



EDUCACIÓN
SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO®

Instituto Tecnológico de Pabellón de Arteaga
Departamento de Ingenierías

PROYECTO DE TITULACIÓN:
IMPLEMENTACIÓN Y PUESTA EN MARCHA DE UN LABORATORIO
METALOGRÁFICO Y DE CARACTERIZACIÓN DE MATERIALES.

PARA OBTENER EL TÍTULO DE:
INGENIERO INDUSTRIAL.

PRESENTA:
JUAN FRANCISCO FERNÁNDEZ CHÁVEZ.

ASESOR:
ING. ALEJANDRO PUGA VARGAS.



Mayo



CAPITULO 1: PRELIMINARES.

1. AGRADECIMIENTOS.

Antes que nada, gracias a Dios y a mis Padres (QEPD), Miguel Fernández López y María Félix Chávez Ramírez por la dedicación, apoyo y cariño brindado en todas las etapas de mi vida y de mi carrera estudiantil, ya que gracias a su educación y principios he logrado superarme paso a paso al tener como base la ética, honradez y lealtad.

Gracias a mi hermana Carolina Fernández Chávez por su apoyo en los momentos más difíciles de mi etapa como estudiante.

Gracias a mi esposa Ana Lilia y principalmente a mis hijas Maya y Daniela porque ellas son el aliento para seguir motivado y mentalmente fuerte, proponiéndome siempre concluir los proyectos emprendidos de la mejor manera.

Además, gracias a los docentes:

Alejandro Puga Vargas.

Benito Rodríguez Cabrera.

María Esmeralda Esparza Muñoz.

Gerardo Pozo Vázquez.

Juan Manuel Pasillas Sosa.

Flor Marina Sánchez Baca.

Pamela Romo Rodríguez.

Diana García.

Por su gran capacidad y conocimiento al momento de impartir sus clases.

Por último, gracias a:

Armida Ponce.

Diego Jacob Dondiego Jaime.

Julissa Elayne Cosme Castorena.

María Guadalupe Pedraza Pérez.

Por su gran capacidad de servicio y disposición para ayudar en cuestiones administrativas.

2. RESUMEN.

Este informe final presenta la forma en la cual se desarrollan cada uno de los pasos para la implementación de un laboratorio metalográfico y de caracterización de materiales, desde la generación del requerimiento del proyecto, el cumplimiento de la normatividad del departamento de ESH (Salud, Seguridad, Higiene Industrial y Medio Ambiente), el cumplimiento con los requerimientos de Lean Company, hasta finalmente, lograr el cumplimiento con los requerimientos del sistema de gestión de calidad. Todo lo anterior lo podemos resumir en el cumplimiento de los lineamientos de las normas y procedimientos que apliquen para cada una de las filosofías y/o segmentos regulatorios de la empresa.

Se describe la forma en la que se realizan los análisis a los diferentes tipos de materiales (metales, polímeros y cerámicos), para cubrir las necesidades de *análisis de falla* de las líneas de producción, con la finalidad de detectar la causa raíz de cada uno de los problemas y/o no conformidades que pudieran presentarse en los procesos de producción o con la materia prima.

También se describe la forma en que se utilizan los diferentes equipos de análisis como son: la cortadora de precisión, la pulidora, el microscopio metalográfico, el equipo de fluorescencia de rayos X (XRF), el equipo de espectrometría infrarroja con transformada de Fourier (FTIR), el cromatógrafo iónico (IC) y el microscopio electrónico de barrido (SEM).

El principal objetivo es incrementar la eficiencia en el proceso de APT (Automotive Pressure Transducer) en un 2%. La principal problemática para el logro de este objetivo será la eliminación o por la menos la disminución en un 90% de los costos generados por la realización de análisis en laboratorios externos, principalmente en Estados Unidos.

Además, se busca la mejora en los tiempos de respuesta a los requisitores de análisis, de 15 días a 5 días en promedio y finalmente, se pretende evitar que el rendimiento del proceso (Yield) en APT baje a menos del 94%.

3. ÍNDICE.

<i>CAPITULO 1: PRELIMINARES.....</i>	<i>i</i>
1. <i>AGRADECIMIENTOS.....</i>	<i>i</i>
2. <i>RESUMEN.....</i>	<i>ii</i>
3. <i>ÍNDICE.....</i>	<i>iii</i>
4. <i>LISTA DE TABLAS.....</i>	<i>vi</i>
5. <i>LISTA DE FIGURAS.....</i>	<i>vii</i>
6. <i>LISTA DE ANEXOS.....</i>	<i>xi</i>
<i>CAPITULO 2: GENERALIDADES DEL PROYECTO.....</i>	<i>1</i>
1. <i>INTRODUCCIÓN.....</i>	<i>1</i>
2. <i>DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA.....</i>	<i>2</i>
2.1. <i>Historia.....</i>	<i>8</i>
2.2. <i>Misión.....</i>	<i>11</i>
2.3. <i>Visión.....</i>	<i>11</i>
2.4. <i>Propósito.....</i>	<i>11</i>
2.5. <i>Valores.....</i>	<i>11</i>
2.6. <i>Principales clientes.....</i>	<i>12</i>
2.7. <i>Organigrama de liderazgo estratégico.....</i>	<i>12</i>
2.8. <i>Descripción del área de trabajo.....</i>	<i>13</i>
2.8.1. <i>Laboratorio de análisis de falla (FAL).....</i>	<i>13</i>
2.8.2. <i>Organigrama del laboratorio de análisis de falla.....</i>	<i>16</i>
3. <i>PROBLEMAS POR RESOLVER.....</i>	<i>17</i>
3.1. <i>Incrementar la eficiencia en el proceso de APT en un 2%.....</i>	<i>17</i>
3.2. <i>Eliminar los costos por análisis en laboratorios externos, por lo menos en un 90%. .</i>	<i>17</i>
3.3. <i>Reducir el tiempo de respuesta en análisis de laboratorios, de 15 días a máximo 5 días.....</i>	<i>18</i>
3.4. <i>Evitar que el rendimiento del proceso (Yield) en APT baje a menos del 94%.....</i>	<i>18</i>
3.5. <i>Cumplimiento en un 100% con el sistema de gestión de calidad.....</i>	<i>18</i>
4. <i>OBJETIVOS GENERAL Y ESPECÍFICOS.....</i>	<i>19</i>
4.1. <i>Objetivo general.....</i>	<i>19</i>
4.2. <i>Objetivos específicos.....</i>	<i>19</i>
5. <i>JUSTIFICACIÓN.....</i>	<i>20</i>
<i>CAPITULO 3: MARCO TEÓRICO.....</i>	<i>22</i>

1. MARCO TEÓRICO.....	22
1.1. Laboratorio metalográfico.....	22
1.1.1. Cortadora de precisión (Disco de diamante).....	22
1.1.2. Cabina de extracción de gases.....	23
1.1.3. Máquina pulidora.....	23
1.1.4. Microscopio metalográfico.....	24
1.2. Laboratorio de caracterización de materiales.....	26
1.2.1. Cromatógrafo iónico (IC).....	27
1.2.2. Espectrómetro infrarrojo con transformada de Fourier (FTIR).....	28
1.2.3. Espectrómetro de fluorescencia de rayos X (XRF).....	29
1.2.4. Microscopio electrónico de barrido (SEM).....	30
1.3. Casos reales de análisis en laboratorios metalográficos y de caracterización de materiales.....	33
1.4. Algunas organizaciones que cuentan con laboratorio metalográfico y/o de caracterización de materiales en México.....	49
1.5. Metodologías y filosofías utilizadas en el desarrollo del proyecto.....	50
1.5.1. Administración de proyectos.....	50
1.5.2. Herramientas Administrativas de Calidad.....	55
1.5.2.1. Diagrama de flujo.....	55
1.5.3. 5's.....	58
1.5.3.1. Procedimiento para implementar las 5's.....	61
1.5.4. Mantenimiento Autónomo.....	68
CAPITULO 4: DESARROLLO.....	71
1. DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES REALIZADAS.....	71
1.1. Generación del diagrama de flujo.....	71
1.2. Búsqueda de proveedores y cotización de equipos y/o servicios para la implementación del laboratorio metalográfico y de caracterización de materiales.....	72
1.2.1. Cotizaciones de los equipos con los proveedores seleccionados.....	73
1.3. Generación de requerimientos de compras.....	85
1.4. Asignación del área para el laboratorio.....	85
1.5. Cumplimiento de los requerimientos de ESH en Sensata.....	86
1.5.1. Política global ambiental, de salud y seguridad de Sensata.....	86
1.5.2. Alcance del sistema ESH.....	87
1.6. Cumplimiento de los requerimientos de Lean Company en Sensata.....	88

1.7.	Cumplimiento de los requerimientos para la generación de documentos alineados al Sistema de Gestión de Calidad en Sensata.	88
1.7.1.	Documentación requerida para el laboratorio metalográfico.	89
1.7.2.	Documentación requerida para el laboratorio de caracterización de materiales.	89
1.8.	Puesta en Marcha del Laboratorio.	90
1.9.	Cumplimiento de los Objetivos Planteados para el Proyecto.	90
1.10.	Cronograma de Actividades.	91
CAPITULO 5: RESULTADOS.		92
1.	RESULTADOS.	92
1.1.	Asignación del área e instalación de los equipos y facilidades necesarias para el laboratorio metalográfico y de caracterización de materiales.	92
1.2.	Liberación de los equipos del laboratorio metalográfico y de caracterización de materiales con respecto a ESH.	94
1.3.	Verificación de parámetros de iluminación y ruido de acuerdo con los requerimientos de ESH.	108
1.3.1.	Verificación de iluminación.	108
1.3.2.	Verificación de ruido.	108
1.4.	Generación de matriz de aspectos e impactos ambientales de acuerdo con los requerimientos de ESH.	109
1.5.	Cumplimiento de los requerimientos de Lean Company.	110
1.5.1.	Implementación de los 5 SOLES en el laboratorio metalográfico y de caracterización de materiales.	110
1.6.	Implementación de Mantenimiento Autónomo (AM) en el laboratorio metalográfico y de caracterización de materiales.	121
1.7.	Puesta en marcha del laboratorio metalográfico y de caracterización de materiales. 128	
1.7.1.	Laboratorio metalográfico.	128
1.7.2.	Laboratorio de caracterización de materiales.	131
CAPÍTULO 6. CONCLUSIONES.		144
1.	CONCLUSIONES DEL PROYECTO.	144
CAPITULO 7: COMPETENCIAS.		145
1.	COMPETENCIAS DESARROLLADAS Y/O APLICADAS EN EL PROYECTO.	145
1.1.	Ética.	145
1.2.	Fundamentos de investigación.	145
1.3.	Propiedad de los materiales.	145
1.4.	Seguridad e higiene industrial.	146

1.5.	Metrología y normalización / Gestión de los sistemas de calidad.	146
1.6.	Administración de proyectos.	147
1.7.	Control estadístico de la calidad.....	147
1.7.1.	Herramientas administrativas (Diagrama de flujo).	147
1.8.	Taller de investigación.	148
1.9.	Tópicos Lean.....	148
1.9.1.	5's.....	148
1.9.2.	Mantenimiento autónomo.	148
CAPITULO 8: FUENTES DE INFORMACIÓN.....		149
1.	BIBLIOGRAFÍA.....	149
2.	REFERENCIAS	149
CAPITULO 9: ANEXOS.....		151
1.	ANEXOS.	151
CAPITULO 10: GLOSARIO.....		169
1.	GLOSARIO.	169

4. LISTA DE TABLAS.

Tabla.1.	Organizaciones que cuentan con laboratorio metalográfico y/o de caracterización de materiales en México.....	49
Tabla 2:	Actividades para el seguimiento y control del proyecto.....	54
Tabla 3:	Tarjeta roja.....	63
Tabla 4:	Lista de objetos necesarios.....	64
Tabla 5:	Proveedores de equipos y servicios para la implementación del laboratorio.	72
Tabla 6:	Resultados de la evaluación de iluminación por área.	108
Tabla 7:	Resultados de la evaluación de los niveles de ruido por área.	108
Tabla 8:	Matriz de identificación de aspectos e impactos ambientales significativos.	109
Tabla 9:	Formato de registro de requerimientos para el laboratorio metalográfico.	128
Tabla 10:	Formato general de resultados.	130
Tabla 11:	Formato de registro de requerimientos para el cromatógrafo iónico.	131
Tabla 12:	Formato de registro de requerimientos para el espectrómetro infrarrojo con transformada de Fourier (FTIR).....	132
Tabla 13:	Formato de registro de requerimientos para el espectrómetro de fluorescencia de rayos X (XRF).	135
Tabla 14:	Formato de registro de requerimientos para el microscopio electrónico de barrido (SEM-EDX).	138

