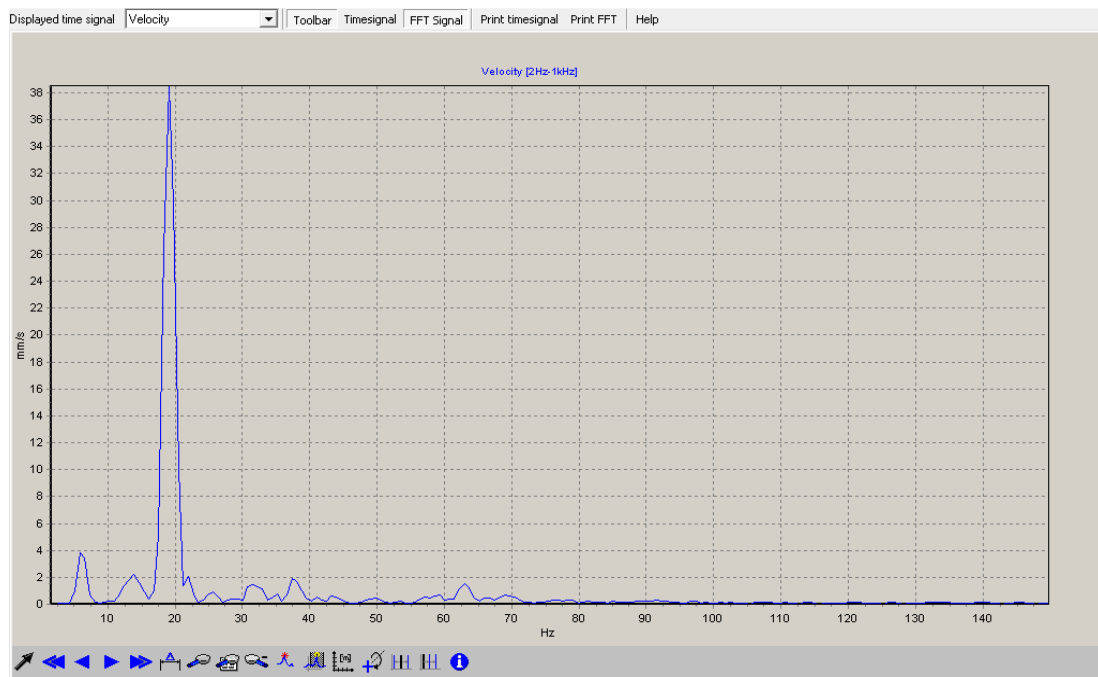


Figura 5.74: Espectro obtenido en el punto 4MT5T

5.7.7.5 Espectros obtenidos en el punto 6 soporte polea 11 (4MT), en la dirección axial y radial.

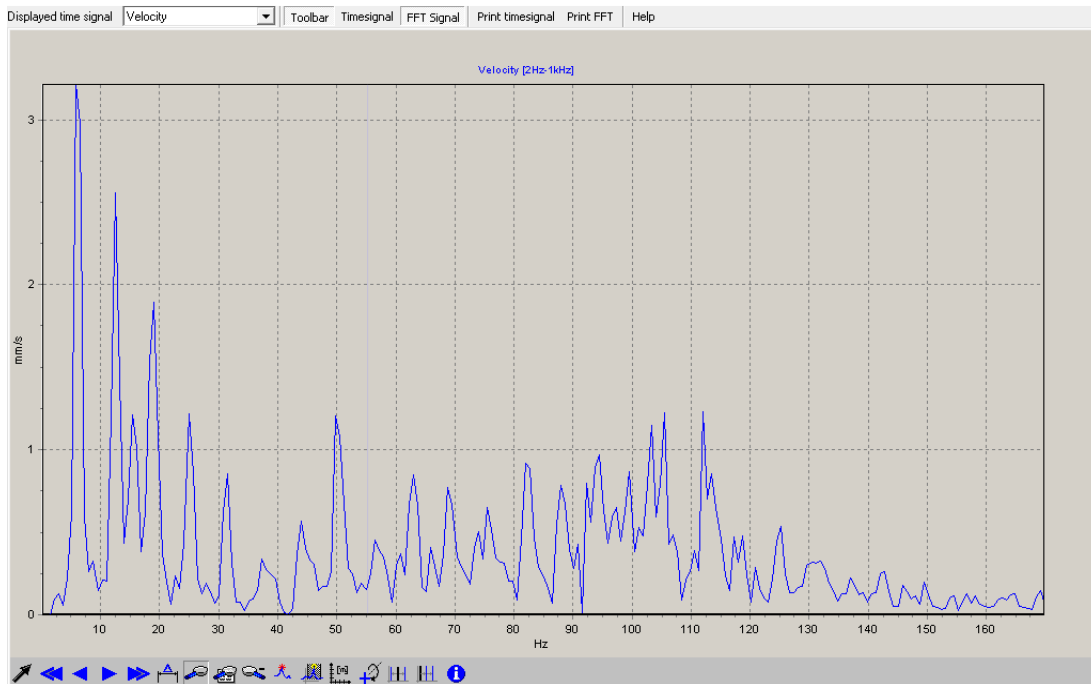


Figura 5.75: Espectro obtenido en el punto 4MT6R

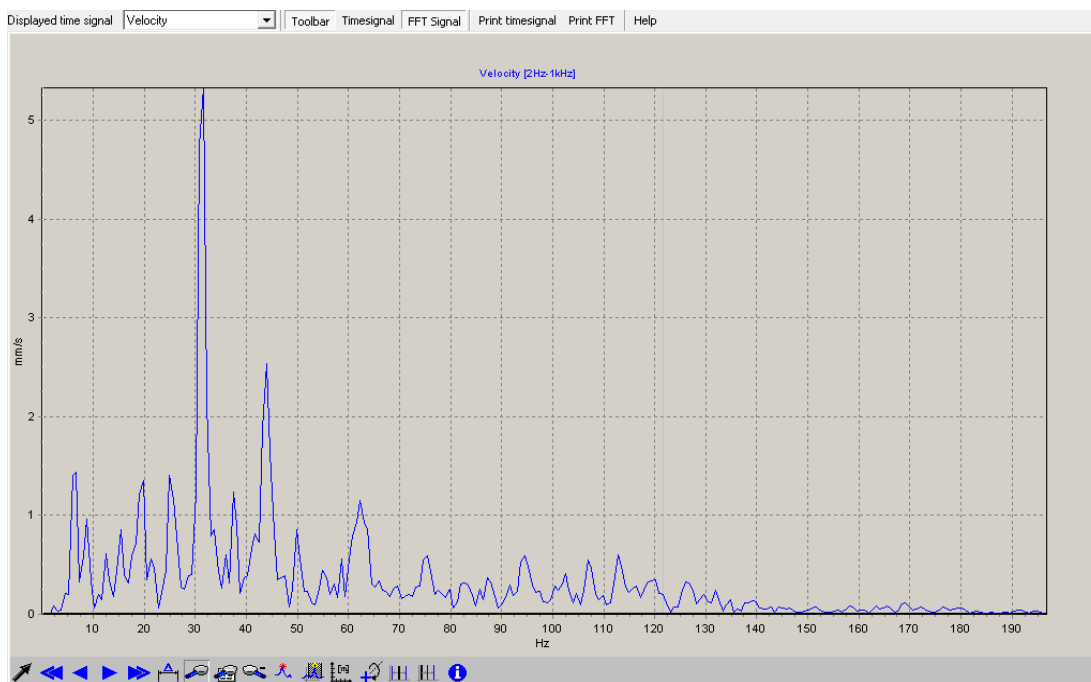


Figura 5.76: Espectro obtenido en el punto 4MT6R

5.7.8 Espectros obtenidos en el Molino de Cilindros 03

5.7.8.1 Espectros obtenidos en el punto 1 soporte motriz del rodillo de giro derecho (3BM), en la dirección axial y tangencial.