5. LISTA DE FIGURAS.

Fig. 1: Presencia global de Sensata.....	2
Fig. 2: Ingresos anuales.	2
Fig. 3: Nuestros productos.....	3
Fig. 4: Aplicación de nuestros productos.	3
Fig. 5: 50+ Dispositivos por automóvil.	4
Fig. 6: 50+ Dispositivos por vehículo.....	4
Fig. 7: 1,000+ Dispositivos en aviones comerciales.	5
Fig. 8: 50+ Dispositivos en edificios.	5
Fig. 9: 40+ Sensores y controles para la industria.....	6
Fig. 10: Certificaciones.	7
Fig. 11: Línea de tiempo; Sensata.	8
Fig. 12: Principales clientes.....	12
Fig. 13: Organigrama de liderazgo estratégico.....	12
Fig. 14: Test Box.....	13
Fig. 15: APT Chart.	14
Fig. 16: Caracterización manual.....	14
Fig. 17: Estación de mediciones eléctricas.....	15
Fig. 18: Leak Tester.....	15
Fig. 19: Inspección visual.	16
Fig. 20: Organigrama del laboratorio de análisis de falla.	16
Fig. 21: Cortadora de precisión.	22
Fig. 22: Extractor de gases.....	23
Fig. 23: Máquina pulidora.	23
Fig. 24: Microscopio metalográfico.....	24
Fig. 25: Preparación de muestra metalográfica.	25
Fig. 26:Análisis de un espesor de recubrimiento.	25
Fig. 27: Cromatógrafo iónico (IC).	28
Fig. 28: Espectrómetro infrarrojo con transformada de Fourier (FTIR).	29
Fig. 29: Espectrómetro de fluorescencia de rayos X (XRF).	30
Fig. 30: Microscopio electrónico de barrido (SEM).	31
Fig. 31: Como funciona el SEM.....	32
Fig. 32: Caso 1.....	34
Fig. 33:Imágenes de la grieta tomadas con SEM.	34
Fig. 34: Imagen de grieta tomada con SEM.....	35
Fig. 35: Imagen de grieta tomada con microscopio metalográfico.	35
Fig. 36: Porosidad (color rojo) en material base (color azul).....	36
Fig. 37: Porosidad (dentro de los rectángulos rojos).	36
Fig. 38: Se observan cavidades deformadas en el área de la fractura.	36
Fig. 39: Caso 2.....	37
Fig. 40: Metalografía 100X. Realizado en muestras NG, cercano a la falla. Ataque #74 según ASTM, tamaño de grano 8 según ASTM E112, se observa una estructura ferrita-perlita.....	38
Fig. 41: Metalografía 100X. realizado en muestra NG. se observan poros y glóbulos de óxido (manchas circulares negras)	39
Fig. 42: SEM. Se puede observar una fractura dúctil transgranular con "dimples", además de presentar una porosidad excesiva	39
Fig. 43: Caso 3.....	40
Fig. 44: Restos del proceso de soldadura.....	41

Fig. 45: 30X. Vista longitudinal perteneciente al área desoldada. En el recuadro azul se observan los restos del proceso de soldadura.....	42
Fig. 46:30X. 10X. Vista longitudinal perteneciente a el área desoldada, en el recuadro azul se observan los restos del proceso de soldadura, en el material se observa que solo se desoldó en una zona de la pieza.....	42
Fig. 47: Realización del análisis químico.	43
Fig. 48: Metalografía #1. Vista a 100X, sentido transversal, en el recuadro azul se puede apreciar el área de la falla.	43
Fig. 49: Metalografía #2. Vista a 500X, sentido transversal. Realizado en área de material con falla, en el recuadro azul se identifica el área con falla.	44
Fig. 50: Metalografía #3. Vista 200X, sentido transversal. Ataque HCl 5%.	44
Fig. 51: Metalografía #4. Vista a 300X, sentido transversal. Ataque HCl 5%, se observa un tamaño de grano #5 según ASTM E112. Realizado en área de material contiguo a la falla, se observa un daño menor por temperatura a diferencia de las áreas cercanas a la falla.	45
Fig. 52: Vista 500X, sentido transversal. Ataque HCl 5%, se observa un tamaño de grano #5 según ASTM E112. Realizado en material alejado e la falla. No se observa algún daño por temperatura.....	45
Fig. 53: EDS #1, vista longitudinal. Realizado en zona de defecto, se observa un material base de Al, con altos contenidos de C & O derivados de una oxidación presente.....	46
Fig. 54: EDS #2, vista longitudinal. Realizado en zona contigua del defecto, se observa un material base de Al, con altos contenidos de C & O derivados de una oxidación presente, en menor concentración que la zona contigua del defecto.	46
Fig. 55: EDS #3, vista transversal. Realizado en zona alejada del defecto, se observa un material base de Al, sin presencia de oxidación ni daño por calor.....	47
Fig. 56: Mapeo elemental. Vista transversal. Realizado en área de falla de material, se observa presencia de N ya que la mayoría de los procesos de soldadura brazing, utilizan este gas para proteger a la unión de oxidaciones.	48
Fig. 57: Caso #4.....	49
Fig. 58: Componentes de la administración de proyectos.....	50
Fig. 59: Necesidades y requerimientos necesarios para el inicio de un proyecto.	52
Fig. 60: Elementos a tomar en cuenta para la planeación de un proyecto.	52
Fig. 61: Procesos de ejecución de un proyecto.	53
Fig. 62: Etapas de la administración de proyectos.	54
Fig. 63: Simbología para diagrama de flujo de bloques.	55
Fig. 64: Ejemplo de un diagrama de flujo básico.	58
Fig. 65: Etapas de las 5's.	59
Fig. 66: Selección de artículos innecesarios.....	62
Fig. 67: Criterios de selección.	62
Fig. 68: Criterios de selección con base en frecuencia de uso.	63
Fig. 69: Implementación del proceso de limpieza.....	65
Fig. 70: Evaluación 5's.....	67
Fig. 71: Estándar de mantenimiento autónomo en Sensata.....	70
Fig. 72: Proceso: Implementación y puesta en marcha de un laboratorio metalográfico y de caracterización de materiales. Fuente: Creación propia, 2022.	71
Fig. 73: Cortadora de precisión / Descripción y costo de los items, pagina 1.....	73
Fig. 74: Cortadora de precisión / Descripción y costo de los items, pagina 2.....	74
Fig. 75: Cortadora de precisión / Descripción, costo de los items y costo total.....	75
Fig. 76: Microscopio metalográfico / Descripción, costo por item y costo total.....	76
Fig. 77: FTIR / Descripción y costo de los items, pagina 2.....	77
Fig. 78: FTIR / Descripción y costo de los items, pagina 3.....	78

Fig. 79: FTIR / Descripción y costo de los items, pagina 4.....	79
Fig. 80: FTIR / Descripción y costo de los items, pagina 5.....	80
Fig. 81: FTIR / Descripción y costo de los items, pagina 5.....	81
Fig. 82: RTIR / Costo total y notas.	82
Fig. 83: XRF / Descripción, costo por item y costo total.	83
Fig. 84: SEM / Descripción, costo por item y costo total.	84
Fig. 85: Software Oracle.	85
Fig. 86: Área asignada para el laboratorio metalográfico y de caracterización de materiales. ..	85
Fig. 87: Política global ambiental, de salud y seguridad de Sensata.	86
Fig. 88: Layout antes de la instalación de equipos y facilidades.	92
Fig. 89: Layout antes de la instalación de equipos y facilidades.	93
Fig. 90: Validación y verificación de la cortadora de precisión, hoja 1.	94
Fig. 91: Validación y verificación de la cortadora de precisión, hoja 2.	95
Fig. 92: Validación y verificación de la pulidora, hoja 1.	96
Fig. 93: Validación y verificación de la pulidora, hoja 2.	97
Fig. 94: Validación y verificación del microscopio metalográfico, hoja 1.	98
Fig. 95: Validación y verificación del microscopio metalográfico, hoja 2.	99
Fig. 96: Validación y verificación del cromatógrafo iónico, hoja 1.	100
Fig. 97: Validación y verificación del cromatógrafo iónico, hoja 2.	101
Fig. 98: Validación y verificación del FTIR, hoja 1.	102
Fig. 99: Validación y verificación del FTIR, hoja 2.	103
Fig. 100: Validación y verificación del XRF, hoja 1.	104
Fig. 101: Validación y verificación del XRF, hoja 2.	105
Fig. 102: Validación y verificación del SEM, hoja 1.	106
Fig. 103: Validación y verificación del SEM, hoja 2.	107
Fig. 104: Los 5 SOLES.	110
Fig. 105: Estándar de estación de corte.....	111
Fig. 106: Estándar de cabina de extracción.	112
Fig. 107: Estándar de estación de desbaste y pulido.	113
Fig. 108: Estándar de estación de análisis.	114
Fig. 109: Estándar de escritorio 1.....	115
Fig. 110: Estándar de escritorio 2.....	116
Fig. 111: Estándar de estación visual.	117
Fig. 112: Estándar de IC Análisis.	118
Fig. 113: Estándar de XRF & FTIR Análisis.	119
Fig. 114: Estándar SEM-EDX Análisis.	120
Fig. 115: AM de estación de corte.....	121
Fig. 116: AM de cabina de extracción.	122
Fig. 117: AM de estación de desbaste y pulido.	123
Fig. 118: AM de microscopio metalográfico.	124
Fig. 119: AM de IC análisis.....	125
Fig. 120: AM de XRF & FTIR análisis.	126
Fig. 121: AM de SEM análisis.	127
Fig. 122: Reporte del primer requerimiento del laboratorio metalográfico, hoja 1.	129
Fig. 123: Reporte del primer requerimiento del laboratorio metalográfico, hoja 2.	129
Fig. 124: Reporte del primer requerimiento del laboratorio metalográfico, hoja 3.	130
Fig. 125: Reporte del primer requerimiento del cromatógrafo iónico.	131
Fig. 126: Reporte del primer requerimiento del espectrómetro infrarrojo con transformada de Fourier, slide 1.	132

Fig. 127: Reporte del primer requerimiento del espectrómetro infrarrojo con transformada de Fourier, slide 2.	133
Fig. 128: Reporte del primer requerimiento del espectrómetro infrarrojo con transformada de Fourier, slide 3.	133
Fig. 129: Reporte del primer requerimiento del espectrómetro infrarrojo con transformada de Fourier, slide 4.	134
Fig. 130: Reporte del primer requerimiento del espectrómetro infrarrojo con transformada de Fourier, slide 4.	134
Fig. 131: Reporte del primer requerimiento del espectrómetro de fluorescencia de rayos X, slide 1.	135
Fig. 132: Reporte del primer requerimiento del espectrómetro de fluorescencia de rayos X, slide 2.	136
Fig. 133: Reporte del primer requerimiento del espectrómetro de fluorescencia de rayos X, slide 3.	136
Fig. 134: Reporte del primer requerimiento del espectrómetro de fluorescencia de rayos X, slide 4.	137
Fig. 135: Reporte del primer requerimiento del espectrómetro de fluorescencia de rayos X, slide 5.	137
Fig. 136: Reporte del primer requerimiento del microscopio electrónico de barrido, slide 1.	138
Fig. 137: Reporte del primer requerimiento del microscopio electrónico de barrido, slide 2.	139
Fig. 138: Reporte del primer requerimiento del microscopio electrónico de barrido, slide 3.	139
Fig. 139: Reporte del primer requerimiento del microscopio electrónico de barrido, slide 4.	140
Fig. 140: Reporte del primer requerimiento del microscopio electrónico de barrido, slide 5.	140
Fig. 141: Reporte del primer requerimiento del microscopio electrónico de barrido, slide 6.	141
Fig. 142: Reporte del primer requerimiento del microscopio electrónico de barrido, slide 7.	141
Fig. 143: Reporte del primer requerimiento del microscopio electrónico de barrido, slide 8.	142
Fig. 144: Reporte del primer requerimiento del microscopio electrónico de barrido, slide 9.	142
Fig. 145: Reporte del primer requerimiento del microscopio electrónico de barrido, slide 10.	143
Fig. 146: Ciencia e ingeniería de los materiales.	146

6. LISTA DE ANEXOS.

Anexo 1: Instructivo para la generación de requerimientos de compra.	151
Anexo 2: Norma internacional ISO 45001 - Sistemas de administración / Gestión en seguridad y salud ocupacional.	152
Anexo 3: Norma internacional ISO 1400 - Sistemas de gestión ambiental.....	153
Anexo 4: NORMA ISO9001-2015 / IATF-2016 Standard.	154
Anexo 5: Agile PC - Introduction training.	155
Anexo 6: Agile - document creation.	156
Anexo 7: Proceso de análisis metalográfico.	157
Anexo 8: Procedimiento general del laboratorio metalográfico.	158
Anexo 9: Procedimiento para precalentar el equipo de halógenos a 45°C y corrida de blancos.	159
Anexo 10: Procedimiento para preparar pruebas de detección de halógenos.	160
Anexo 11: Procedimiento para preparar estándares, ácido sulfúrico, carbonato de sodio y corrida de estándares de prueba.....	161
Anexo 12: Procedimiento para la operación del equipo de fluorescencia R-X - XRF.....	162
Anexo 13: Procedimiento para la certificación en la operación del microscopio electrónico de barrido SEM.	163
Anexo 14: Procedimiento ESH 6.2.1 (Identificación de peligro, evaluación de riesgo y oportunidades).	164
Anexo 15: NORMA Oficial Mexicana NOM-025-STPS-2008, Condiciones de iluminación en los centros de trabajo.	165
Anexo 16: NORMA Oficial Mexicana NOM-011-STPS-2001, Condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo donde se genere ruido.....	166
Anexo 17: Instructivo para la evaluación de aspectos e impactos ambientales.	167
Anexo 18: Instructivo para la implementación de los 5 SOLES en el laboratorio metalográfico y de caracterización de materiales.....	168

CAPITULO 2: GENERALIDADES DEL PROYECTO.

1. INTRODUCCIÓN.

Sensata es una empresa líder en tecnología industrial que desarrolla soluciones basadas en sensores, controladores, software y otros productos de misión-crítica para crear productos de alto valor para nuestros clientes y usuarios finales.

El nombre Sensata proviene del latín sensate, que significa “Aquello que tiene sentido”.

Durante más de 100 años Sensata ha proporcionado una amplia gama de soluciones personalizadas que abordan ingeniería compleja y requisitos específicos para ayudar a nuestros clientes a resolver desafíos difíciles en las industrias automotriz, de vehículos pesados y todo terreno, industrial y aeroespacial.

En números: \$3.8 B en ventas totales en 2021.
+ de 19,000 empleados.
14 países con sitios Sensata.

Nuestras soluciones ayudan a nuestros clientes a que sus productos sean más seguros, limpios, eficientes energéticamente, electrificados y conectados.

En este proyecto se tiene el propósito de implementar y realizar la puesta en marcha de un laboratorio metalográfico y de caracterización de materiales ya que, al no contar actualmente con uno, se dificulta y genera demasiados gastos la realización de los análisis de falla de los problemas suscitados en el área de APT.