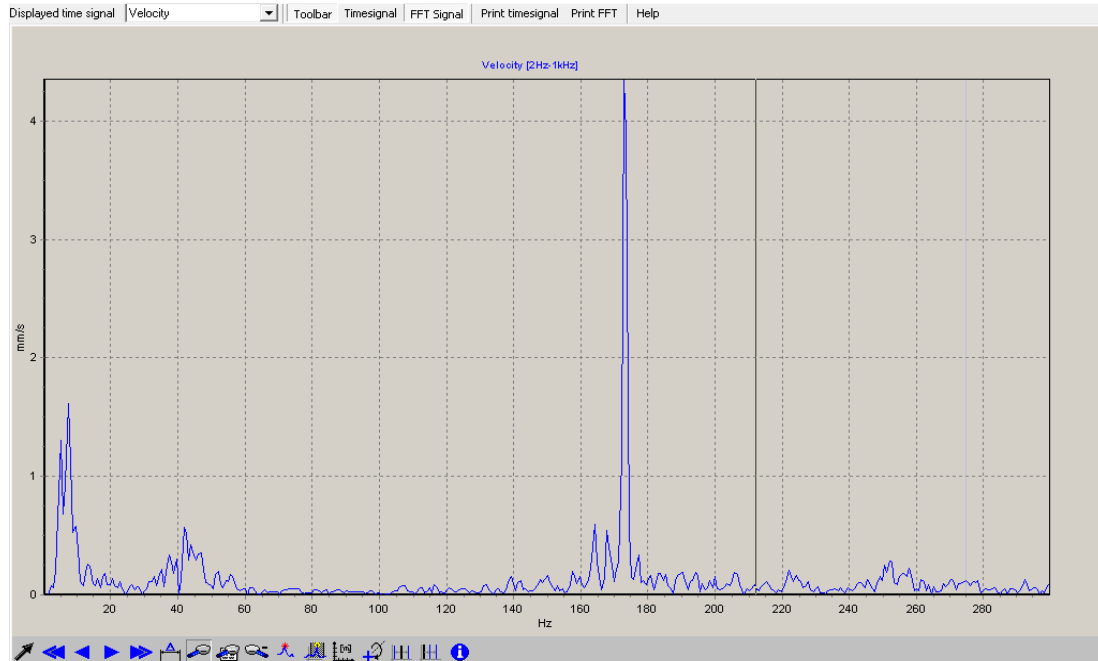


Figura 5.77: Espectro obtenido en el punto 3BM1A

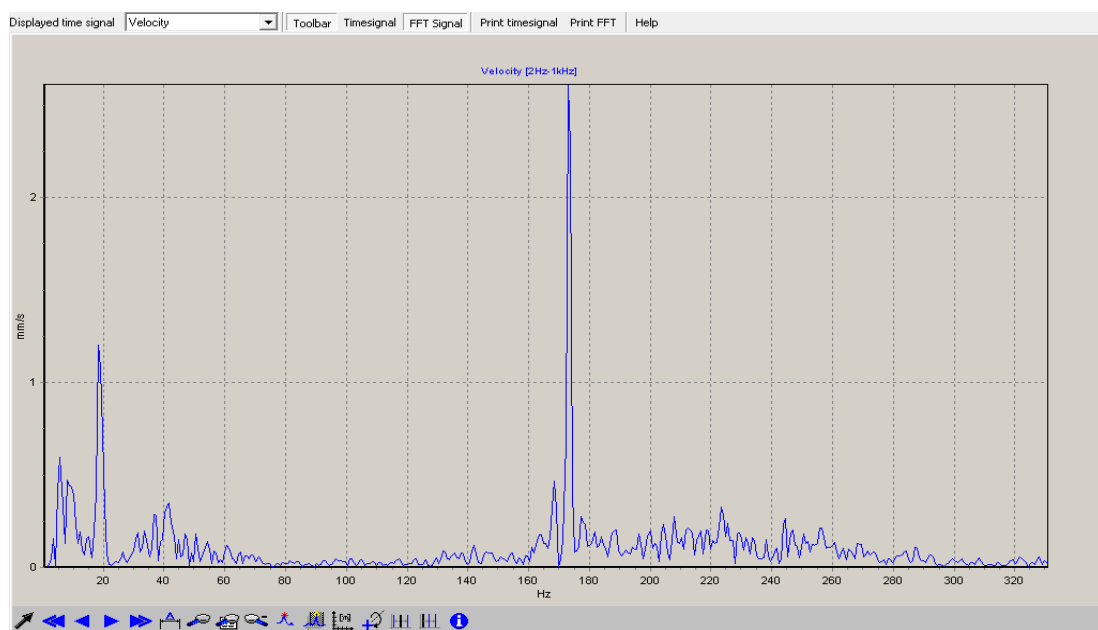


Figura 5.78: Espectro obtenido en el punto 3BM1T

5.7.8.2 Espectros obtenidos en el punto 3 soporte conducido del rodillo de giro izquierdo (3BM), en la dirección axial, radial y tangencial.

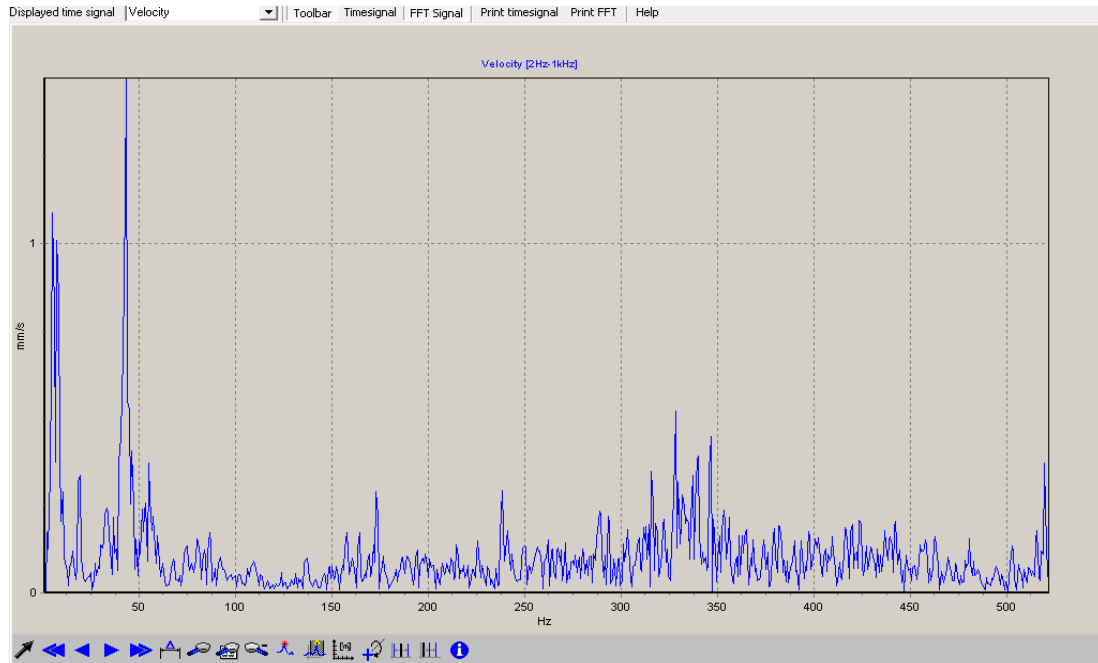


Figura 5.79: Espectro obtenido en el punto 3BM3A

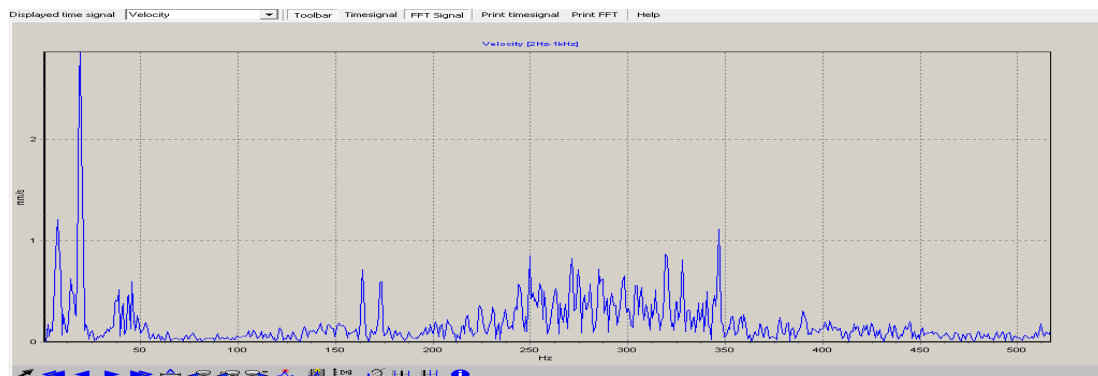


Figura 5.80: Espectro obtenido en el punto 3BM3R

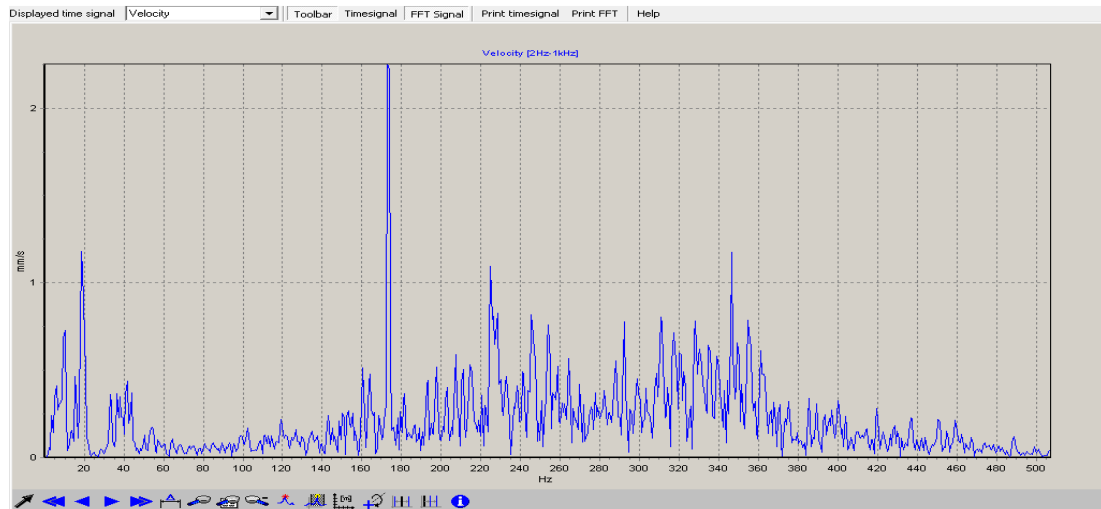


Figura 5.81: Espectro obtenido en el punto 3BM3T

5.7.8.3 Espectros obtenidos en el punto 4 soporte conducido del rodillo de giro derecho (3BM), en la dirección axial, radial y tangencial.

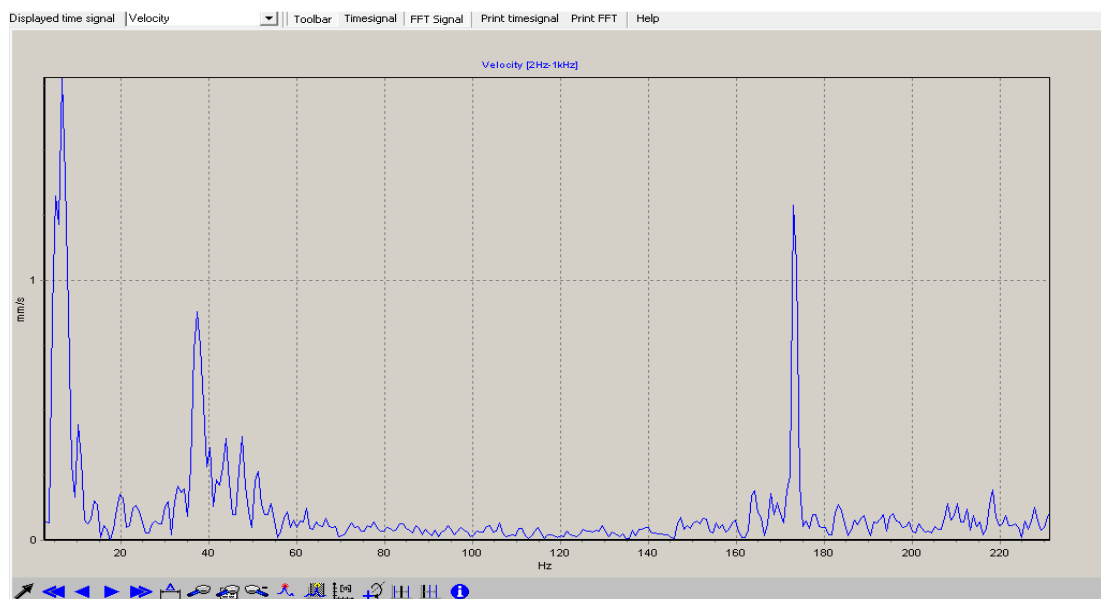


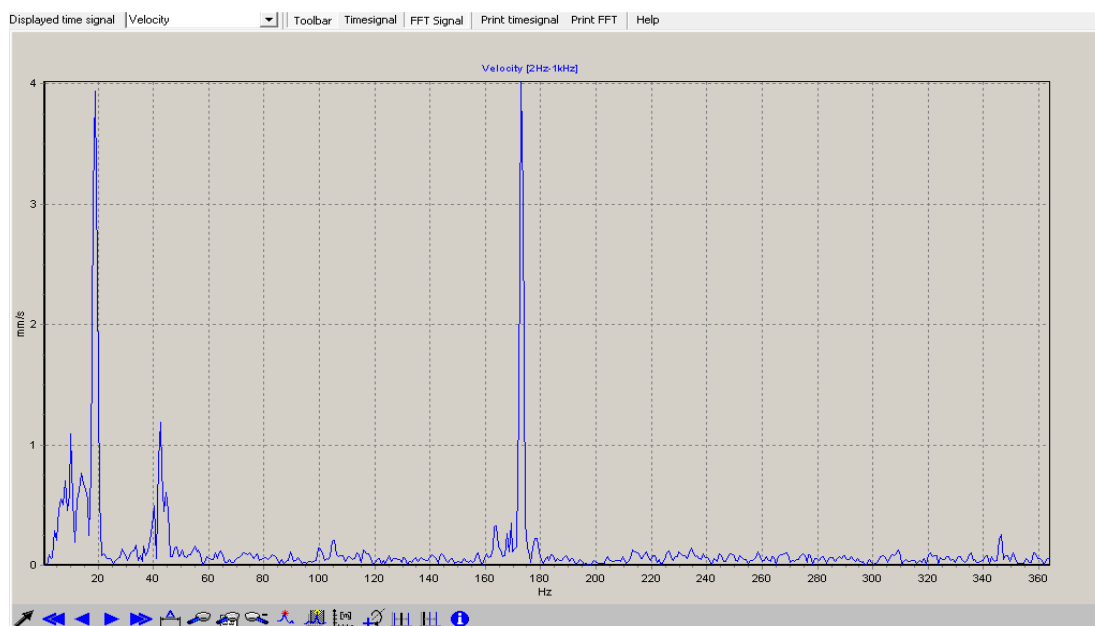
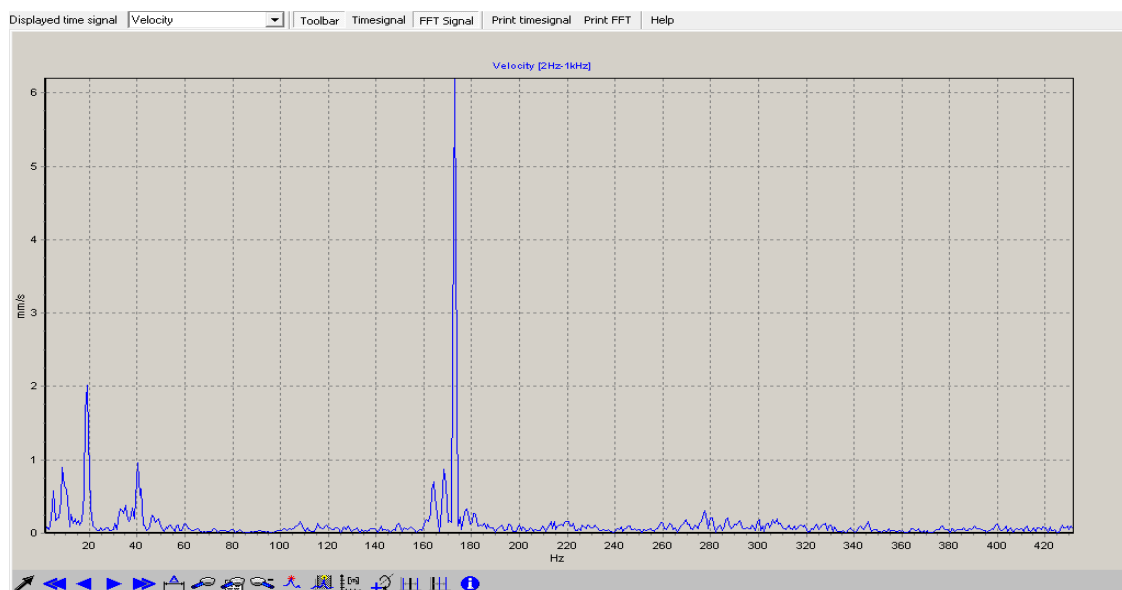
Figura 5.82: Espectro obtenido en el punto 3BM4A**Figura 5.83:** Espectro obtenido en el punto 3BM4R