La implementación del laboratorio generaría ahorros económicos y de tiempos de respuesta al proporcionar posibles soluciones a los problemas de las líneas de producción; con estas mejoras, se buscará incrementar la eficiencia en el proceso de APT en un 2%.

En un principio el alcance del laboratorio estará enfocado en el área de APT, sin embargo, se tiene contemplado que en 1 año se le de soporte a toda la planta y máximo en 2 años de soporte a nivel global.

Finalmente, el proyecto es de gran importancia para el propio autor, puesto que servirá para poner en práctica gran parte de los métodos, filosofías y conocimientos en general, adquiridos durante toda la carrera de Ingeniería Industrial.

2. DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA.

➤ Presencia Global.



Fig. 1: Presencia global de Sensata.
Fuente: Sensata Workday.

➤ Nuestros Ingresos.

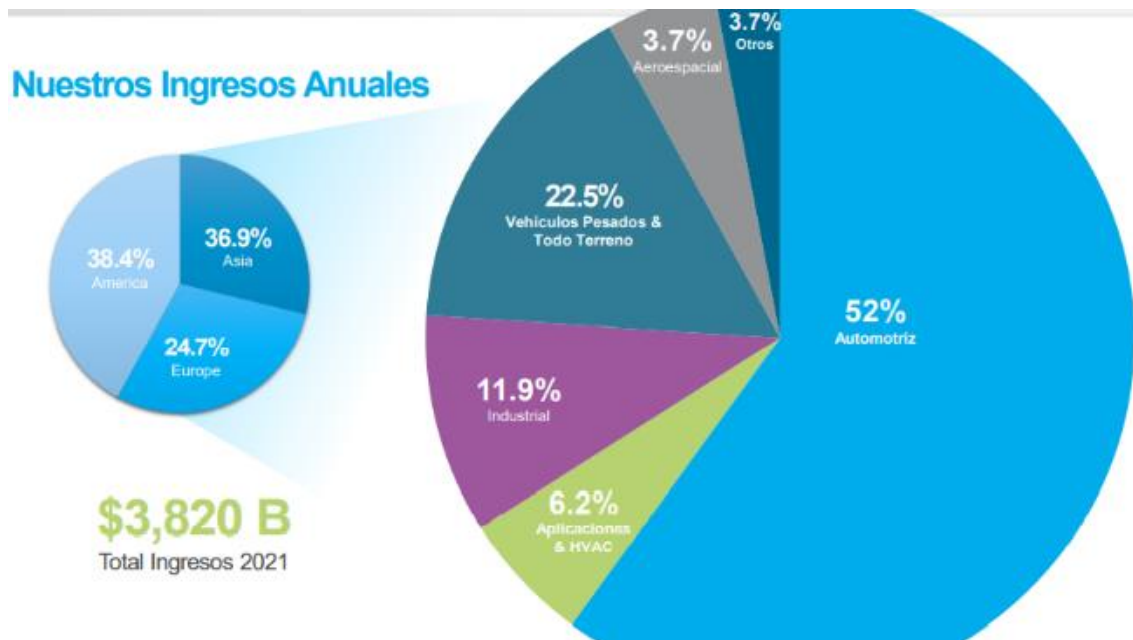


Fig. 2: Ingresos anuales.
Fuente: Sensata Workday.

➤ **Nuestros Productos.**

<p>1.1 Billion Dispositivos enviados cada año, cada uno con la mas alta ingeniería.</p>	<p>15 Marcas propias Somos dueños, manufactura y ventas.</p>	<p>47,000+ Productos únicos.</p>
<p>Sensata Technologies Airpax BEI Kimco BEI Sensors Crydom DeltaTech GIGAVAC Kavlico Klixon Magnum Dimensions Newall Qinex Schrader SensorNITE Swindon Silicon Systems</p>		



Fig. 3: Nuestros productos.
Fuente: Sensata Workday.

➤ **¿Dónde están nuestros productos?**

<p>1,500 en jets comerciales CIRCUIT BREAKERS, SWITCHES, POSITION & PRESSURE SENSORS</p>	<p>50 en automóviles SENSORS, CONTROLS</p>	<p>Decenas en grandes sistemas HVAC SENSORS, SWITCHES</p>
<p>60 en vehículos de recreación y grandes barcos CIRCUIT BREAKERS, SWITCHES</p>	<p>50 en vehículos para la agricultura y construcción. SENSORS, CONTROLS</p>	<p>30 en hogares de E.U. SENSORS, SWITCHES, SAFETY SWITCHES</p>

Fig. 4: Aplicación de nuestros productos.
Fuente: Sensata Workday.

➤ **Sensores de Misión Crítica para Sistemas Automotrices.**

Donde están nuestros productos?
Proveemos Sensores de Misión Crítica para Sistemas Automotrices

Propulsión

Motor

- ✓ Presión en la Inyección Directa de Gasolina
- ✓ Presión del Diesel
- ✓ Presión y Temperatura del Suministro de Combustible
- ✓ Presión del Carter
- ✓ Presión de cilindros
- ✓ Presión de aceite y temperatura
- ✓ Presión y Temperatura de Entrada de Aire
- ✓ Posición /Velocidad de Leva/ Manivela

Escape

- ✓ Presión en Filtro de Partículas y Temperatura
- ✓ Presión y Temperatura del EGR
- ✓ Contrapresión del Escape
- ✓ Temperatura en Protección del Turbo
- ✓ Temperatura en el SCR

Transmisión

- ✓ Presión del Clutch
- ✓ Posición del Pedal del Clutch
- ✓ Presión de Línea
- ✓ Presión de la Polea.
- ✓ Posición de Marcha
- ✓ Velocidad de Entrada / Salida

Propulsión (continuación)

Sistema Eléctrico

- ✓ Contactos
- ✓ Fusibles Activos y Pasivos
- ✓ Posición de Manejo Electrónica
- ✓ Sensor de Corriente en la Batería
- ✓ Monitoreo de Vida de Batería
- ✓ Monitoreo de Uso de Batería (BMS)

Seguridad

Seguridad Activa/ Manejo Automático

- ✓ Presión de Frenos (ESC)
- ✓ Presión de Refuerzo de Vacío
- ✓ LIDAR
- ✓ Posición del Freno Eléctrico de Estacionado

Chasis

- ✓ Presión de la Suspensión
- ✓ Monitoreo de la Presión en las Llantas (TPMS)

Experiencia de Usuario

Comfort de Cabin

- ✓ Presión de Aire Acondicionado
- ✓ Humedad
- ✓ Temperatura de Aire Acondicionado

50+ DISPOSITIVOS POR AUTOMÓVIL

Fig. 5: 50+ Dispositivos por automóvil.
Fuente: Sensata Workday.

➤ **Sensores de Misión Crítica para Sistemas Automotrices.**

Donde están nuestros productos?
En Vehículos Comerciales Todo terreno & Aplicaciones Todo terreno

Motor

- ✓ Sensor Toma de Aire P/T
- ✓ Sensor Filtro de Aire P
- ✓ Sensor Compresor y Turbina S/Po
- ✓ Sensor Colector de Admisión P/T
- ✓ Sensor Tanque de Combustible P/T
- ✓ Sensor Filtro de Combustible P/dP/T
- ✓ Sensor Bomba de Combustible P/T
- ✓ Sensor en Inyección de Combustible P/T
- ✓ Sensor en Combustibles Alternativos P/T
- ✓ Caja del Cigüeñal P
- ✓ Leva y Cigüeñal S/Po
- ✓ Bomba de Aceite P/T
- ✓ Filtro de Bomba de Aceite P/dP/T
- ✓ Refrigerante P/T
- ✓ EGR P/dP/T

Transmisión

- ✓ Aceite de Transmisión P/T
- ✓ Eje de la Transmisión S/Po
- ✓ Controles de la Transmisión Automática P/S/Po

Chasis & Seguridad

- ✓ Sistemas de Freno P
- ✓ Sistemas de Suspensión P
- ✓ Llantas S
- ✓ Sistema de Monitoreo de Presión de Llantas

Comfort de Cabina

- ✓ Aire Acondicionado P/T
- ✓ Aire en Cabina P
- ✓ Filtro de Aire en Cabina P

Escape

- ✓ Escape P/dP/T

Sistemas Auxiliares

- ✓ Sistemas de Aire P/T
- ✓ Sistemas de Hidráulicos e Implementos P/T/S/Po
- ✓ Filtros de Aire P/dP/T

Sistemas Eléctricos

- ✓ Fugas Térmicas P
- ✓ Gestión Térmica P/T
- ✓ Corriente de Batería
- ✓ Unidades de Distribución de Energía
- ✓ Sistemas de Gestión de Baterías
- ✓ Contactos (Alto/ Bajo Voltaje)
- ✓ Fusibles (Alto/Bajo Voltaje)
- ✓ Protector de Fusibles
- ✓ Switches de Energía
- ✓ Circuit breakers
- ✓ Convertidores de Energía DC a AC

Autonomía

- ✓ High-resolution RADAR
- ✓ LIDAR
- ✓ IMU

Conectividad
(In Commercial Trucks & Trailers)

- ✓ Wireless Vehicle Area Network
- ✓ Control de Neumáticos
- ✓ Sensor de Peso

Control de Maquinaria

- ✓ Sistemas de Control Integrados.
- ✓ Paneles de Control - EH Joysticks y Grips Multifunciones
- ✓ Controles de Plataforma
- ✓ Controles Secundarios (incl. Rockers, Keypads, Jog Dial)
- ✓ Control Electrónico de Acelerador
- ✓ Controles de Eenganche y Fuerza
- ✓ Panel de Control de Sistemas de Aire.
- ✓ Detector de Presencia de Operador

50+ DISPOSITIVOS POR VEHÍCULO

Fig. 6: 50+ Dispositivos por vehículo.
Fuente: Sensata Workday.

➤ **Sistemas de Misión Crítica para la Industria Aeronáutica.**

Donde están nuestros productos?
En Sistemas de Misión-Crítica para la Industria Aeronáutica

1,000+
DISPOSITIVOS EN AVIONES COMERCIALES

<p>Sistemas de Energía</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Protección de Circuitos. ✓ Distribución de Energía. <p>Sistemas del Motor</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Empuje Inverso ✓ Compresores ✓ Sistemas de Combustible ✓ Controles de Motor ✓ Controles de Válvulas ✓ Generadores de Energía <p>Controles de Vuelo</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Sistemas de aterrizaje ✓ Flaperones ✓ Alerones ✓ Inyección de Combustible. ✓ Yaw damper ✓ Rudder ✓ Elevadores 	<p>Controles de Ambiente</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Controles de Cabina ✓ Bleed Air ✓ Presión en los Ductos ✓ Ciclos de Maquinas de Aire ✓ Enfriadores ✓ Controles de Anti-hielo ✓ Detección de Hielo <p>Aterrizaje & Frenado</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Controles Eléctricos de Frenos ✓ Tren de Aterrizaje ✓ Temperatura / Presión ✓ Puertas & Escotillas <p>Controles de Pilotos</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Piloto Automático ✓ Mandos Electrónicos ✓ Selector de Flaps ✓ Aceleradores ✓ Controles de Mando ✓ Detectores de Humo ✓ Supresores de Fuego ✓ Desempañadores ✓ Limpiadores 	<p>Otros</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Unidad Auxiliar de Poder ✓ Sistemas y Control de Agua ✓ Nosewheel Steering ✓ Energía de Emergencia ✓ Sensores de Información de Aire ✓ Bombas Hidráulicas ✓ Acumuladores Hidráulicos ✓ Elevadores de Carga
--	---	---

Fig. 7: 1,000+ Dispositivos en aviones comerciales.
Fuente: Sensata Workday.

➤ **Edificios y Hogares para Mejorar la Eficiencia y el Confort.**

Donde están nuestros productos?
En edificios y hogares para mejorar la eficiencia y el confort.

50+
DISPOSITIVOS EN EDIFICIOS

<p>Equipamiento de Edificios</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ HVAC & R ✓ Calefactores ✓ Bombas de Agua ✓ Seguridad / Controles de Acceso ✓ Sistemas de Iluminación ✓ Iluminación de Piso ✓ Iluminación Empotrada ✓ Sistemas de Spa ✓ Puertas Movedizas ✓ Vacio, Planchado, Pequeñas Aplicaciones ✓ Puertas de Garage ✓ Bomba de Sumidero ✓ Elevadores, Escaleras, Ascensores <p>Aplicaciones</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Aplicaciones en Cocinas (Refrigeradores, Microondas, Fregador) ✓ Lavadora / Secadora ✓ Aire Acondicionado ✓ Ventiladores ✓ Trituradores de Basura ✓ Deshumidificador / Humidificador 	<p>Exteriores</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Iluminación ✓ Compresores ✓ Generadores ✓ Sistemas de Alberca ✓ Herramientas de Taller / Baterías
---	--

Fig. 8: 50+ Dispositivos en edificios.
Fuente: Sensata Workday.