Figura 5.84: Espectro obtenido en el punto 3BM4T

5.7.8.4 Espectros obtenidos en el punto 5 transmisión piñón (3BM), en la dirección axial, radial.

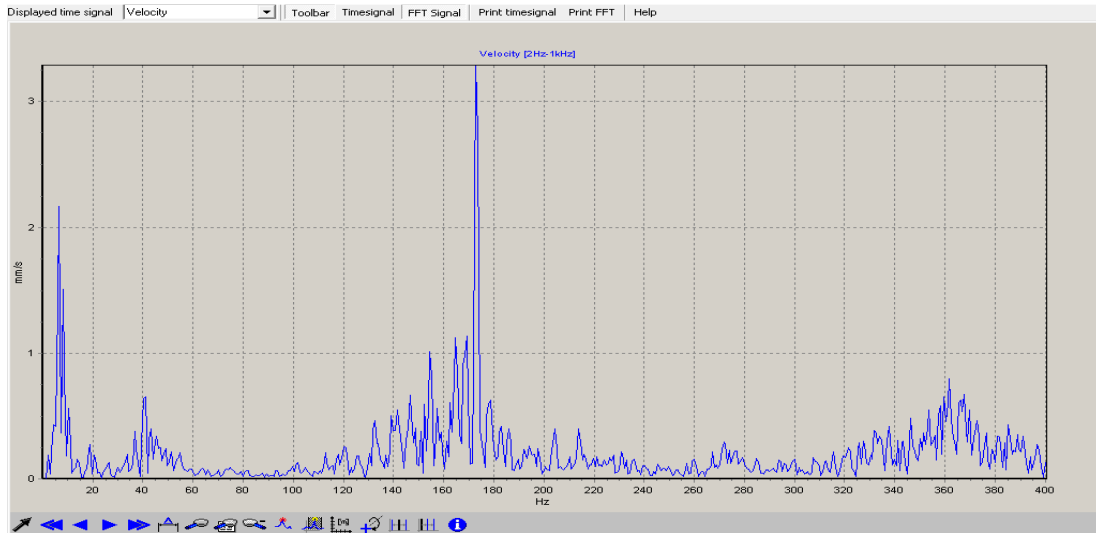


Figura 5.85: Espectro obtenido en el punto 3BM5A

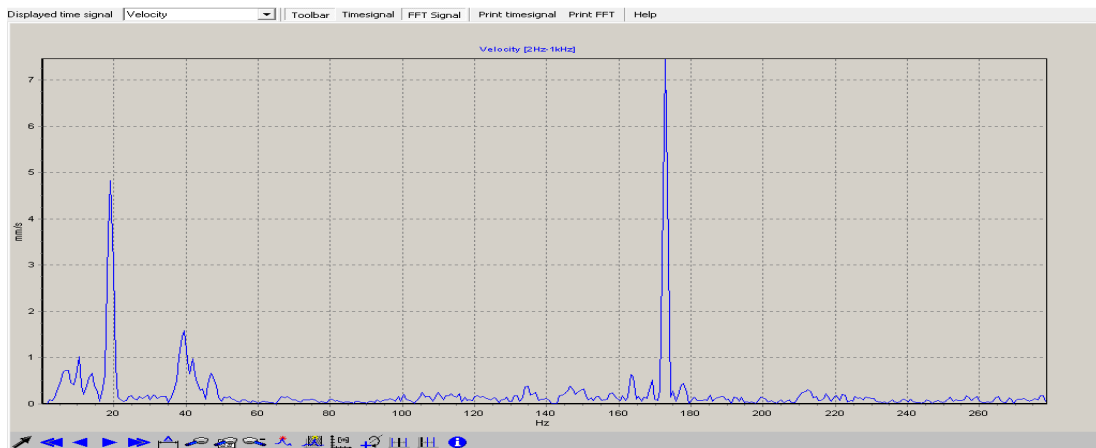


Figura 5.86: Espectro obtenido en el punto 3BM5R

5.7.8.5 Espectros obtenidos en el punto 6 piñón rodillo giro izquierdo (3BM), en la dirección radial y tangencial.

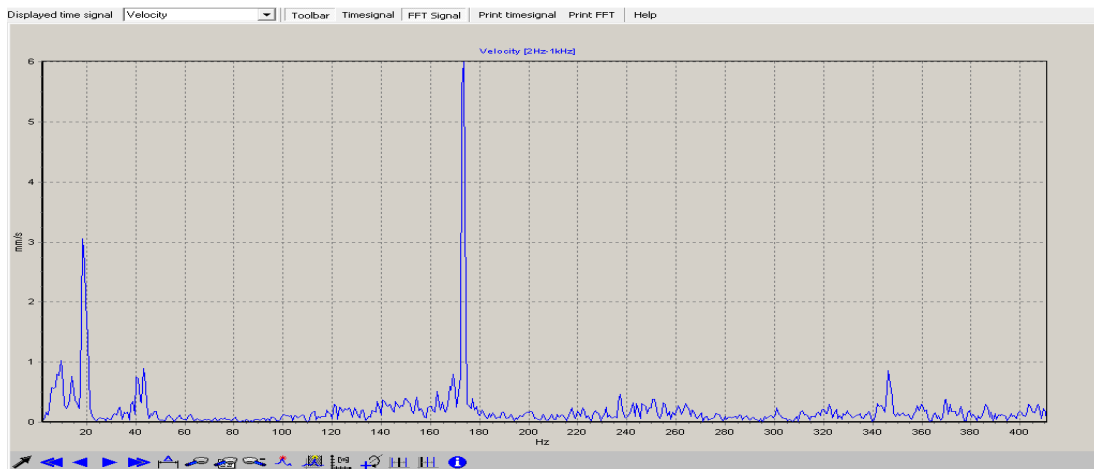


Figura 5.87: Espectro obtenido en el punto 3BM6R

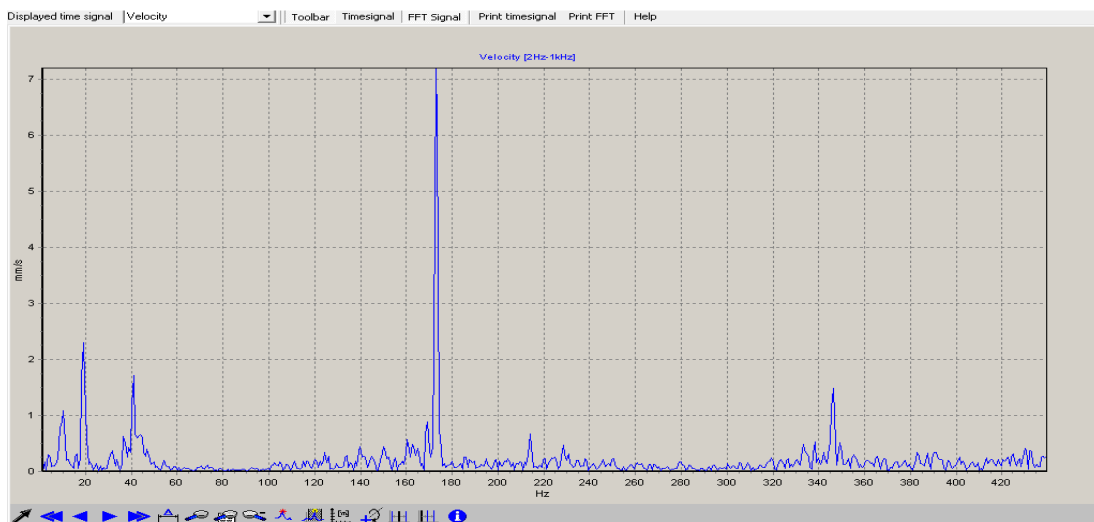


Figura 5.88: Espectro obtenido en el punto 3BM6T

5.7.9 Espectros obtenidos en el Molino de Rodillos 04

5.7.9.1 Espectros obtenidos en el punto 2 Cilindro motriz estriado acondicionador de trigo (4BM), en la dirección axial.

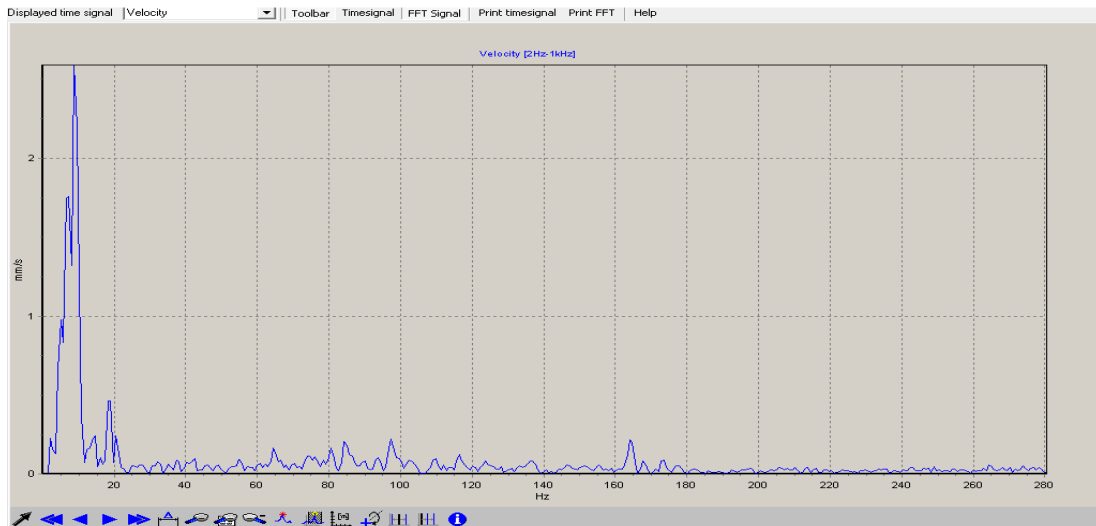


Figura 5.89: Espectro obtenido en el punto 4BM2A

5.7.9.2 Espectros obtenidos en el punto 3 soporte conducido del rodillo de giro izquierdo (4BM), en la dirección tangencial.

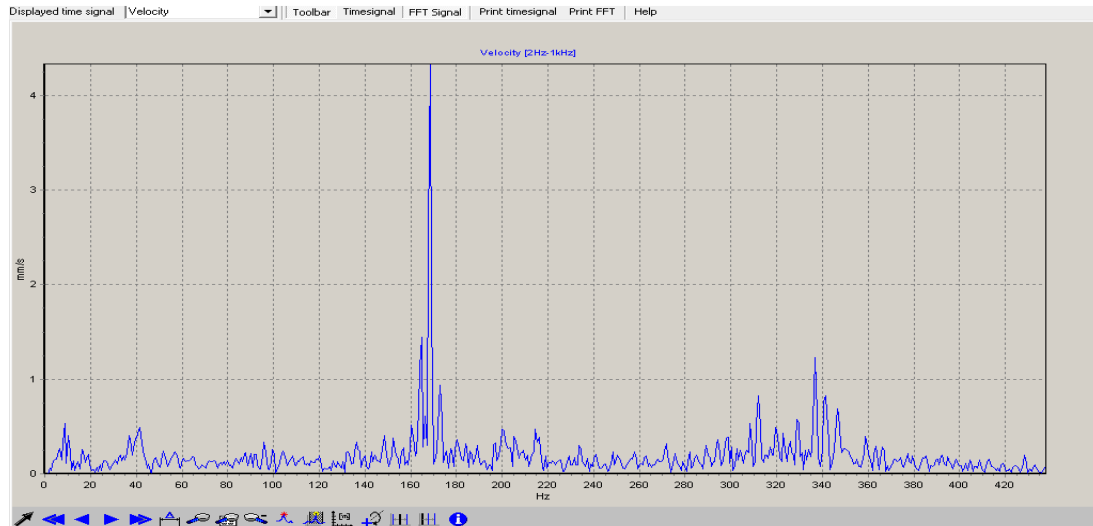


Figura 5.90: Espectro obtenido en el punto 4BM3T

5.7.9.3 Espectros obtenidos en el punto 4 soporte conducido del rodillo de giro izquierdo (4BM), en la dirección tangencial.

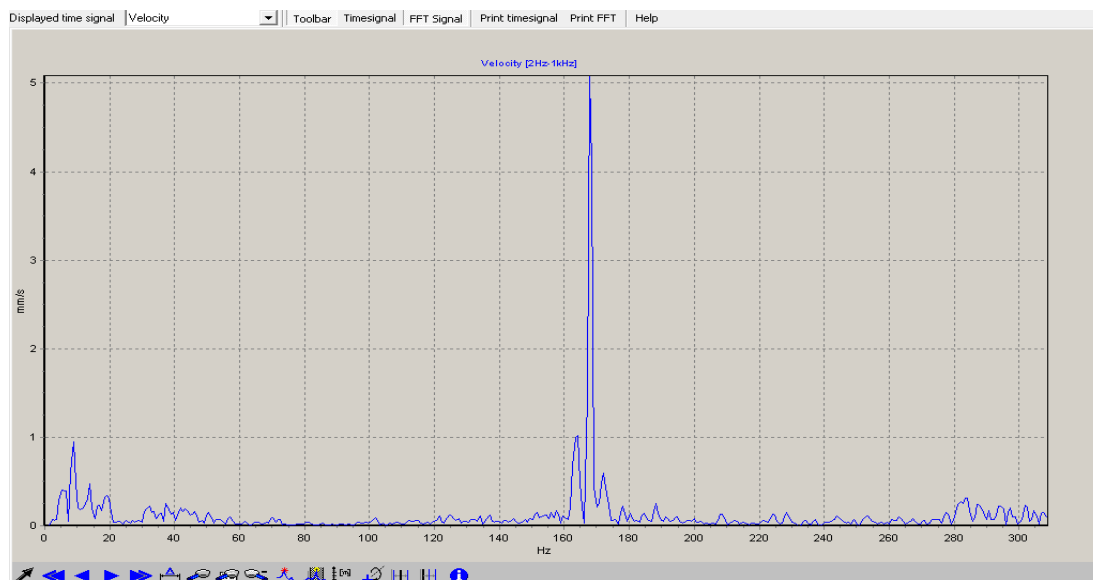


Figura 5.91: Espectro obtenido en el punto 4BM4T

5.7.9.4 Espectros obtenidos en el punto 5 soporte conducido del rodillo de giro derecho (4BM), en la dirección axial y tangencial.

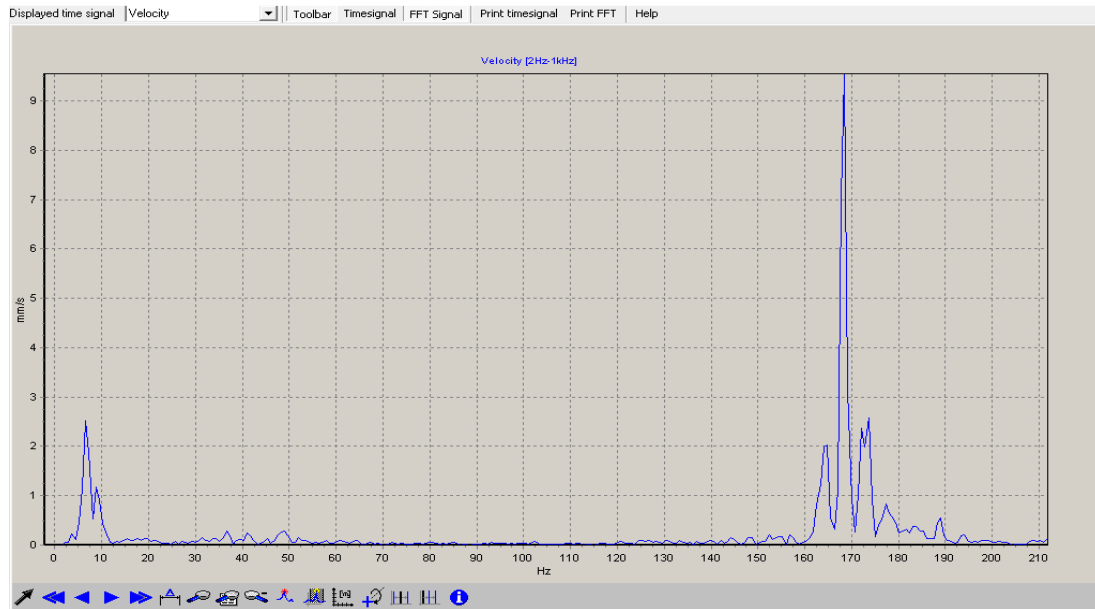


Figura 5.92: Espectro obtenido en el punto 4BM5A

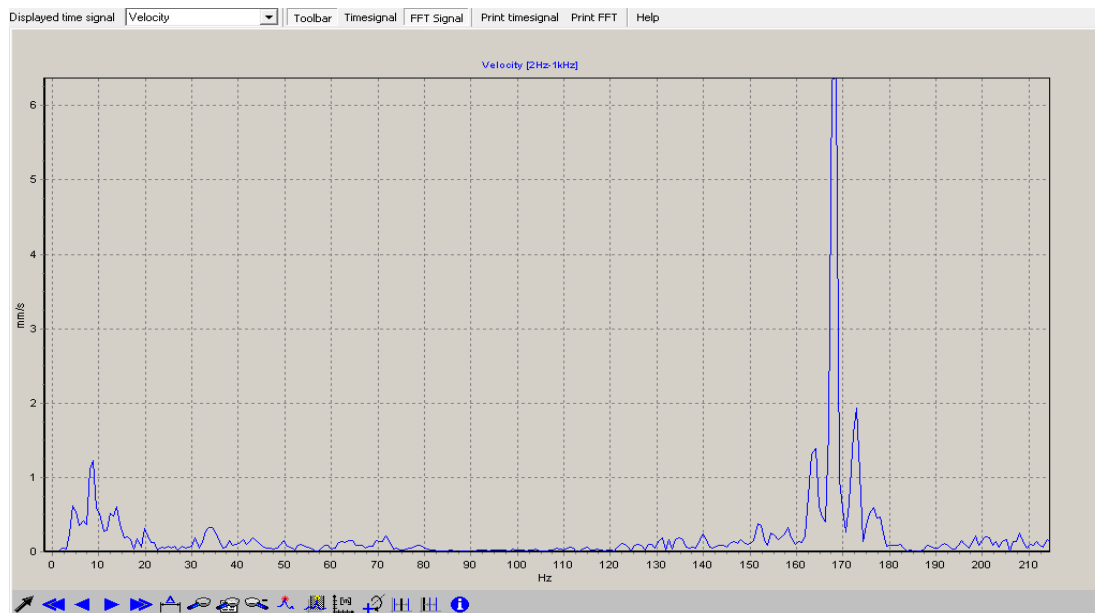


Figura 5.93: Espectro obtenido en el punto 4BM5T

5.7.9.5 Espectros obtenidos en el punto 6 piñón rodillo giro izquierdo (4BM), en la dirección tangencial.

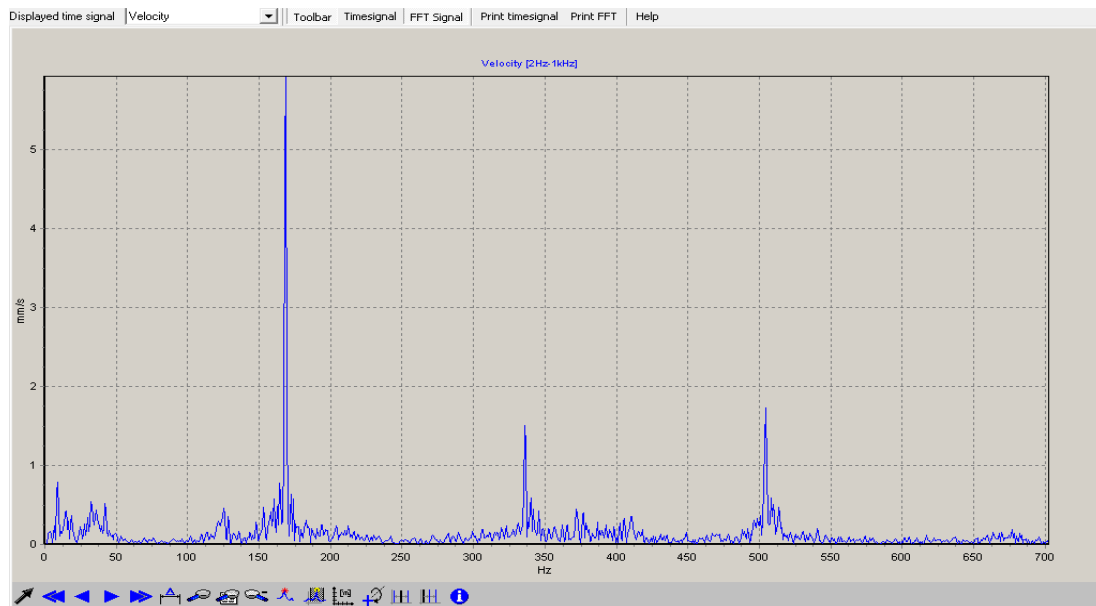


Figura 5.94: Espectro obtenido en el punto 4BM6T

5.7.10 Espectros obtenidos en el Mezclador de Harina.

5.7.10.1 Espectros obtenidos en el punto 1 soporte tornillo sin fin (MH), en la dirección axial radial y tangencial.

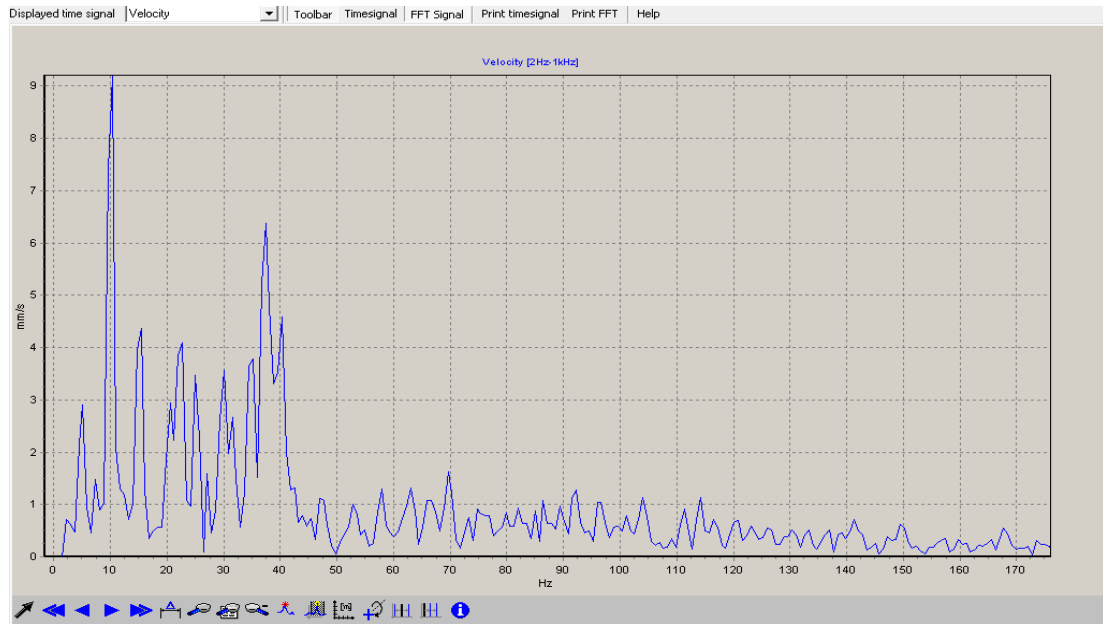


Figura 5.95: Espectro obtenido en el punto MH1A

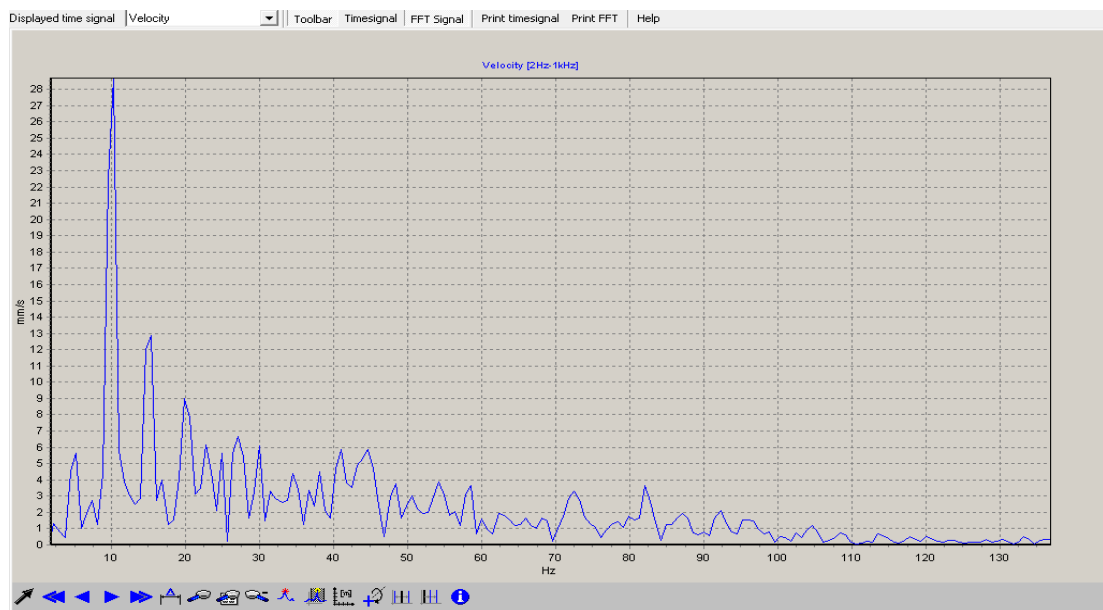


Figura 5.96: Espectro obtenido en el punto MH1R

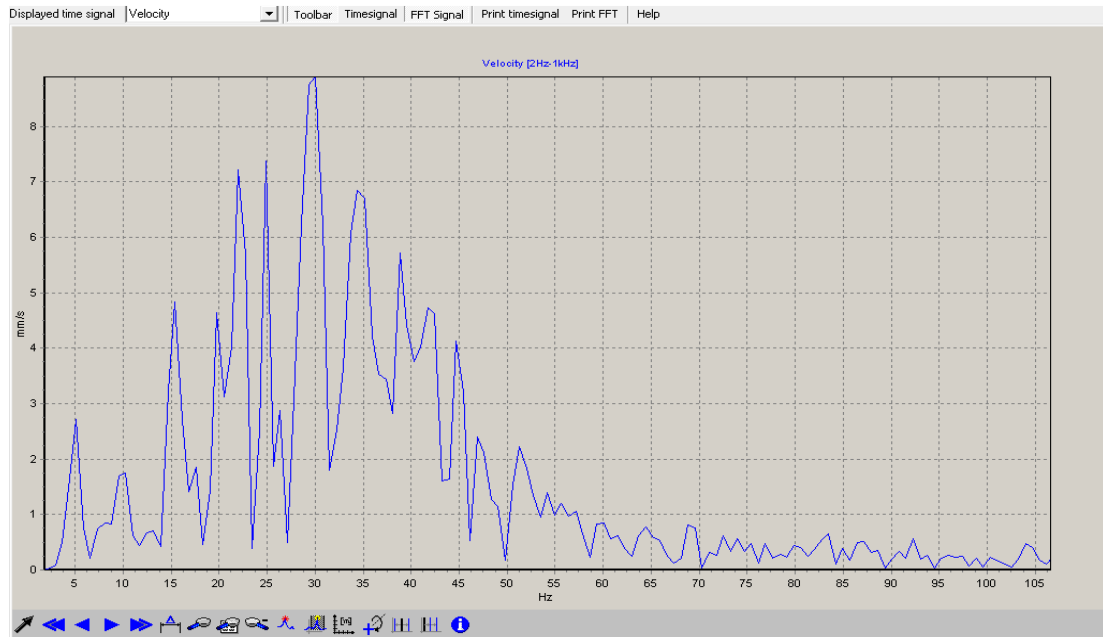


Figura 5.97: Espectro obtenido en el punto MH1T

CAPITULO VI

6 ANALISIS Y EVALUACIÓN DE RESULTADOS

6.1 Reglas para el Análisis de espectros

Para analizar los espectros se deben tomar las siguientes consideraciones:

- Se debe conocer las velocidades reales de giro del equipo evaluado.
- Se observa el pico de vibración a la frecuencia de la velocidad de giro.
- Observar el pico con mayor intensidad de velocidad (mm/s) valor rms.
- Observar si posee picos en los segundos y terceros armónicos.
- Verificar en las tablas las diferentes patologías y empezar a realizar la interpretación de resultados.