➤ **Mejorar la Eficiencia y Seguridad en Aplicaciones Industriales.**

Donde están nuestros productos?
Mejorando la eficiencia y seguridad en aplicaciones industriales

40+
SENSORES & CONTROLES PARA LA INDUSTRIA

<p>Automatización</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Maquinaria de Plásticos ✓ Producción Electrónica ✓ Válvulas Industriales & Motores ✓ Empacadoras ✓ Compresores ✓ Sistemas Industriales de Impresión. ✓ Fabricación de Chimeneas ✓ Juegos y Entretenimiento ✓ Fabricación de Vidrio ✓ Hornos Industriales ✓ Sistemas Hidráulicos ✓ Motores & Drives ✓ Sistemas de Scanners ✓ Manejo de Materiales ✓ Fabricación de Herramientas 	<p>Energía & Infraestructura</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Agua & Tratamiento de Residuos ✓ Sistemas de Energía Solar ✓ Sistemas de WI FI ✓ Turbinas de Viento ✓ Generadores de Energía ✓ Sistemas de Alimentación Ininterrumpida ✓ Distribución de Red Eléctrica ✓ Maquinas de Diseño ✓ Simuladores ✓ Herramientas de Profundidad ✓ Red Alámbrica ✓ Tubos de Enfriamiento ✓ Bombas de Lodo ✓ Separadores de Metal
<p>Alimentos & Bebidas</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Alimentos & Dispensadores de Bebidas ✓ Refrigeración ✓ Maquinas Expendedoras ✓ Maquinas Procesadoras de Alimentos ✓ Inspección y Empaque de Alimentos ✓ Hornos ✓ Tostadores ✓ Vaporizadores ✓ Cafeteras / Maquinas de Bebidas ✓ Calientes ✓ Bandejas Calentadoras 	<p>Medico</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Pequeños y Grandes Esterilizadores ✓ Incubadoras ✓ Anestesia & Aire Medico ✓ Concentradores de Oxigeno ✓ Camas de Hospital ✓ Sistemas de Refrigeración (Almacenamiento/Transportación) ✓ Cámara de Clima ✓ Motores Medicos ✓ Centrifugadores ✓ Equipo Cosmético

*Fig. 9: 40+ Sensores y controles para la industria.
Fuente: Sensata Workday.*

Sensata ayuda a los clientes a resolver sus problemas más desafiantes y a evolucionar continuamente para satisfacer las demandas de sus mercados.

Los clientes han confiado en la experiencia de Sensata en la industria y soluciones por décadas, lo que permite responder rápidamente a necesidades cada vez más complejas y cambiantes, además de estar listos hoy para las mega tendencias del mañana al usar nuestras fortalezas correctamente.

Se tienen cuatro impulsores claves que están dan forma a los mercados clave de Sensata para la próxima década y se capitalizan estas tendencias:

- 1. Limpio & Eficiente.** Necesidad prioritaria de productos más limpios y eficientes.
- 2. Electrificación.** Demanda de productos para la electrificación.
- 3. Autonomía.** Habilitar la autonomía y eficiencia operacional.
- 4. Inteligente & Conectado.** Equipos conectados para acciones prácticas.

El enfoque es en los segmentos de mercado de más alto valor para lograr generar una diferencia significativa.

➤ **Certificaciones.**



Calidad



Automotriz



Aeroespacial



Seguridad en el Trabajo



Ambiental



*Fig. 10: Certificaciones.
Fuente: Sensata Workday.*

2.1. Historia.

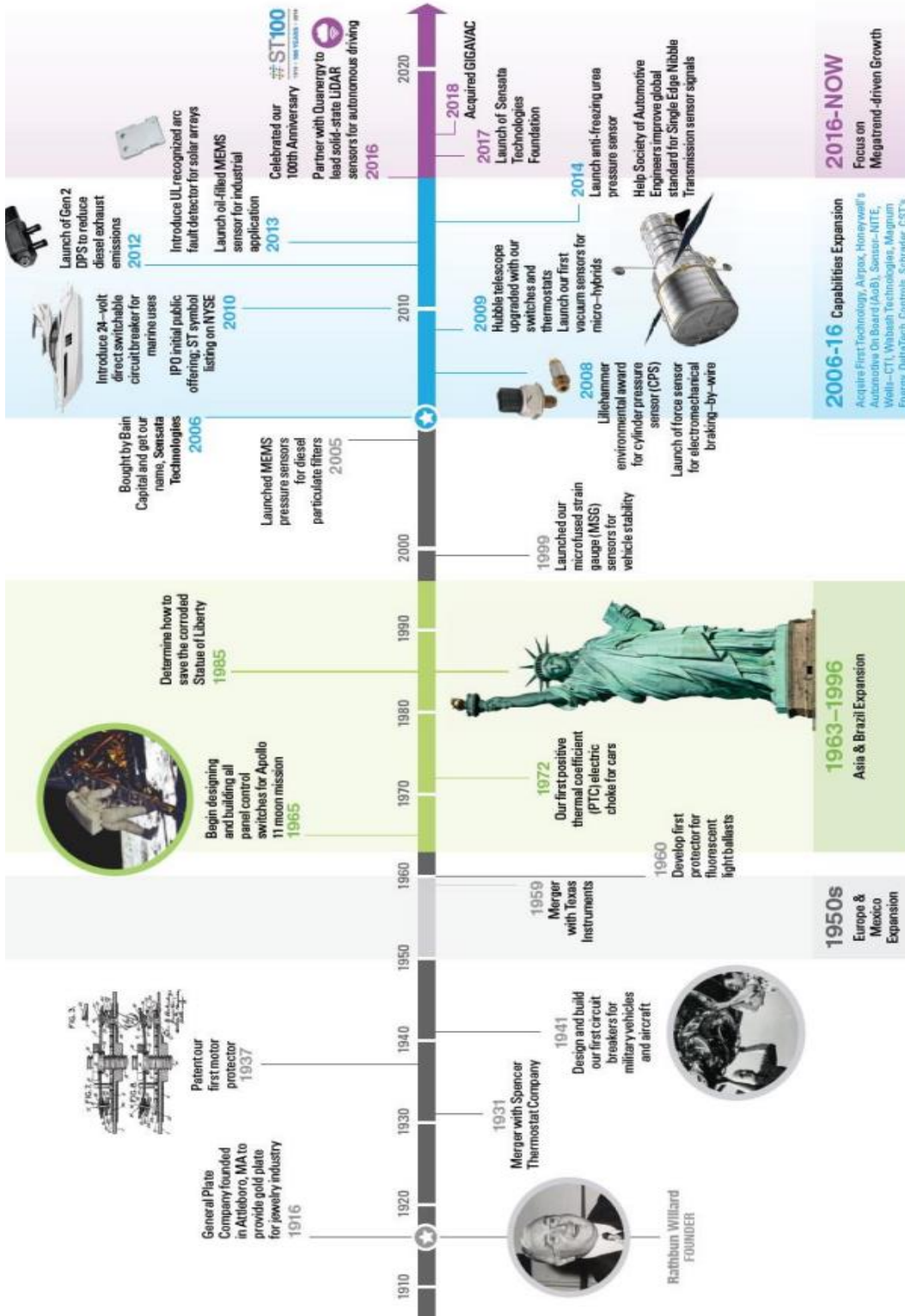


Fig. 11: Línea de tiempo; Sensata.
Fuente: Sensata Workday.

1916. Nace General Plate Company fundada por Rathbun Willard en Attleboro Massachusetts para abastecer de placas de oro a la industria joyera de Rhode Island.

1930. John Spencer inventa el sistema de disco bimetálico para evitar el sobrecalentamiento de motores eléctricos y crea Spencer Thermostat Co.

1931. John Spencer y Rathbun Willard fusionan sus empresas para formar "Metal and Controls Corp."

1937. Se patenta nuestro primer moto-protector.

1941. Diseño y construcción del primer interruptor automático para vehículos militares y aeroespaciales.

➤ **1950's, Expansión a México y Europa.**

1959. Texas Instruments compra Metals and Controls Corp.

1960. Se desarrolla el primer protector para balastos de luz fluorescente.

➤ **1963 - 1996 Expansión a Asia y Brasil.**

1965. Se inicia el diseño y construcción de todos los switches del panel de control para la misión lunar del Apolo 11.

1972. Diseño y construcción de la primera reactancia eléctrica de coeficiente térmico positivo (PTC) para automóviles.

1983. La División Materiales y Controles de Texas Instruments selecciona Aguascalientes como sitio de expansión.

1985. El laboratorio electroquímico y de corrosión de Sensata determino como salvar del deterioro por corrosión del exterior de cobre de la Estatua de la Libertad.

1997. Se inaugura la planta "Morelos" de Texas Instruments, especializada en operaciones de la división de "Metals & Controls"

1999. Lanzamiento de los sensores "Microfused Strain Gauge" (MSG) para la estabilidad de los vehículos.

2005. Lanzamiento de los sensores de presión para los filtros de partículas diésel.

➤ **2006 -2016 Expansión de capacidades.**

Adquisición de: Acquire First Technology, Airpax, Honeywell's, Automotive on Board (AoB), Sensor NITE, Wells-CTI, Wabash Technologies, Magnum Energy, Delta Tech Controls, Schrader and CST's.

2006. Bain Capital compra la División "Sensors and Controls" a Texas Instruments y en ese momento nace Sensata Technologies.

2008. Se logra el premio medioambiental Lillehamer para el sensor de presión de cilindros (CPS).
Lanzamiento del sensor de fuerza para el frenado electromecánico por cable.

2009. El telescopio Hubble es mejorado con switches y termostatos de Sensata.
Lanzamiento del primer sensor de vacío para microhíbridos.

2010. Se introduce un interruptor automático de 24 voltios de conmutación directa para usos marinos.
El 11 de marzo Sensata Technologies inicia operaciones en la New York Stock Exchange (NYSE).

2012. Lanzamiento de los sensores generación 2 para reducir las emisiones del escape en vehículos a diésel.

2013. Se introduce un detector de fallos de arco para paneles solares reconocido por UL (Underwriters Laboratories).
Lanzamiento de los sensores "oil-filled" para aplicación industrial.

2014. Lanzamiento del sensor de presión de urea anticongelante.
Se ayuda a la "Society of Automotive Engineers" a mejorar la norma mundial para las señales de los sensores de transmisión de un solo borde (Single Edge Nibble).

➤ **2016 a la Actualidad.**

Centrarse en el crecimiento impulsado por las mega-tendencias.

2016. Se celebra el 100º aniversario de Sensata.
Se asocia con Quanergy para liderar los sensores LiDAR de estado sólido para la conducción autónoma.

2017. Lanzamiento de la Fundación Sensata Technologies.

2018. Adquisición de GIGAVAC.

2.2. Misión.

Generar el máximo valor posible para Sensata, nuestros clientes, nuestros socios y nuestra gente, para alcanzar consistentemente resultados de excelencia en calidad, entrega y lanzamiento de nuevos productos, apoyado en un equipo ganador y respetuoso del medio ambiente.

2.3. Visión.

Que queremos ser un líder mundial e innovador temprano en sensores de misión-crítica, ricos en soluciones e ideas.

2.4. Propósito.

Existimos para ayudar a nuestros clientes y socios en sus necesidades para un mundo más seguro, más limpio, con mayor eficiencia energética, electrificado y conectado.

2.5. Valores.

- **Integridad:** Somos abiertos y honestos con todos nuestros socios. Hacemos lo que es correcto y entregamos lo que prometemos.
- **Flexibilidad:** Operamos en un ambiente dinámico de cambios rápidos, por lo que actuamos con agilidad para servir de la mejor manera posible a nuestros socios.
- **Excelencia:** Luchamos por la mejora continua en todo lo que hacemos. Encontramos maneras nuevas e innovadoras para resolver problemas y hacer crecer la compañía y a nosotros mismos.
- **One sensata:** Tenemos confianza y respeto entre nosotros. Reconocemos que una visión compartida, una diversidad de pensamiento y un equipo global es central para continuar con nuestro éxito.
- **Pasión:** Tenemos un equipo dedicado y comprometido que trabaja para resolver algunos de los problemas más retadores del mundo. Somos apasionados al servir a nuestros clientes y construir nuestro futuro.

2.6. Principales clientes.



Fig. 12: Principales clientes.
Fuente: Sensata Workday.

2.7. Organigrama de liderazgo estratégico.



Fig. 13: Organigrama de liderazgo estratégico.
Fuente: Sensata Workday.

2.8. Descripción del área de trabajo.

2.8.1. Laboratorio de análisis de falla (FAL).

El análisis de falla es un proceso crítico para determinar la raíz física de los problemas. El proceso es complejo, se basa en diferentes disciplinas y utiliza una extensa variedad de técnicas de observación, inspección y análisis.

Uno de los factores clave para realizar correctamente un análisis de fallas es mantener la mente abierta mientras se examina y analiza la evidencia para fomentar una perspectiva clara e imparcial de la falla. El análisis de falla es un paso crítico en el proceso general de resolución de problemas y es clave para corregir y prevenir fallas, lograr niveles más altos de calidad, confiabilidad y mejorar la satisfacción del cliente.

Inicialmente el laboratorio de Análisis de Falla en Sensata fue diseñado solamente con pruebas funcionales enfocadas a los productos que se le vendían a Continental, estas pruebas son:

➤ **Caracterización.**

Se utilizan varios equipos para las pruebas de caracterización, también conocida como ploteo o prueba funcional de los sensores, estos equipos son:

- **Test Box:** Caracterización de la tensión y la corriente por software a nivel del sensor del modelo Continental y caracterización de la capacitancia a nivel de CSE. Este equipo también tiene la capacidad de realizar calibraciones. Además de trabajar con la señal SENT (Single Edge Nibble Transmisión) que es una señal digital.



Fig. 14: Test Box.

Fuente: Creación propia, 2022.

- **APT Chart:** Caracterización de la tensión del software a nivel de sensor de los diferentes modelos de APT manufacturados en Sensata Technologies.



*Fig. 15: APT Chart.
Fuente: Creación propia, 2022.*

- **Caracterización manual:** Caracterización manual de la tensión del sensor APT de los diferentes modelos montados en Sensata Technologies.



*Fig. 16: Caracterización manual.
Fuente: Creación propia, 2022.*

Equipos:

- Controlador de presión.
- Fuente de Tensión.
- Multímetro.
- Horno.
- RCL en Test Box.

➤ **Mediciones eléctricas.**

Equipos de mediciones eléctricas tanto a nivel sensor (Tap-Plug Test, EMC) como a componentes internos (Circuitos integrados, Resistencias y Capacitores de posición).