6.1.1 Consideraciones del análisis espectral de las máquinas rotativas

- La frecuencia indica: Cuál es el problema.
- La amplitud indica: Cuál severo es el problema.

1. Diferentes registros temporales pueden producir espectros similares. Existen varios defectos como por ejemplo: el desbalance, la excentricidad y deformación por flexión en ejes que producen espectros similares sin embargo requieren acciones correctivas diferentes.

2. Para algunas frecuencias sus correspondientes amplitudes pueden ser aceptables no siendo así para otras frecuencias correspondientes al mismo espectro cuya presencia resulta síntomas de problemas graves.
3. Si los armónicos u otros picos no superan la cuarta parte de la amplitud de $1X$, el espectro se considera normal, siempre y cuando la amplitud a $1X$ se encuentre en los límites permisibles.
4. Cuando en algún espectro aparecen algunas de las frecuencia de rodamiento, esto significa que el rodamiento se encuentra en mal estado.
5. Más de un problema puede reflejarse a la misma frecuencia.
6. En una maquina puede reflejarse problemas que son propiedad de otra máquina acoplada a ésta o perteneciente al entorno.
7. El análisis preciso de un problema a una frecuencia dada en muchos casos depende de la presencia de una o más frecuencias relacionadas con ésta.

6.2 Interpretación de resultados obtenidos

6.2.1 Diagnóstico Vibracional Ventilador de Limpieza 1

Tabla 6.1: INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS DIAGNÓSTICO VIBRACIONAL DEL VENTILADOR DE LIMPIEZA 1

PUNTO	INTERPRETACIÓN DEL RESULTADO	DIAGNÓSTICO	CAUSA	RECOMENDACIONES
1	En este punto se observa un subarmónico a 16.846 Hz a una severidad de 3.431 mm/ s, correspondiente a la frecuencia de rotación de la banda: $(\frac{\pi * D * N}{Lb})$ en la dirección axial, además existe un armónico síncrono a la frecuencia del ventilador a 27.100 Hz, con una severidad de 5.27 mm/ s, en la dirección axial , un armónico síncrono en la dirección radial a 27.083 Hz, con una severidad de 3.71 mm/ s y un armónico síncrono a la frecuencia del ventilador en la dirección tangencial de 4.10 mm/ s.	Distención de Banda Desalineación combinado del ventilador, predominante el angular por el nivel de intensidad de velocidad en la dirección axial	- Desgaste excesivo de la banda (sobrepaso de la vida útil), mal emparejada en las paredes laterales de la polea es decir desalineada y/o muy ajustada -Defectos en el montaje de rodamientos -Manguito de rodamiento flojo en su rosca -Temperatura de operación elevada -Fuerzas excesivas transmitidas a la maquina desde las poleas al eje del ventilador -Bases débiles "pie suave", esto es cuando una máquina se altera los pernos de fijación son puestos bajo fuerzas de torque.	Sustitución de la Banda por una nueva, considerando las especificaciones en el montaje, sobre todo la flecha máxima que tendrá la banda en la longitud libre de la correa (aproximadamente del 3 al 5 % de la distancia entre ejes) - Para corregir, eje conducido debe alinearse. Debe emplearse un equipo de alineación adecuado. -Colocar guardas contra salpicaduras de polvo y harina desperdiciada

PUNTO	INTERPRETACIÓN DEL RESULTADO	DIAGNÓSTICO	CAUSA	RECOMENDACIONES
2	En este punto se observa nuevamente un subarmónico a 16.846 Hz a una severidad de 5.78 mm/ s, correspondiente a la frecuencia de rotación de la banda: $\left(\frac{\pi * D * N}{Lb}\right)$ en la dirección axial	Distención de Banda.	Desgaste excesivo de la banda (sobrepaso de la vida útil), mal emparejada en las paredes laterales de la polea es decir desalineada y/o muy ajustada	Sustitución de la Banda por una nueva, considerando las especificaciones en el montaje, sobre todo la flecha máxima que tendrá la banda en la longitud libre de la correa (aproximadamente del 3 al 5 % de la distancia entre ejes)
3	Se observa un pico síncrono de la frecuencia del motor en la dirección axial a 29.27 Hz a una severidad de 9.35 mm/ s	Desalineación angular del eje del motor.(ambos lados)	Principalmente mal montaje de rodamientos	Inspeccionar el montaje de los rodamientos
4	Se observa un pico síncrono de la frecuencia del motor en la dirección axial a 29.27 Hz a una severidad de 9.35 mm/ s	Desalineación angular del eje del motor. (ambos lados)	Principalmente mal montaje de rodamientos	Inspeccionar el montaje de los rodamientos.

6.2.2 Diagnostico Vibracional Ventilador de Limpieza 2

Tabla 6.2: INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS DIAGNÓSTICO VIBRACIONAL DEL VENTILADOR DE LIMPIEZA 2

PUNTO	INTERPRETACIÓN DEL RESULTADO	DIAGNÓSTICO	CAUSA	RECOMENDACIONES
1	En este punto se observa armónicos síncronos 1X a 27.044 Hz a una severidad de 6.08 mm/ s, y un armónico síncrono en 2x a 54.901 Hz a una severidad de 4.339 mm/ s, correspondiente a la frecuencia de rotación del ventilador en la dirección radial, además existe un armónico síncrono a la frecuencia del ventilador a 27.040 Hz, con una severidad de 6.36 mm/ s, en la dirección tangencial.	Desbalanceo del Ventilador	Aglomeración desigual de polvo en el impulsor del ventilador <ul style="list-style-type: none"> • Excentricidad del rotor. • Errores de máquina. • Presencia de chaveteros • Conductos de lubricación 	Balancear el ventilador Continuar el Monitoreo
2	Existen armónicos síncronos 1X a 27.192 Hz a una severidad de 6.25 mm/ s, y un armónico síncrono en 2x a 54.955 Hz a una severidad de 4.119 mm/ s, correspondiente a la frecuencia de rotación del ventilador en la dirección radial, además existe un armónico síncrono a la frecuencia del ventilador a 27.092 Hz, con una severidad de 7.37 mm/ s, en la dirección tangencial.	Desbalanceo del Ventilador Para que exista desbalanceo del ventilador las lecturas deben corresponder a los dos lados del ventilador.	Aglomeración desigual de polvo en el impulsor del ventilador <ul style="list-style-type: none"> • Excentricidad del rotor. • Errores de máquina. • Presencia de chaveteros • Conductos de lubricación 	Balancear el ventilador Continuar el Monitoreo
3	Un pico síncrono de la frecuencia del motor en la dirección axial a 29.309 Hz a una severidad de 5.904 mm/ s	Desalineación angular del eje del motor.(ambos lados)	Principalmente mal montaje de rodamientos	Inspeccionar el montaje de los rodamientos
4	Se observa un pico síncrono de la frecuencia del motor en la dirección axial a 29.27 Hz a una severidad de 9.35 mm/ s	Desalineación angular del eje del motor. (ambos lados)	Principalmente mal montaje de rodamientos	Inspeccionar el montaje de los rodamientos.

6.2.3 Diagnostico Vibracional Ventilador Sistema de Aspiración de Harina

Tabla 6.3: INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS DIAGNÓSTICO VIBRACIONAL DEL VENTILADOR SISTEMA DE APS. H.

PUNTO	INTERPRETACIÓN DEL RESULTADO	DIAGNÓSTICO	CAUSA	RECOMENDACIONES
1	<p>Se observa armónicos síncronos 1X a 56.307 Hz a una severidad de 6.854 mm/ s, y un armónico síncrono en 2x a 113.467 Hz a una severidad de 2.526 mm/ s, correspondiente a la frecuencia de rotación del ventilador en la dirección axial, además existe 3 armónicos síncrono a la frecuencia del ventilador a 56.559 Hz, con una severidad de 9.04 mm/ s, un armónico síncrono en 2X a 113.92 Hz con una severidad de 3.131 mm/ s, y un armónico síncrono en 3X a 169.772 Hz con una severidad de 6.338 mm/ s, en la dirección Radial.</p> <p>También se observa armónicos síncronos 1X a 56.288 Hz a una severidad de 6.841 mm/ s, en la dirección tangencial.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Desbalanceo del Ventilador ➤ Problema del Cartel del Ventilador ➤ Futuros problemas de Desalineación combinada predominante la radial por sus niveles de velocidad. 	<p>Aglomeración desigual de harina en el impulsor del ventilador</p> <p>Excentricidad del rotor. Errores de máquina. Presencia de chaveteros Conductos de lubricación</p> <p>Existen fisuras en el cartel del ventilador y/o tuberías se crea por fugas de aire (en los ductos) abrazaderas en mal estado.</p>	<p>Balancear el ventilador Continuar el Monitoreo</p> <p>Se debe revisar el estado de la carcasa del ventilador y uniones de tuberías, manchetas ,válvulas, codos, visores de exclusas</p> <p>Continuar el monitoreo diario</p>
2	<p>Existen armónicos síncronos 1X a 56.388 Hz a una severidad de 6.180 mm/ s, y un armónico síncrono en 2x a 113.60 Hz a una severidad de 3.369 mm/ s, correspondiente a la frecuencia de rotación del ventilador en la dirección axial, además existe un armónico síncrono a la frecuencia del ventilador a 56.365 Hz, con una severidad de 6.079 mm/ s, en la dirección radial.</p> <p>También se observa armónicos síncronos 1X a 56.431 Hz a una severidad de 6.427 mm/ s, en la dirección tangencial.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Desbalanceo del Ventilador ➤ Futuros problemas de Desalineación combinada predominante la radial por sus niveles de velocidad. <p>Para que exista desbalanceo del ventilador las lecturas deben corresponder a los dos lados del ventilador.</p>	<p>Aglomeración desigual de polvo en el impulsor del ventilador</p> <ul style="list-style-type: none"> • Excentricidad del rotor. • Errores de máquina. • Presencia de chaveteros • Conductos de lubricación 	<p>Balancear el ventilador Continuar el Monitoreo</p>
3	En este punto no se observa niveles altos de	No existe problema		Continuar el monitoreo

	severidad de vibración y picos levemente altos con niveles a la BPF, y picos a síncronos en el Plano radial			
4	En este punto no se observa niveles altos de severidad de vibración y picos levemente altos con niveles a la BPF, y picos a síncronos en el Plano radial	No existe problema		Continuar el monitoreo

6.2.4 Diagnostico Vibracional Ventilador Sistema de Aspiración de Polvo Ventilador Ciclón

Tabla 6.4: INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS DIAGNÓSTICO VIBRACIONAL DEL VENTILADOR CICLÓN.