*Fig. 17: Estación de mediciones eléctricas.
Fuente Creación propia, 2022.*

Equipos:

- LCR.
- Fuentes de Voltaje.
- Multímetros.
- Décadas de Resistencias.

➤ **Leak Tester.**

Equipo para pruebas de fugas en los sensores que utiliza un detector turbo test, cabina de prueba y helio 3.8. La prueba es pieza por pieza, con un tiempo estimado de 40 min. Posteriormente se realiza una inspección interna para detectar una posible causa raíz de la falla, en caso de que se haya detectado una fuga en el sensor.



*Fig. 18: Leak Tester.
Fuente: Creación propia, 2022.*

➤ **Inspección visual.**

Se abren las piezas y se inspeccionan internamente con la ayuda de un microscopio para detectar posibles defectos o contaminación en los componentes internos del ensamble.



Fig. 19: Inspección visual.
Fuente: Creación propia, 2022.

Equipos:

- Computadora.
- Microscope Nikon SMZ 745T, 10x/23, Zoom Range 0.65-5x.
- Camera Nikon Digital Sight DS-fi1.

2.8.2. Organigrama del laboratorio de análisis de falla.

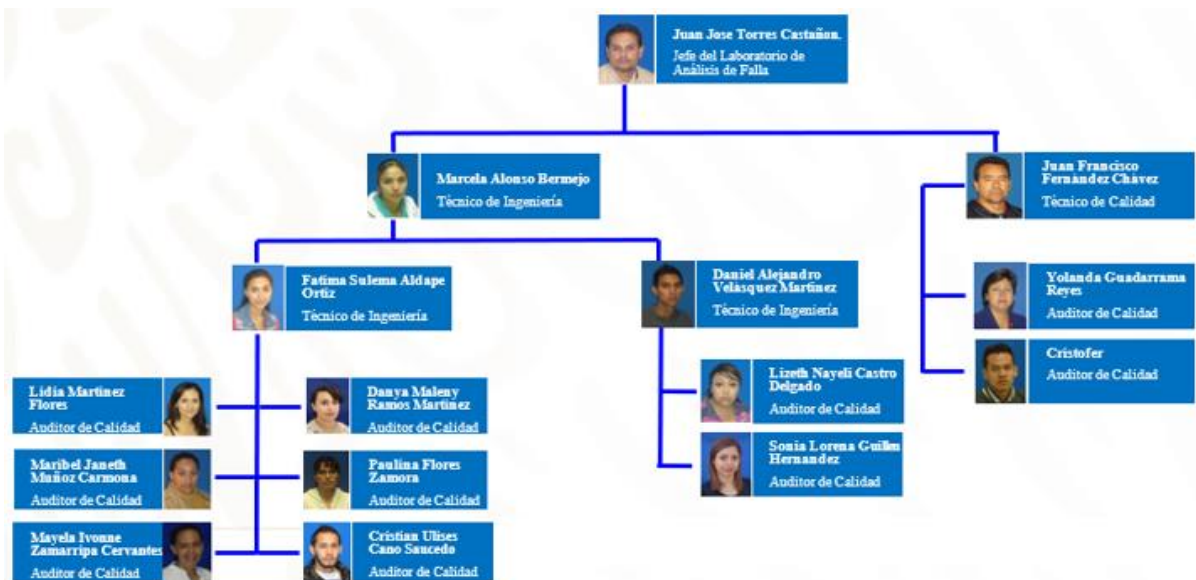


Fig. 20: Organigrama del laboratorio de análisis de falla.
Fuente: Creación propia, 2022.

3. PROBLEMAS POR RESOLVER.

Actualmente no se tienen los recursos necesarios en Sensata Technologies para el análisis de falla de algunos procesos clave, como, por ejemplo, el proceso de soldadura, por lo cual, el tiempo de respuesta a los problemas en las líneas es demasiado largo, esto afecta la eficiencia de las líneas de producción (principalmente en APT).

Debido a lo mencionado anteriormente, el volumen de análisis requeridos a laboratorios externos fue al alza, por lo cual se detectó la necesidad de incrementar el alcance del laboratorio de Análisis de Falla del sitio de Aguascalientes, para eliminar o por lo menos disminuir la cantidad de análisis requeridos a laboratorios externos que generaban costos y tiempos de espera largos. De aquí surgió la idea de implementar un *laboratorio metalográfico y de caracterización de materiales*, para complementar el laboratorio de análisis de falla.

Con esto se busca:

3.1 Incrementar la eficiencia en el proceso de APT en un 2%.

Al tener en sitio un laboratorio de metalografía y de caracterización de materiales, la capacidad en el laboratorio de análisis de las fallas de realizar los análisis de causa raíz de los problemas en líneas de producción se incrementaría, con esto, se podrán reducir los tiempos de respuesta considerablemente y así se podrá lograr incrementar la eficiencia en las líneas de producción, al no tener paros tan prolongados y/o producción con problemas (generación de scrap).

3.2. Eliminar los costos por análisis en laboratorios externos, por lo menos en un 90%.

Debido al crecimiento de Sensata Technologies, también ha aumentado la cantidad de requerimientos para la realización de análisis a los diferentes materiales y procesos, por lo cual, también ha aumentado la cantidad de recursos económicos destinados al pago de estos análisis. Cabe mencionar que, la mayoría se realizan en el extranjero, que generan costos adicionales por la mensajería, y solo algunos se realizan en laboratorios nacionales especializados.

Al contar con el laboratorio en sitio, reduciríamos considerablemente estos costos.

3.3. Reducir el tiempo de respuesta en análisis de laboratorios, de 15 días a máximo 5 días.

Al tener la necesidad de realizar análisis especializados y además al realizarse la mayoría en el extranjero, esto genera tiempos de espera demasiado largos que pueden provocar paros de línea y/o alto volumen de scrap, al no tener clara la causa raíz del problema.

Al tener el laboratorio en sitio, reduciríamos considerablemente estos tiempos de espera.

3.4. Evitar que el rendimiento del proceso (Yield) en APT baje a menos del 94%.

Cuando no se tiene conocimiento de la probable causa raíz de algún problema, no se puede dar una solución satisfactoria al problema, esto provoca paros de línea o incremento en scrap, que nos llevan a la disminución del Yield a porcentajes de menos del 90%.

Al tener el laboratorio en sitio, podríamos realizar los análisis rápidamente para conocer la causa raíz en tiempo, para la solución de los problemas en línea y así evitar la reducción drástica del Yield.

3.5. Cumplimiento en un 100% con el sistema de gestión de calidad.

Actualmente, cualquier empresa que quiera destacar como de clase mundial, tiene que cumplir con todos los requerimientos de las normas nacionales e internacionales, así como los requerimientos específicos de cada uno de los sectores a los cuales se les pretende vender sus productos. Para lograr lo anterior se debe de cumplir con el sistema de gestión de calidad en la empresa.

4. OBJETIVOS GENERAL Y ESPECÍFICOS.

La Implementación y puesta en marcha de un laboratorio metalográfico y de caracterización de materiales para complementar el laboratorio de análisis de falla en Sensata Technologies de México S. de RL. de C.V.

4.1. Objetivo general.

- Incrementar la eficiencia en el proceso de APT en un 2%.

4.2. Objetivos específicos.

1. Eliminar los costos por análisis en laboratorios externos por lo menos en un 90%.
2. Reducir el tiempo de respuesta en análisis de laboratorio de 15 días a máximo 5 días.
3. Evitar que el rendimiento (yield) del proceso APT baje a menos del 94%.
4. Cumplimiento en un 100% con el sistema de gestión de calidad.

5. JUSTIFICACIÓN.

Sensata Technologies es una empresa dedicada a la manufactura de sensores y controles de todo tipo. Estos productos llevan procesos específicos y especializados que dependen en gran medida del uso de materia prima de la mejor calidad, por lo cual, surge la necesidad de contar con un laboratorio que sea capaz de analizar a nivel microscópico la composición química de los materiales, así como de la verificación de sus procesos clave.

El departamento de manufactura es el encargado de desarrollar proyectos de mejora a los procesos de producción, por lo cual es el encargado de proporcionar los recursos necesarios para la implementación y puesta en marcha del laboratorio metalográfico y caracterización de materiales.

En el laboratorio metalográfico y caracterización de materiales se analizan las características microestructurales o constitutivas de los materiales (metales, aleaciones y polímeros) y los procesos clave de producción (soldadura, ensamble, etc.) la información que puede suministrar un análisis metalográfico y/o de caracterización de materiales es amplio; se obtiene mediante la extracción y preparación de muestras que posteriormente son estudiadas y analizadas.

Los equipos e instrumentos utilizados son:

- Cortadora de precisión (disco de diamante).
- Pulidora.
- Microscopio metalográfico.
- Equipo de lavado ultrasónico.
- Balanza analítica.
- IC (Cromatógrafo Iónico).
- SEM (Microscopio de Barrido Electrónico).
- XRF (Fluorescencia de Rayos X).
- FTIR (Espectrometría Infrarroja con Transformada de Fourier).

Todos estos equipos ayudan a cumplir con todos los procedimientos necesarios para realizar un estudio metalográfico y/o de caracterización de la muestra de una manera eficaz.

La razón principal por la cual surgió la necesidad de la implementación del laboratorio metalográfico y de caracterización de materiales fue para cumplir con un requerimiento de nuestro mayor cliente (GM), que solicitó la contratación de un especialista con nivel de doctorado estuviera a cargo del laboratorio de análisis de falla para liderar el crecimiento del laboratorio y el desarrollo del personal para así garantizar la confiabilidad en los análisis de sus productos.

Otra de las razones es que en la actualidad la eficiencia de las líneas de producción ha bajado debido a que los tiempos de respuesta para la solución de problemas es largo al no contar con un laboratorio en sitio para el análisis de la causa raíz de los problemas en línea, además de que el sitio de Aguascalientes de Sensata invierte demasiado en envío, análisis y retorno de muestras, principalmente al laboratorio de Attleboro, Massachussets, Estados Unidos y los tiempos de espera para obtener los resultados de los análisis que son demasiado largos, 15 días de espera aproximadamente.

En ocasiones estos costos son demasiado graves, ya que pueden llegar a provocar paros de línea o incremento de scrap en las líneas de producción de Sensata, que, a su vez, puede llegar afectar al cliente por falta de cumplimiento en las entregas y paros en sus líneas de producción; en ese momento el costo no solo es económico, por las penalizaciones a las cuales se haría acreedor Sensata, sino que se convierte en pérdida de confianza y prestigio de la empresa.

Como podemos ver, las razones para la contratación del especialista en Sensata, así como la solución a los problemas descritos anteriormente, son importantes y trascendentes, ya que, al poder realizar los análisis de fallas en sitio, se podrá lograr reducir los tiempos de respuesta para encontrar las causas raíz de los problemas y solucionarlos en tiempo y forma, para evitar que afecten demasiado el Yeld y lo más importante, que no afecten a nuestros clientes.

CAPITULO 3: MARCO TEÓRICO.

1. MARCO TEÓRICO.

1.1. Laboratorio metalográfico.

En el laboratorio de metalografía se analizan las características microestructurales o constitutivas, principalmente de los metales y aleaciones, la información que puede suministrar un análisis metalográfico es demasiado amplia, esta se obtiene mediante la extracción, preparación, estudio y análisis de muestras. Las máquinas, equipos e instrumentos utilizados en esta rama son: microscopio metalográfico, pulidora, durómetro, micro durómetro, cortadora de disco, montadora de probetas y equipo de lavado ultrasónico; todos estos, ayudan a cumplir con los procedimientos necesarios para realizar un estudio metalográfico de una manera eficaz y eficiente.

Es necesario recalcar que en este laboratorio hay un potencial de riesgo químico porque se utilizan sustancias peligrosas para la preparación y ataque de algunas muestras, por lo cual, se necesita un manejo adecuado de estas sustancias químicas, para evitar cualquier contratiempo en la seguridad de personas como del laboratorio.

A continuación, se describe la función de cada uno de los equipos utilizados en el laboratorio:

1.1.1. Cortadora de precisión (Disco de diamante).

Tiene como función cortar la muestra del material a estudiar mediante un disco de corte de forma segura y precisa para evitar que se produzca microfracturas en el espécimen que pueden alterar el resultado del estudio, la temperatura de corte es controlada mediante un sistema de refrigeración, que evita que el disco se sobrecaliente, además, cuenta con una perilla para regular la velocidad de rotación del disco de corte.



*Fig. 21: Cortadora de precisión.
Fuente: Creación propia, 2022.*

1.1.2. Cabina de extracción de gases.

Una campana o cabina de extracción en los laboratorios son un medio efectivo para captar vapores inflamables, irritantes, corrosivos, carcinogénicos, etc. para prevenir de exposiciones al personal y evitar la diseminación de estas en la atmósfera del laboratorio. Cuando la compuerta está cerrada, la cabina es también una barrera física que protege al operador de peligros tales como salpicaduras, aerosoles, fuegos y explosiones menores.



*Fig. 22: Extractor de gases.
Fuente: Creación propia, 2022.*

1.1.3. Máquina pulidora.

La máquina pulidora se compone de uno o dos discos para llevar a cabo el pulido de muestras metalográficas hasta obtener una apariencia de espejo, se debe agregar una pequeña cantidad de alúmina en líquido sobre el paño para obtener mejores resultados, además que está equipada con un sistema de refrigeración, que evita sobrecalentamiento en la muestra durante esta operación.