PUNTO	INTERPRETACIÓN DEL RESULTADO	DIAGNÓSTICO	CAUSA	RECOMENDACIONES
1	En este punto no se observa niveles altos de vibración y picos levemente altos con niveles admisibles, en el Plano radial	No existe problema		Continuar el monitoreo
2	Se observa un pico síncrono de la frecuencia del motor en la dirección radial a 23.26Hz a una severidad de 4.88 mm/s	Flexibilidad transversal	Pernos flojos. Anclaje incorrecto. Corrosión. Cuarteaduras en la estructura de montaje.	Inspeccionar toda la estructura del anclaje del motor, considerando el ajuste al torque adecuado según el perno de regulación de la base. Continuar el monitoreo
PUNTO	INTERPRETACIÓN DEL RESULTADO	DIAGNÓSTICO	CAUSA	RECOMENDACIONES
3	Un pico síncrono de la frecuencia del motor en la dirección radial y axial a 23.551 y 23.415 Hz respectivamente a una severidad de 9.611 y 14.404 mm/s	Desbalanceo del Ventilador	Desgaste abrasivo por impacto de partículas de polvo en el impulsor. Severas condiciones ambientales	Balancear el ventilador
4	En este punto no se observa niveles altos de severidad de vibración y picos levemente altos con niveles a la BPF, y picos a síncronos en el	No existe problema		Continuar el monitoreo

	Plano radial			
--	--------------	--	--	--

6.2.5 Diagnostico Vibracional en el Despuntador de Trigo.

Tabla 6.5: INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS DIAGNÓSTICO VIBRACIONAL DEL DESPUNTADOR DE TRIGO.

PUNTO	INTERPRETACIÓN DEL RESULTADO	DIAGNÓSTICO	CAUSA	RECOMENDACIONES
1	En este punto no se observa niveles altos de severidad de vibración y picos asíncronos levemente altos con niveles admisibles, en el Plano radial	No existe problema		Continuar el monitoreo
2	En este punto no se observa niveles altos de severidad de vibración y picos asíncronos levemente altos con niveles admisibles esto se da por el ruido que provoca el contacto de las bolas en el rodamiento , en la dirección radial	No existe problema		Continuar el monitoreo
PUNTO	INTERPRETACIÓN DEL RESULTADO	DIAGNÓSTICO	CAUSA	RECOMENDACIONES
3	En este punto no se observa niveles altos de severidad de vibración están aproximadamente a 1.44 mm/ s	No existe problema		Continuar el monitoreo
4	En este punto no se observa niveles altos de severidad de vibración están aproximadamente a 1.03 mm/ s	No existe problema		Continuar el monitoreo
5	Se observa un pico síncrono de la frecuencia del motor en la dirección axial y radial a 29.284 y 29.235 Hz a una severidad de 7.30 y 3.81 mm/ s	Problemas futuros de desalineación angular	Principalmente producido por el desgaste radial superficial en los soportes del rodamiento.	Inspeccionar el Motor Continuar el monitoreo diario.
6	Se observa un pico síncrono de la frecuencia del motor en la dirección axial y radial a 29.290 y 29.297 Hz a una severidad de 7.100 y 3.661 mm/ s	Problemas futuros de desalineación angular	Principalmente producido por el desgaste radial superficial en los soportes del rodamiento.	Inspeccionar el Motor Continuar el monitoreo diario.

6.2.6 Diagnostico Vibracional Transmisión de potencia M4

Tabla 6.6: INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS DIAGNÓSTICO VIBRACIONAL DE LA TRANS. DE POTENCIA M4

PUNTO	INTERPRETACIÓN DEL RESULTADO	DIAGNÓSTICO	CAUSA	RECOMENDACIONES
1	En este punto se observa niveles considerables de vibración (4.52 mm/ s), a una frecuencia asíncrona de 1.5X (30.762) Hz, acompañado de subarmónico asíncronos, en la dirección radial	Existen problemas insipientes en el rodamiento, específicamente en las bolas.	Desgaste excesivo del elemento rodante, sobrepasó su etapa de vida útil	Sustituir el rodamiento. Continuar el monitoreo
2	En este punto se observa niveles considerables de vibración (4.52 mm/ s), a una frecuencia asíncrona de 1.5X (30.492) Hz, acompañado de subarmónico asíncronos, en la dirección radial	Existen problemas insipientes en el rodamiento, específicamente en las bolas.	Desgaste excesivo del elemento rodante, sobrepasó su etapa de vida útil	Sustituir el rodamiento. Continuar el monitoreo
3	En este punto no se observa niveles altos de severidad de vibración están aproximadamente a 1.44 mm/ s	No existe problema		Continuar el monitoreo
4	Se observa picos 1X, 2X y 3X correspondiente a las siguientes velocidades (4.418) (21.405)(24.58) mm/s a una severidad de (6.186)(12.366)(18.558) Hz, acompañado de armónicos síncronos, de considerable nivel de hasta 5X	Holgura mecánica severa La maquina ha estado funcionando así durante varios años, lo cual es muy peligroso tanto para la estructura donde esta montada como para el personal operativo Excentricidad de la Polea	Mal montaje del soporte del rodamiento sobre una pletina de 1/8 de espesor, en la columna central de todo el edificio	Diseñar una nueva cimentación rígida en lo posible que sea de cemento armado, y tipo bloque. Cambiar la polea
5	En este punto no se observa niveles altos de severidad de vibración están aproximadamente a 1.57 mm/ s	No existe problema		Continuar el monitoreo
6	En este punto no se observa niveles altos de severidad de vibración están aproximadamente a 3.39 mm/ s	No existe problema		Continuar el monitoreo

En el **ANEXO 5**, podemos apreciar los procedimientos para realizar la instalación y mantenimiento correcto en bandas planas.

6.2.7 Diagnostico Vibracional Molino 03

Tabla 6.7: INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS DIAGNÓSTICO MOLINO 03

PUNTO	INTERPRETACIÓN DEL RESULTADO	DIAGNÓSTICO	CAUSA	RECOMENDACIONES
1	En este punto no se observa niveles altos de severidad de vibración están aproximadamente a 3.73 mm/ s	No existe problema		Continuar el monitoreo
2	En este punto no se observa niveles altos de severidad de vibración están aproximadamente a 3.23 mm/ s	No existe problema		Continuar el monitoreo
3	En este punto no se observa niveles altos de severidad de vibración están aproximadamente a 2.17 mm/ s	No existe problema		Continuar el monitoreo
4	En este punto no se observa niveles altos de severidad de vibración están aproximadamente a 2.55 mm/ s	No existe problema		Continuar el monitoreo
5	Se observa niveles de vibración altos en 7.464 mm/s, a la frecuencia de 1.5FE (2.18Hz) de la rueda helicoidal de dientes 53	Excentricidad moderada del engrane con frecuencia 2.18hz y 53 dientes	Principalmente por el deficiente montaje de las ruedas dentadas.	Verificar la alineación de los engranes, estado de chaveteras. Verificar estado de prisioneros, y por ende ajustes en la rueda Helicoidal de 53 dientes
6	En este punto no se observa niveles altos de severidad de vibración están aproximadamente a 3.39 mm/ s	No existe problema		Continuar el monitoreo

6.2.8 Diagnostico Vibracional Molino 04

Tabla 6.8: INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS DIAGNÓSTICO VIBRACIONAL MOLINO 04

PUNTO	INTERPRETACIÓN DEL RESULTADO	DIAGNÓSTICO	CAUSA	RECOMENDACIONES
1	En este punto no se observa niveles altos de severidad de vibración están aproximadamente a 1.51 mm/ s	No existe problema		Continuar el monitoreo
2	En este punto no se observa niveles altos de severidad de vibración están aproximadamente a 1.48 mm/ s	No existe problema		Continuar el monitoreo
3	En este punto no se observa niveles altos de severidad de vibración están aproximadamente a 1.05 mm/ s	No existe problema		Continuar el monitoreo
4	En este punto no se observa niveles altos de severidad de vibración están aproximadamente a 1.98 mm/ s	No existe problema		Continuar el monitoreo
5	Se observa niveles de vibración altos en 7.464 mm/s, a la frecuencia de 1.5FE (2.18Hz) de la rueda helicoidal de dientes 53	Excentricidad moderada del engrane con frecuencia 2.18hz y 53 dientes	Principalmente por el deficiente montaje de las ruedas dentadas.	Verificar la alineación de los engranes, estado de chaveteras. Verificar estado de prisioneros, y por ende ajustes en la rueda Helicoidal de 53 dientes
6	En este punto no se observa niveles altos de severidad de vibración están aproximadamente a 3.39 mm/ s	No existe problema		Continuar el monitoreo

6.2.9 Diagnostico Vibracional Mezclador de Harina

Tabla 6.9: INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS DIAGNÓSTICO VIBRACIONAL MEZCLADOR DE HARINA