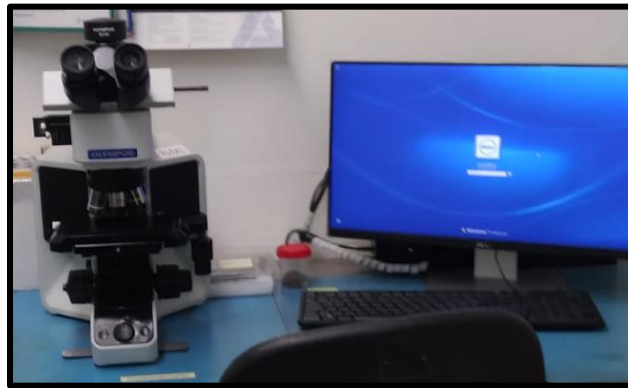


*Fig. 23: Máquina pulidora.
Fuente: Creación propia, 2022.*

1.1.4. Microscopio metalográfico.

Se utiliza en la inspección de muestras debido a su gran capacidad de ampliación óptica artificial que facilita la visualización de características pequeñas. Su función contrasta con la del microscopio que implica inspeccionar una muestra con la única ayuda del ojo humano.

En el microscopio metalográfico se utilizan diferentes filtros para mejorar el contraste y enfatizar características específicas basadas en las propiedades del material. Esto se logra con aumentos que normalmente oscilan entre 25X y 1000X. En materialografía, la luz reflejada es el tipo más común utilizado en los microscopios ópticos de luz. También se utiliza el microscopio óptico de luz transmitida, aunque principalmente en las muestras de mineralogía (Creación propia, 2022).



*Fig. 24: Microscopio metalográfico.
Fuente: Creación propia, 2022.*

➤ ¿Qué es y para qué sirve el análisis metalográfico?

Este análisis es la ciencia que estudia las características de metales o aleaciones, las cuales están relacionadas con las propiedades químicas y mecánicas. Es un estudio de alto valor para la caracterización de los materiales.

Este importante análisis consiste en dos pasos: Preparación y Análisis.

La preparación consiste en tres procesos: Corte, Montaje para un mejor manejo de muestra y Descarte / Pulido, en estos procesos de preparación el objetivo es limpiar el material y dejar acabado espejo.

- **Corte:** Se cortan los materiales con equipos especiales para la obtención de una mejor planicidad en la cara del material a analizar.
- **Montaje:** una vez cortada la muestra se monta (encapsula) para un mejor manejo del material a analizar, en los equipos de sujeción.

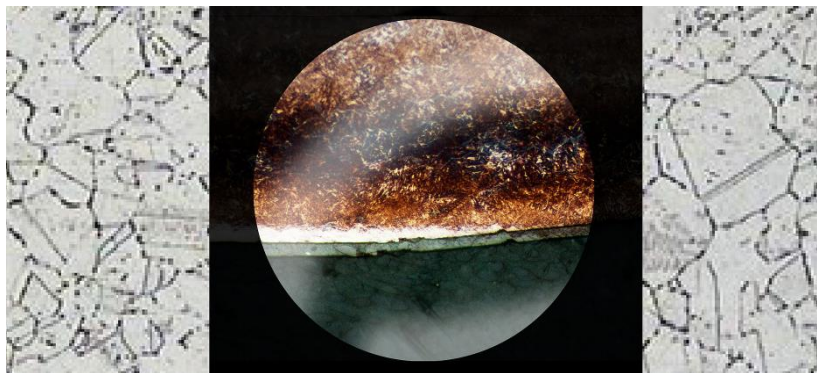
- **Desbaste / Pulido:** Una vez concluidos los procesos anteriores, se procede con el desbaste y pulido en donde se obtiene la preparación final, como por ejemplo “acabado espejo” para el caso de los materiales metálicos.



*Fig. 25: Preparación de muestra metalográfica.
Fuente: <https://www.blog.metalinspec.com.mx>*

El proceso de Análisis consiste en dos procesos: Ataque químico para la revelación de la estructura y Análisis de la muestra en el microscopio.

- **Ataque químico para la revelación de la estructura:** Este proceso se realiza al sumergir la muestra en una mezcla de elementos químicos durante algún tiempo y a una cierta temperatura. La mezcla de elementos químicos, el tiempo y la temperatura dependen del material a analizar.
- **Análisis de la muestra en el microscopio:** Este paso es clave e importante para el estudio de los materiales y sus propiedades, como: tamaños de grano, profundidades de soldaduras, espesores, recubrimientos, porcentajes de áreas de diferentes aleaciones, tamaños de partículas, entre otros, en donde cada uno de ellos se compara con la especificación que se requiere para certificar el material (Metalinspec, 2022).



*Fig. 26: Análisis de un espesor de recubrimiento.
Fuente: <https://www.blog.metalinspec.com.mx>*

Para la obtención de un resultado confiable y satisfactorio, es recomendable siempre relacionar el material con su dureza y conductividad, para una mejor selección de método de preparación.

De obtener resultados diferentes a los esperados, se pueden cambiar las propiedades de los materiales por diferentes procesos como, tratamientos térmicos y rolados, entre otros.

1.2. Laboratorio de caracterización de materiales.

El laboratorio de caracterización de materiales se centra en la caracterización química, estructural y morfológica de los materiales y componentes, también estudia su evolución y degradación.

Permite el análisis, caracterización y control de calidad de materiales y componentes antes y después de su vida útil.

El primer paso antes de iniciar el conocimiento de una materia es definir la materia que se pretende estudiar. Por ello, vamos a proceder a definir lo que entendemos por:

- **Análisis:** Es la distinción, y posible separación, de las partes de un todo hasta llegar a conocer sus principios o elementos.
- **Caracterización:** Es la determinación de los atributos peculiares de un material de modo que permita distinguirlo de los demás.

Por lo tanto, el análisis pretende siempre un conocimiento más profundo de un determinado material, mientras que su caracterización es en general más limitada y puede llegar a ceñirse a uno solo de los atributos del material. Así, por ejemplo, el análisis de un material suele comprender la determinación de los diferentes átomos que forman parte de su composición, y su disposición espacial para formar estructuras moleculares y/o fases cristalinas, mientras que su caracterización puede ser únicamente una medida de su acidez, de forma que permita distinguir dicho material de otros de acidez diferente.

Para terminar de completar nuestras definiciones digamos que *Material* es un término que se refiere a la realidad primaria de la que están hechas las cosas. La amplitud de estas definiciones explica el por qué, el estudio de la caracterización y análisis de materiales sea un campo extremadamente abierto, que es posible afrontar desde diversos puntos de vista y que, por lo tanto, ninguna obra unitaria puede cubrir en su totalidad.

La ciencia que tradicionalmente se ha ocupado de las técnicas de análisis es la *Química Analítica*. Este conjunto de técnicas forma lo que se ha dado en llamar *Métodos Clásicos* de análisis. Por otra parte, el uso de una serie de propiedades de la materia, de

cuyo estudio se ocupa fundamentalmente la *Química Física*, ha dado lugar a nuevas técnicas que han permitido sobre todo la caracterización de materiales, y en muchos casos su análisis. Son los llamados *Métodos Instrumentales*, con la denominación de *Técnicas Avanzadas*. Hay que comentar sin embargo que, aunque el fundamento de estas técnicas se encuentra en la química física, es la química analítica la que habitualmente desarrolla los métodos de análisis correspondientes, de esta manera, abarca tanto los métodos clásicos como los instrumentales. Tal y como ya se ha mencionado, las técnicas instrumentales son aplicables tanto a la caracterización como al análisis de materiales, y en ellas, muchas caracterizaciones son tan completas que pueden considerarse un análisis.

En general análisis y caracterización son considerados como sinónimos. La química analítica, cuyo objetivo es la determinación de la composición química de la materia, se puede dividir en:

- **Química analítica cualitativa**, que proporciona información respecto a las especies atómicas o moleculares, o los grupos funcionales que existen en la muestra; y
- **Química analítica cuantitativa**, que proporciona información respecto a la cantidad relativa o absoluta de uno o varios de estos componentes.

La realización de un análisis cuantitativo supone la realización previa de uno cualitativo, y al conjunto del análisis se le suele referir como «cuali-cuanti». Por otra parte, de la misma manera que hemos hecho para análisis, podemos definir también caracterización cualitativa y cuantitativa.

Un tercer grupo es el análisis semicuantitativo, donde el interés estriba en comparar una serie de muestras y determinar únicamente en cuáles las cantidades de uno de los componentes es mayor y en cuáles es menor. Se trata de un análisis cuantitativo de baja precisión, pues no es necesario determinar la cantidad exacta sino solo su orden de magnitud con respecto a las demás muestras (Metalinspec, 2022).

A continuación, se describirá la función que cumplen algunos de los equipos, e instrumentos presentes en un laboratorio de caracterización de materiales:

1.2.1. Cromatógrafo iónico (IC).

En la cromatografía iónica se determinan aniones, cationes, carbohidratos y sustancias polares y se determinan en una variedad de matrices. De acuerdo a la aplicación, pueden analizarse muestras sólidas, líquidas o gaseosas. La automatización completa de estas determinaciones es cada vez más importante, ya que reduce los pasos manuales al mínimo, lo que permite mejorar la reproducibilidad y la precisión de los resultados (Metrohm, 2022).



*Fig. 27: Cromatógrafo iónico (IC).
Fuente: Creación propia, 2022.*

1.2.2. Espectrómetro infrarrojo con transformada de Fourier (FTIR).

➤ Acerca de la espectroscopía infrarroja (IR).

La espectroscopía infrarroja (IR) se basa en el hecho de que la mayoría de las moléculas absorben la luz en la región infrarroja del espectro electromagnético, convirtiéndola en vibración molecular. Esta absorción es característica de la naturaleza de los enlaces químicos presentes en una muestra.

Con un espectrómetro, esta absorción se mide como una función de longitud de onda (como números de onda, típicamente de 4000 - 600 cm^{-1}). El resultado es un espectro IR que sirve como una característica "huella digital molecular" que se puede utilizar para identificar muestras orgánicas e inorgánicas.

➤ Acerca de la espectroscopía FTIR.

En el pasado, las muestras se analizaban paso a paso, por lo que la muestra se irradiaba con diferentes longitudes de onda únicas (dispersas). FTIR por otro lado, recoge los datos espectrales de todas las longitudes de onda en una pasada.

Aquí, una fuente continua genera luz IR en una amplia gama de longitudes de onda infrarrojas. La luz infrarroja pasa a través de un interferómetro y luego se dirige a la muestra.

A diferencia de las mediciones dispersas, primero obtenemos un interferograma, que necesita ser convertido en un espectro IR.

➤ **La diferencia entre IR y FT-IR.**

Este interferograma (una señal bruta), representa la intensidad de la luz no en función de la longitud de onda, sino como una función de la posición de un espejo móvil dentro del interferómetro.

Como resultado, la señal primero debe ser transformada por Fourier (FT) para producir la representación IR más familiar de intensidad en función del número de onda. De ahí el nombre FT-IR o FTIR.

La adquisición de espectros FT-IR no sólo es mucho más rápida que la de los instrumentos dispersivos convencionales. Además, estos espectros muestran una relación señal-ruido significativamente mejor y, dado que la escala de longitud de onda está calibrada con un láser demasiado preciso, tienen una precisión de longitud de onda mucho mayor (BRUKER, 2022).



*Fig. 28: Espectrómetro infrarrojo con transformada de Fourier (FTIR).
Fuente: Creación propia, 2022.*

1.2.3. Espectrómetro de fluorescencia de rayos X (XRF).

La fluorescencia de rayos X (XRF) es una técnica analítica que se puede utilizar para determinar la composición química de una amplia variedad de tipos de muestras, entre los que se encuentran sólidos, líquidos, lodos y polvos sueltos. La fluorescencia de rayos X también se utiliza para determinar el espesor y la composición de capas y recubrimientos. Esta puede analizar elementos desde berilio (Be) hasta uranio (U) en gamas de concentración de un 100 % para niveles sub-ppm.

➤ **¿Cuáles son los beneficios del análisis XRF?**

El análisis XRF es una técnica sólida que combina alta precisión y exactitud con preparación fácil y rápida de muestras. Se puede automatizar fácilmente para su uso en entornos industriales de alto rendimiento; además, el XRF proporciona información cualitativa y cuantitativa de una muestra. La combinación sencilla de esta información

cuantitativa y cuantitativa también permite un análisis de detección rápido (semicuantitativo).

➤ **Principios detrás de XRF.**

El XRF es un método de emisión atómica, similar en este sentido a la espectroscopia de emisión óptica (OES), al plasma de acoplamiento inductivo (ICP) y al análisis de activación de neutrones (espectroscopía gamma). Estos métodos permiten medir la longitud de onda y la intensidad de la "luz" (rayos X en este caso) emitida por átomos energizados en la muestra. En XRF, la irradiación por un haz de rayos X primario procedente de un tubo de rayos X provoca la emisión de rayos X fluorescentes con energías discretas y características de los elementos presentes en la muestra.

➤ **Determinación de composición elemental.**

La tecnología que se utiliza para la separación (dispersión), la identificación y la medición de la intensidad del espectro de fluorescencia de rayos X de una muestra da lugar a dos tipos principales de espectrómetro: sistemas de dispersión de longitud de onda (WDXRF) y de dispersión de energía (EDXRF), (BRUKER, 2022).



*Fig. 29: Espectrómetro de fluorescencia de rayos X (XRF).
Fuente: Creación propia, 2022.*

1.2.4. Microscopio electrónico de barrido (SEM).

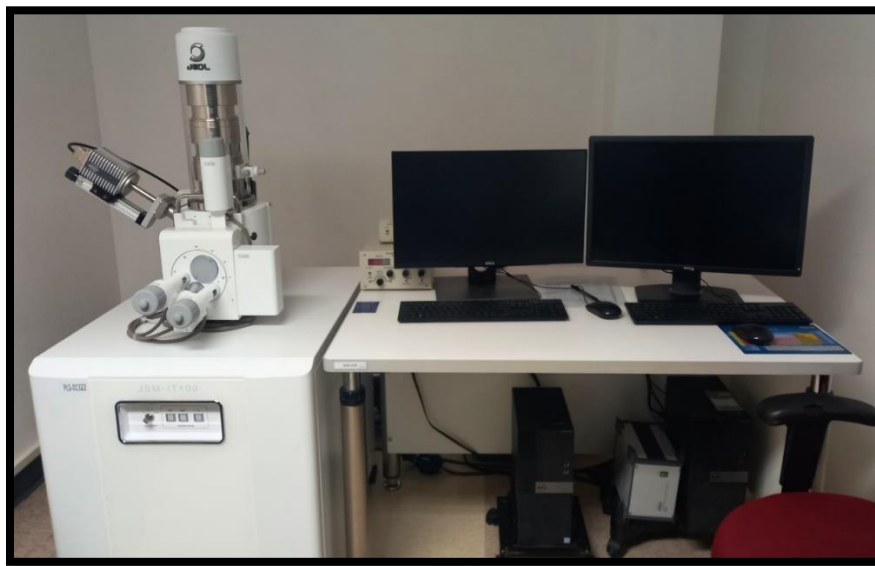
El Microscopio electrónico de barrido, mejor conocido por sus siglas en inglés como SEM (Scanning Electron Microscope), es un tipo de microscopio electrónico, diseñado para estudiar directamente las superficies de objetos sólidos, que utiliza un haz de electrones enfocados con energía relativamente baja como una sonda de electrones que se escanea de manera regular sobre la muestra. La acción del haz de electrones estimula la emisión de electrones dispersados de alta energía y electrones secundarios de baja energía de la superficie de la muestra.

Tiene capacidades únicas para analizar superficies y produce imágenes de alta resolución de estas.

➤ **¿Por qué se creó un microscopio electrónico de barrido?**

Los microscopios ópticos presentaban una ineficiencia de la longitud de onda, lo cual no les permitía lograr una mejor potencia en resolución; debido a este limitado poder de resolución, se probaron varias fuentes de iluminación como: rayos X de pequeña longitud de onda, sin embargo, no tuvo el éxito esperado. No obstante, las investigaciones que iniciaron en el año 1923 acerca de difracción electrónica sentaron las bases para la fabricación del primer microscopio electrónico.

Los microscopios electrónicos tienen longitudes de onda cortas en comparación con el microscopio óptico, lo que permite una mejor potencia de resolución; por lo tanto, aumentar la resolución de los microscopios electrónicos fue una de las principales fuerzas impulsoras durante el desarrollo del instrumento.



*Fig. 30: Microscopio electrónico de barrido (SEM).
Fuente: Creación propia, 2022.*

➤ **Principio del microscopio electrónico de barrido (SEM).**

El microscopio electrónico de barrido utiliza electrones emitidos y funciona según el principio de la aplicación de energía cinética para producir señales sobre la interacción de los electrones. Estos electrones son electrones secundarios, retrodispersados y retrodispersados difractados que se emplean para ver elementos cristalizados y fotones.

Para entender mejor la aportación de cada uno de los electrones emitidos al momento del estudio de una muestra, determinemos que los *electrones secundarios* y

retrodispersados se utilizan *para producir una imagen* y a su vez desempeñan el papel principal de detectar la morfología y la topografía de la muestra, mientras que los electrones retrodispersados muestran contraste en la composición de los elementos de la muestra.

Gracias a lo estrecho del haz de electrones, las micrografías con SEM cuentan con una gran profundidad de campo que brinda una apariencia 3D, la cual permite comprender perfectamente la estructura de la superficie de la muestra.

En resumen, las señales utilizadas por un microscopio electrónico de barrido para producir una imagen *son el resultado de interacciones del haz de electrones con átomos a distintas profundidades dentro de la muestra.*

- **Preparación de muestras:** La preparación de las muestras es relativamente fácil ya que la mayoría de los equipos SEM sólo requieren que estas sean conductoras.

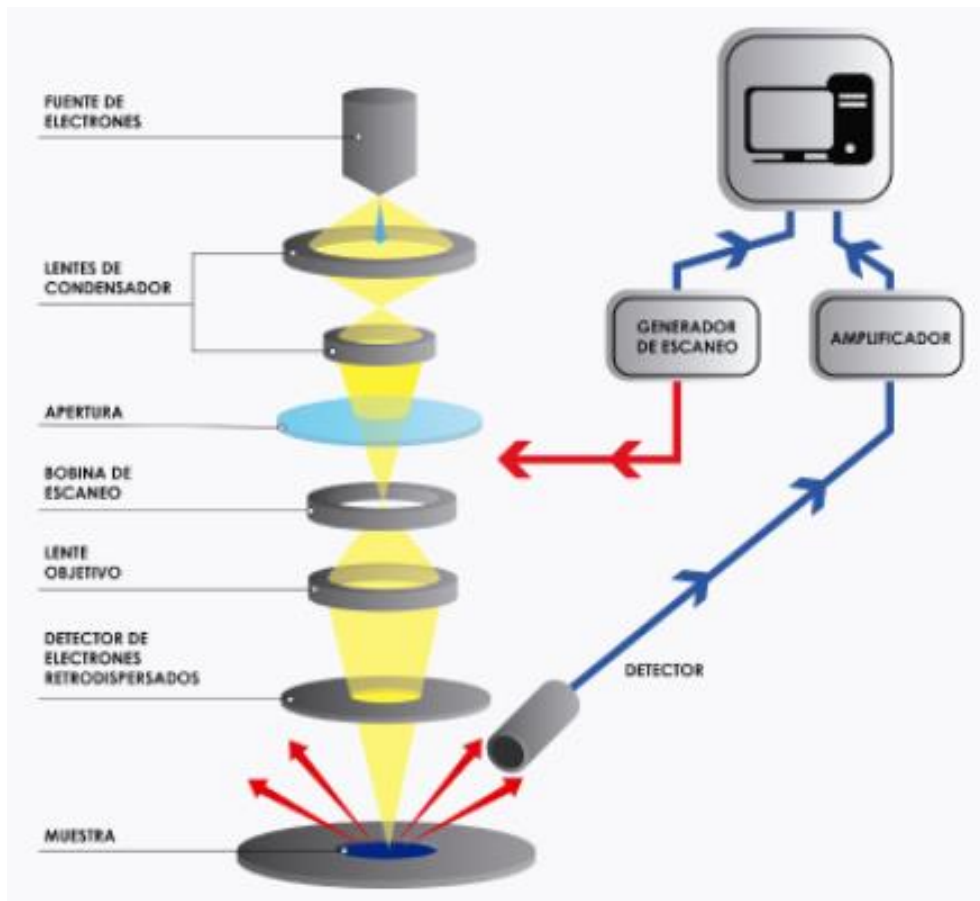


Fig. 31: Como funciona el SEM.

Fuente: <https://www.blog.metalinspec.com.mx>

Un haz de electrones se mueve en un patrón x-y a través de una muestra conductora, que libera varias señales de datos que contienen información estructural y de

composición. Debido a que se utilizan electrones como fuente de radiación en lugar de fotones de luz, se mejora la resolución. Simultáneamente, debido a que la muestra se irradia en un modo de secuencia temporal, se logra una gran profundidad de campo y las imágenes aparecen en tres dimensiones. Además, una amplia gama de aumentos (10 a 30 000x) facilita la correlación de imágenes macro y microscópicas.

El microscopio electrónico de barrido también tiene capacidades analíticas. Entre las señales de datos liberadas durante el examen se encuentran los rayos X que caracterizan la composición elemental de la muestra. Cuando se combinan la información estructural y de rayos X, surge una descripción única del espécimen. Los desarrollos más recientes en microscopía electrónica de barrido (SEM) incluyen imágenes de ondas térmicas que se utilizan para detectar defectos del subsuelo. Los dispositivos también están disponibles para estudios de fractura in situ y tienen aplicación en el estudio cinemático de la deformación.

Estas características hacen del SEM una herramienta ideal para el estudio de superficies de fractura. Los diferentes modos de fractura exhiben características únicas que son fácilmente documentadas por el SEM.

En conclusión, el SEM es utilizado en la actualidad en una amplia gama de aplicaciones industriales, que van desde la industria metalúrgica hasta la médica, esto debido a que sus estudios proporcionan datos como textura, tamaño, forma, entre otros; por medio de ellos, se logran mejoras en procesos, control de calidad y estudio de falla (BRUKER, 2022).

1.3. Casos reales de análisis en laboratorios metalográficos y de caracterización de materiales.

➤ Caso 1 - Análisis de falla y caracterización de materiales.

Se requería saber dónde y qué originó la falla en una sección a una flecha y una parte de un reformador que ocasiono problemas de continuidad dentro de una importante planta petrolera en Cadereyta, N.L.

Se realizó la caracterización de materiales y análisis de falla en una sección a 2 componentes: una flecha y una parte de reformador. Al momento de analizar la fractura nos arrojó como resultado que existía un mecanismo de falla de fatiga por corrosión, la corrosión se generó debido a un sobre calentamiento de la flecha, estas oxidaciones intergranulares causaron esta grieta en el reformador.

Una vez identificado el problema se llegó a la conclusión de que es un problema circunstancial, por lo cual, el paso a seguir era cambiar la pieza, con lo cual el reformador sigue en funcionamiento hoy en día (Fig. 32 y Fig. 33) (Metalinspec, 2022).

El Reto:

Analizar ambas piezas para detectar el origen de la falla que hubo en operación y prevenir futuras fallas que pudieran detener la producción

La Solución:

Se realizó un servicio de caracterización y análisis de falla en una sección a 2 componentes: una flecha y una parte de reformador

El Resultado:

La falla se origino debido a un sobrecalentamiento que genero oxidaciones intergranulares los cuales causaron esta grieta en el reformador

Fig. 32: Caso 1.

Fuente: <https://www.blog.metalinspec.com.mx>

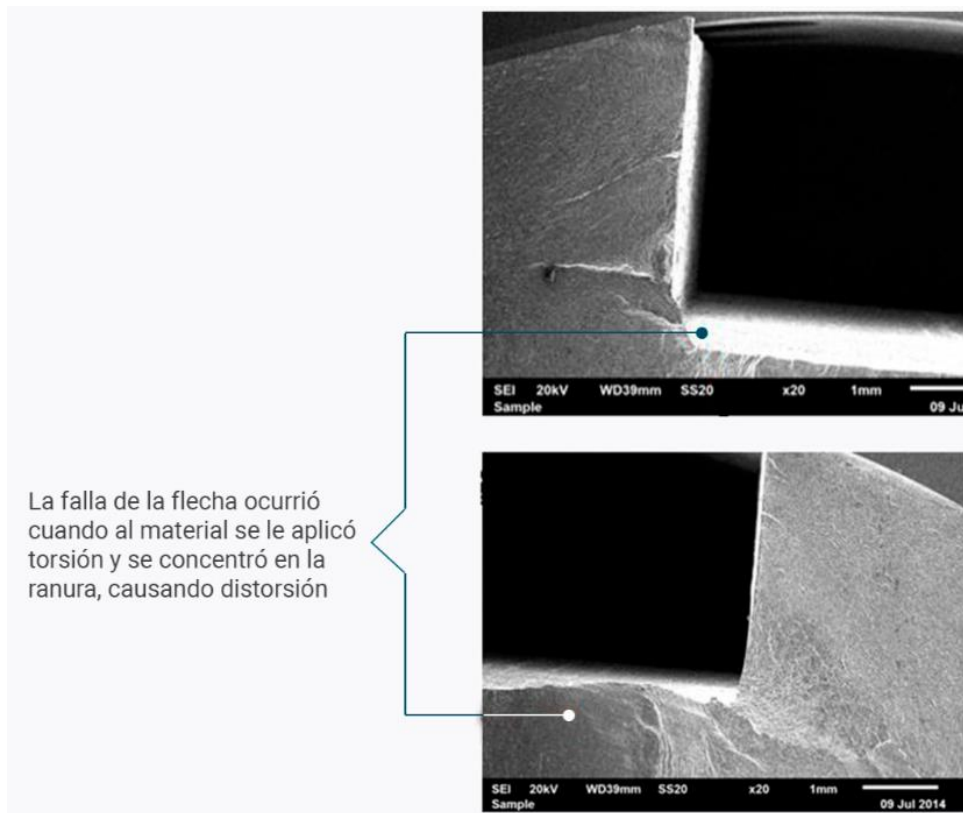


Fig. 33: Imágenes de la grieta tomadas con SEM.

Fuente: <https://www.blog.metalinspec.com.mx>

➤ **Caso 2 - Análisis de falla en tubos soldados de aluminio.**

Contar con un sistema eficiente de control de calidad permite medir y garantizar los diversos factores que intervienen en las actividades de producción a fin de poder detectar a tiempo cualquier error y garantizar que el producto cumple con todas las premisas y normativas establecidas. Un fabricante descubrió el mecanismo de falla en tubos de aluminio gracias al análisis de falla, el cual es clave para corregir y prevenir fallas y así, lograr la mayor confiabilidad de sus productos.

Sin duda nos encontramos en un entorno demasiado competitivo en la industria, donde contar con un sistema de control de calidad se ha convertido en un factor determinante para la optimización de la producción. Contar con un sistema eficiente de control de calidad permite medir y garantizar los diversos factores que intervienen en las actividades de producción a fin de poder detectar a tiempo cualquier error y garantizar que el producto cumple con todas las premisas y normativas establecidas a través de diversas pruebas en todas las fases de un proyecto desde la materia prima hasta el producto terminado.

Un importante fabricante de soluciones en refrigeración requería encontrar el mecanismo de falla en algunos tubos soldados de aluminio cuya función es dar entrada y salida de refrigerante, en dichos tubos se podía apreciar una grieta que corre de manera longitudinal al tubo, por la cual se presentan fugas, algunos tubos pueden ser retrabajados, sin embargo, en otros la falla era aún mayor abriéndose completamente por lo cual tienen que ser desechados, lo cual representa una pérdida económica (Fig. 34 y Fig. 35).