PUNTO	INTERPRETACIÓN DEL RESULTADO	DIAGNÓSTICO	CAUSA	RECOMENDACIONES
1	<p>Se observa armónicos síncronos en 1X, 2X, 3X, 4X, 5X, 6X, 7X y 8X en las respectivas frecuencias (2.197)(4.394)(6.591)(8.788)(10.985)(13.182)(15.379)(17.576) Hz, con niveles de velocidades que van desde (5.662 hasta 28.696)mm/s</p> <p>En la dirección tangencial se observa armónicos síncronos que van desde (1X hasta 10X) siendo los más altos en 8X, 9X y 10X con niveles de velocidad desde (3.5 hasta 18.06)mm/s</p>	<p>Holgura excesiva en el rodamiento y el eje</p> <p>Holgura Mecánica</p>	<p>Mala selección del rodamiento en el ajuste eje – agujero</p> <p>Pernos Flojos en el anclaje y base del soporte tornillo sin fin</p>	<p>Verificar el estado de desgaste eje rodamiento, ver ajustes de rodamiento según fabricante, o de lo contrario, cambiarlo (ver montaje de rodamientos)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Se debe dar atención a las especificaciones de huelgo y tiro recomendado por el fabricante, comunicando también al Taller que estos valores sean respetados como condición del trabajo <p>Inspeccionar toda la estructura del anclaje de la máquina , considerando el ajuste al torque apropiado.</p>
2	En este punto no se observa niveles altos de severidad de vibración están aproximadamente a 1.48 mm/ s	No existe problema		Continuar el monitoreo
3	En este punto no se observa niveles altos de severidad de vibración están aproximadamente a 1.05 mm/ s	No existe problema		Continuar el monitoreo
4	En este punto no se observa niveles altos de severidad de vibración están aproximadamente a 1.98 mm/ s	No existe problema		Continuar el monitoreo

6.10 Creación de Reportes.

Una vez obtenido todos los datos de medición, mediante el Trendline II, podemos acceder a una de sus bondades como son los reportes de Revisión, Rutas y puntos de medición. En el **ANEXO 6** se pueden apreciar el reporte de revisión, rutas, y puntos de medición con sus respectivos valores programados de acuerdo a la norma ISO 10816

CAPÍTULO VII

7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

7.1 Conclusiones

Mediante el Análisis de Vibraciones que se ha realizado con la ayuda del equipo DETECTOR II y el software TRENDLINE, y todos los parámetros de secuencia que se ha seguido, se ha llegado a determinar las siguientes conclusiones de los equipos críticos de las secciones de: Limpieza, Molturación y Ensacado,

- Al evaluar la criticidad de los equipos mediante el modelo de los factores ponderados se constató que ésta técnica engloba todo los aspectos tanto del mantenimiento como de la producción de una empresa, llegando a la conclusión que es muy eficiente para la realidad de las empresas ecuatorianas.
- En el (1VL) existe severos problemas de vibración en la banda de transmisión de movimiento; ha sobrepasado su etapa de vida útil recomendada por el fabricante, originando así un deficiente rendimiento de la transmisión de potencia y por ende en el ventilador, además se llego a detectar niveles de temperaturas altas por la deficiente lubricación y una desalineación angular en el lado del ventilador por que el eje del ventilador no esta concéntrico con el cojinete que une al impulsor.

- En el Ventilador (2VL), existen severos problemas de vibración, esto se debe a que existe una aglomeración desigual de polvo en las aspas del ventilador, provocando al eje flexionarse, causando el desbalance en el impulsor del ventilador , además de ello generalmente al flexionarse un eje provoca otro daño de desalineación combinada predominante el angular.
- En el Ventilador (3VL), existen severos problemas de vibración, esto se debe a que existe una aglomeración desigual de residuos de harina en las aspas del ventilador y altos niveles de temperatura en los rodamiento, provocando al eje flexionarse causando el desbalance en el impulsor del ventilador; también esta acompañado por el medio severo en que trabajan éste ventilador lo cual han pasado los años y se encuentra deteriorado detectando fisuras en el cártel, en las uniones de tuberías, manchetas ,válvulas, codos y visores de exclusas.
- En el (VC), existen severos problemas de vibración que sobrepasan los niveles considerados no permisibles que nos indican la norma ISO 10816 clase III, entonces hemos llegado a la conclusión de que en éste ventilador existen problemas de desbalance, esto ha sido causado por el desgaste abrasivo por impacto de partículas de polvo en el impulsor y severas condiciones ambientales. Además de ello se detecto un problema de flexibilidad transversal, en el lado del motor, normalmente esto sucede por el mal montaje y ajuste de los pernos del pedestal que sostiene al motor.

- En el (DT), (3BM), (4BM) se puede confirmar que son las máquinas críticas que menos problemas poseen, se identifica desgastes incipientes en los rodamientos, por los niveles permisibles dando una mayor confiabilidad a largo plazo en la producción.
- Se identificó un problema de considerable magnitud y peligrosidad en la transmisión de potencia M4, exactamente en la polea motriz existe un desbalance severo, los niveles de vibración son alarmantes, lo que quiere decir que esa transmisión deberá ser sacada de operación inmediatamente, también se pudo confirmar que el desbalance de la misma, esta provocando sobrecarga en el motor eléctrico, roturas prematuras de bandas planas y un alto consumo de energía. Además de ello se comprobó la excentricidad del eje y la polea motriz utilizando un reloj comparador de excentricidades.
- Entre los principales problemas identificados con el Diagnóstico Vibracional encontramos los siguientes: desalineación, desbalance, anclajes flojos, rodamientos deteriorados, calentamiento excesivo en rodamientos, desgaste progresivo de los ventiladores por partículas en suspensión.
- Se ha estudiado y aplicado una herramienta muy útil, que sirve como procedimientos para futuros análisis por medio de diagnóstico vibracional para equipos críticos fundamentales en la Industria Harinera, específicamente en Molinos el Fénix.

7.2 Recomendaciones

- Se exhorta a tomar muy en cuenta en cualquier actividad que se desenvuelvan el personal de mantenimiento, la importancia que amerita las maquinas críticas en el proceso de fabricación de harina .
- Para el ventilador (1VL), se debe sustituir la banda trapezoidal por una nueva, considerando las especificaciones en el montaje, sobre todo la flecha máxima que tendrá la banda en la longitud libre de la correa (aproximadamente del 3 al 5 % de la distancia entre ejes). Además el eje conducido debe alinearse, empleando un equipo de alineación adecuado.
- Para el ventilador (2VL), se debe balancear en un solo plano con la masa adecuada y en la posición angular calculada, además se debe calcular la cantidad de grasa de acuerdo al tamaño del rodamiento para los intervalos de relubricación en los rodamientos.
- Para el ventilador (3VL), se debe inspeccionar de forma más minuciosa el sistema que conecta las tuberías verificando si no existe fisuras en todas las uniones, se debe rectificar el cartel del ventilador y balancear el ventilador
- Para le ventilador (VC) se debe realizar una limpieza total interna del sistema de separación de polvo, lo cual incluye impulsor, tuberías y ciclón, esto ayudará a evitar las crósta de polvo que se van acumulando en los mismos, y

así evitaremos las pérdida de carga, y sobre todo el desbalance del ventilador.

- Ya que los ventiladores operan en condiciones severas con elevadas rpm y temperaturas de trabajo, se recomienda que se controle la alineación de todos los ventiladores, ya que una mala alineación atenta contra la vida de los rodamientos y ocasiona un aumento considerable en el consumo energético del motor, es por eso que se recomienda adquirir en Molinos el Fénix, un equipo de alineación Laser.
- Se debe cambiar de urgencia la polea motriz de la transmisión de potencia M4 así evitaremos paros de considerables de producción
- En el (DT), (3BM), (4BM) se debe continuar con las inspecciones y monitoreos diarios, puesto a que están sujetos a condiciones severas de trabajo y altas temperaturas.
- Como recomendación final es que se lleven de una forma práctica y adecuada toda la información necesaria con retroalimentaciones de todos los equipos en una base de datos, o soportes magnéticos como por ejemplo historial de los equipos, fichas de características técnicas, reparaciones realizadas, planos de instalaciones, velocidades de funcionamiento, etc.
- Que todos los técnicos o especialistas del mantenimiento Predictivo difundan la importancia de implementar las diferentes técnicas predictivas y fundamentalmente el Análisis de Vibración.

- Se destaca en esta experiencia lo positivo que resulta el uso de la herramienta **“Análisis de Vibraciones”** como complemento necesario para el analista a la hora de determinar un diagnóstico certero.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] **GARCÍA, S.** Organización y Gestión del Mantenimiento. Página 29.
- [2] **MOROCHO, M.** Análisis Vibracional y Alineamiento Láser. Página 1.
- [3] **MOROCHO, M.** Análisis Vibracional y Alineamiento Láser. Página 3.
- [4] **A – MAQ S.A.** Vibraciones para Mantenimiento Mecánico. Página 10.
- [5] **PALOMINO, E.** La Medición y el Análisis de Vibraciones en el
Diagnóstico de Máquinas Rotatorias. Página 32.
- [6] **GLENN, W.** Vibraciones Mecánicas. Alemania. Página 31.
- [7] **GLENN, W.** Vibraciones Mecánicas. Alemania. Página 83.
- [8] **GLENN, W.** Vibraciones Mecánicas. Página 90.
- [9] **CLEBER, A.** Manejo y Aplicación de un Sistema de Mantenimiento
Predictivo. Página 4.

BIBLIOGRAFÍA

- **AMAQ S.A.** Tutorial de Vibraciones para Mantenimiento Mecánico. 3ra.ed.
México: Graw - Hill, 2005.
- **BRUEL, K.** La Medida de las Vibraciones. 2da.ed. Dinamarca: Prentice
Hall, 1999
- **RODRIGUEZ, F.** Guía Práctica para Reparación y Mantenimiento. 3ra.ed.
México: A – Maq S.A., 2005.
- **GARCÍA, S.** Organización y Gestión Integral de Mantenimiento. Madrid:
Díaz de Santos, 2003.
- **MOROCHO, M.** Análisis Vibracional y Alineamiento Láser. Riobamba -
Ecuador: 2008. (doc).
- **PALOMINO, E.** La Medición y el Análisis de Vibraciones en el
Diagnóstico de Máquinas Rotatorias. 4ta.ed. Santiago de Cuba: Ceim,
1997.
- **REYNA, A.** Análisis Vibracional I y II. Guayaquil - Ecuador: Ademinsa,
2006. (doc).
- **SCHENCK, C.** Diagnóstico de Máquinas. 3ra. ed. Dinamarca: Schenck,
2004.

LINKOGRAFÍA

- Administración del Mantenimiento.
www.mantenimiento.com
2009 – 05 – 24
- Evaluación de Maquinaria.
www.solomantenimiento.com
2009 – 07 – 30
- Fundamentos de Vibraciones.
www.point-sorce.com
2009 – 09 – 10
- Índices de Mantenimiento.
www.mantenimientomundial.com
2009 – 10 – 18
- Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad.
www.isdefe.com
2010 – 01 – 26
- Técnicas de Evaluación de Maquinaria.
www.guemisa.com
2010 – 03 – 11