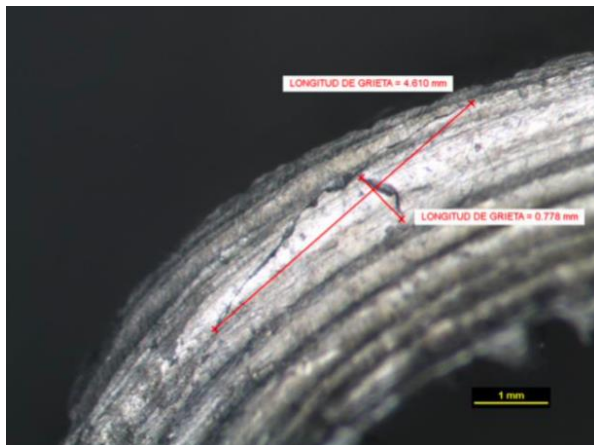


Fig. 34: Imagen de grieta tomada con SEM.
Fuente: <https://www.blog.metalinspec.com.mx>

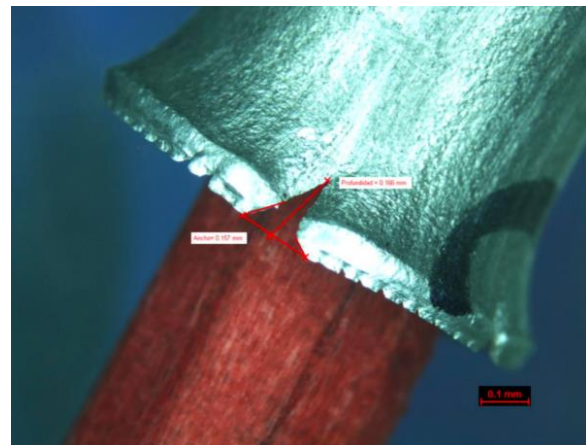


Fig. 35: Imagen de grieta tomada con microscopio metalográfico.
Fuente: <https://www.blog.metalinspec.com.mx>

Se realizó un análisis de falla desde diferentes disciplinas; el análisis químico comprobó que el aluminio cumple satisfactoriamente con la especificación XR05-27, sin embargo, en la cromatografía de gases se evidenciaron altos contenidos de O y H, estas concentraciones son elevadas para una aleación de Aluminio.

En el análisis metalográfico se observó porosidad en todas las muestras (Fig. 36 y Fig. 37), y finalmente en el análisis de microscopía electrónica de barrido (SEM) se observa que el material (Al) cuenta con altos contenidos de (C) y en la morfología se observan cavidades deformadas en el área de fractura (Fig. 38).

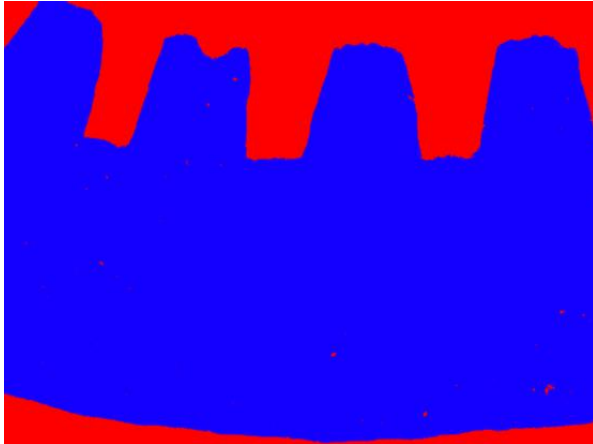
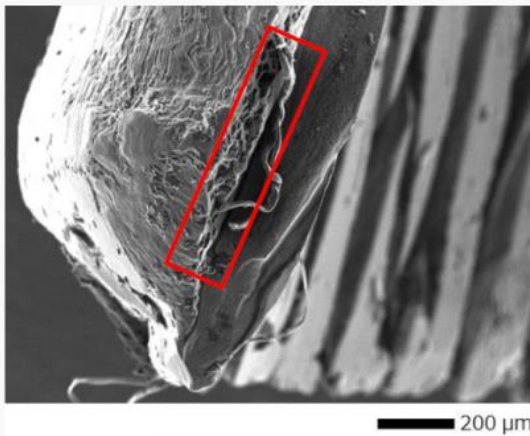


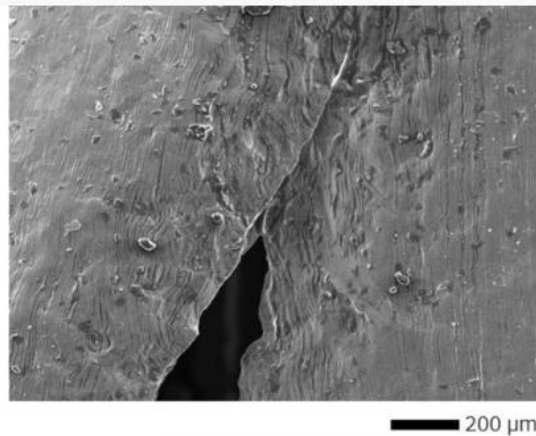
Fig. 36: Porosidad (color rojo) en material base (color azul).
Fuente: <https://www.blog.metalinspec.com.mx>



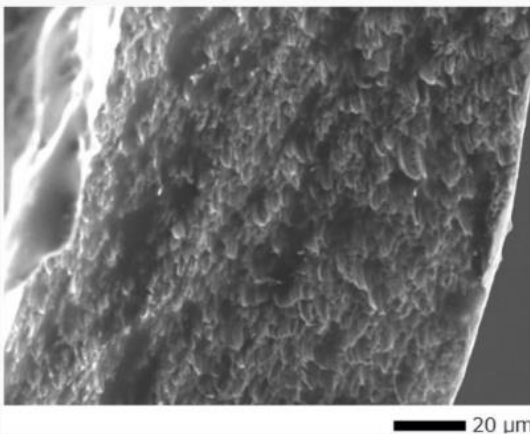
Fig. 37: Porosidad (dentro de los rectángulos rojos).
Fuente: <https://www.blog.metalinspec.com.mx>



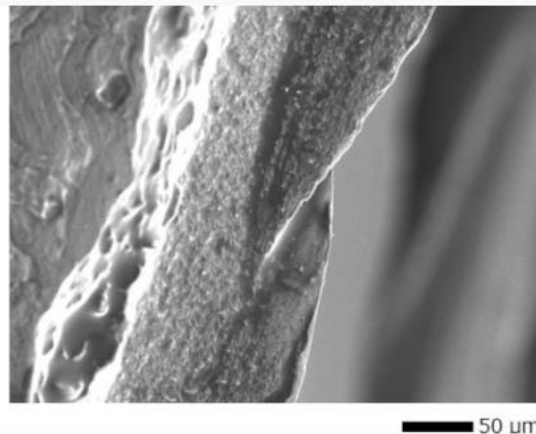
200 μm



200 μm



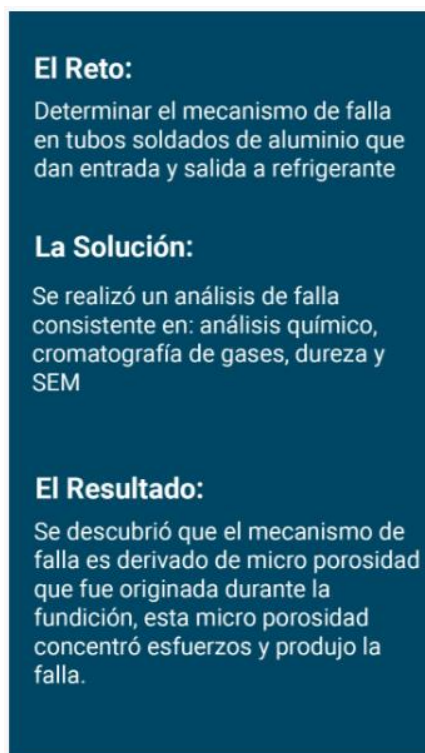
20 μm



50 μm

Fig. 38: Se observan cavidades deformadas en el área de la fractura.
Fuente: <https://www.blog.metalinspec.com.mx>

Con base a los resultados obtenidos se define que el mecanismo de falla es derivado de microporosidad que fue originada durante la fundición, esta microporosidad concentró esfuerzos y produjo la falla. Por los residuos de elementos encontrados en la microscopía electrónica de barrido se deduce que probablemente el gas que produjo esta condición fue Hidrogeno. Las propiedades químicas de la aleación y las propiedades mecánicas se encuentran en rangos típicos de estas aleaciones. La porosidad aparece en muchos componentes metálicos de fundición, aunque es especialmente prevalente en las fundiciones por moldeo de aluminio y magnesio. Esta misma en aluminios puede distinguirse entre poros de origen mecánico y metalúrgico en función del proceso de formación en el metal depositado. Se denominan poros de origen mecánico aquellos que se deben a la encapsulación de gases por motivos estructurales. En el caso del aluminio, el hidrógeno se considera la principal causa de porosidad. La solubilidad del hidrógeno en aluminio cambia de forma irregular en la fase de transición líquido/sólido. Durante el proceso de solidificación y formación de cristales, el hidrógeno se deposita en el fundente, el fundente se enriquece con hidrógeno. Si no se completa el proceso de desgasificación antes de que finalice la fase de solidificación, parte del hidrógeno queda atrapado entre los granos, esto genera porosidades (Metalinspec, 2022).



El Reto:
Determinar el mecanismo de falla en tubos soldados de aluminio que dan entrada y salida a refrigerante

La Solución:
Se realizó un análisis de falla consistente en: análisis químico, cromatografía de gases, dureza y SEM

El Resultado:
Se descubrió que el mecanismo de falla es derivado de micro porosidad que fue originada durante la fundición, esta micro porosidad concentró esfuerzos y produjo la falla.

Fig. 39: Caso 2.

Fuente: <https://www.blog.metalinspec.com.mx>

➤ **Caso 3 - Análisis de falla en producto terminado.**

En la industria manufacturera, los fabricantes tienen la responsabilidad de llevar a sus consumidores productos libres de defectos que satisfagan sus necesidades, para lograrlo es indispensable contar con un control de calidad adecuado ya que, si se lleva a cabo de la manera equivocada, puede poner en riesgo a los consumidores. Al llevar a cabo una inspección y un control efectivos sobre los procesos y operaciones de producción te brindará múltiples ventajas tales como: ahorros considerables en la producción gracias a la apropiada inspección desde la materia prima que evitará costosos retiros de producto, además de que garantizar la producción de productos de calidad es inmensamente útil para atraer a más clientes y aumentar así las ventas.

Tal es el caso de un importante fabricante, que, al descubrir una grieta durante el desarrollo y producción de su producto final, requería encontrar el mecanismo de falla a fin de corregir el defecto y mejorar la calidad de su producto antes de lanzarlo al mercado.

Para este caso los expertos en materiales diseñaron un análisis de falla consistente en una serie de pruebas experimentales, que abordan la falla desde múltiples disciplinas tales como: líquidos penetrantes, análisis XRF, análisis metalográfico, pruebas de dureza, Fractografía y microscopía electrónica de barrido SEM.

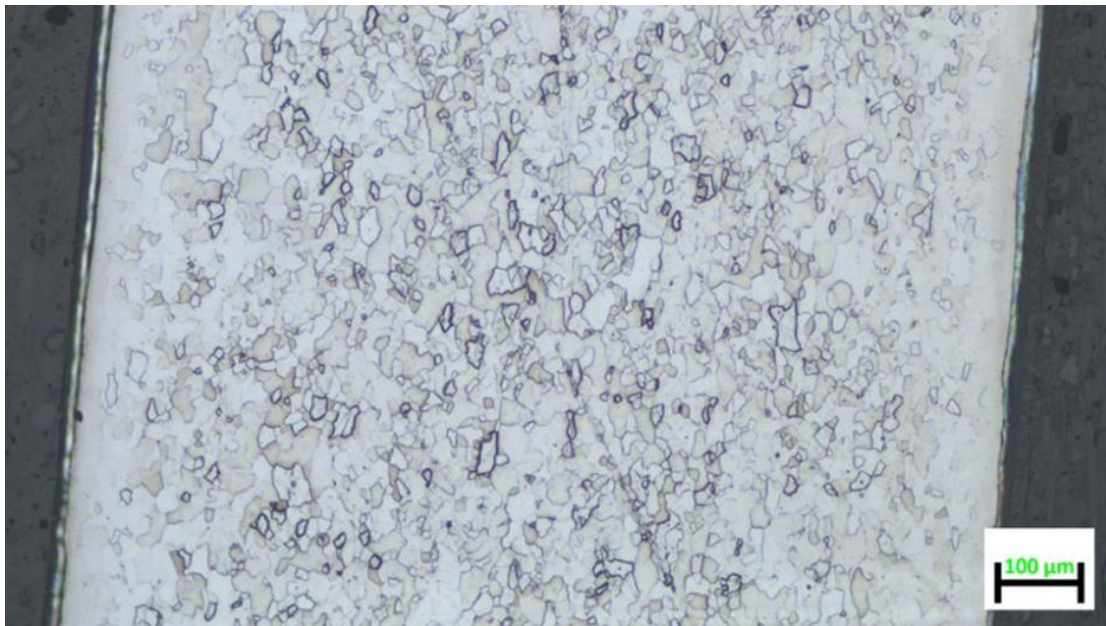


Fig. 40: Metalografía 100X. Realizado en muestras NG, cercano a la falla. Ataque #74 según ASTM, tamaño de grano 8 según ASTM E112, se observa una estructura ferrita-perlita.

Fuente: <https://www.blog.metalinspec.com.mx>

Después de obtener resultados normales en los análisis de dureza y cromatografía de gases, en el análisis metalográfico al atacar la muestra pudo apreciarse una estructura ferrita - perlita, poros y glóbulos de óxido (manchas circulares negras) (Fig. 40 y Fig. 41).



Fig. 41: Metalografía 100X. realizado en muestra NG. se observan poros y glóbulos de oxido (manchas circulares negras).
Fuente: <https://www.blog.metalinspec.com.mx>

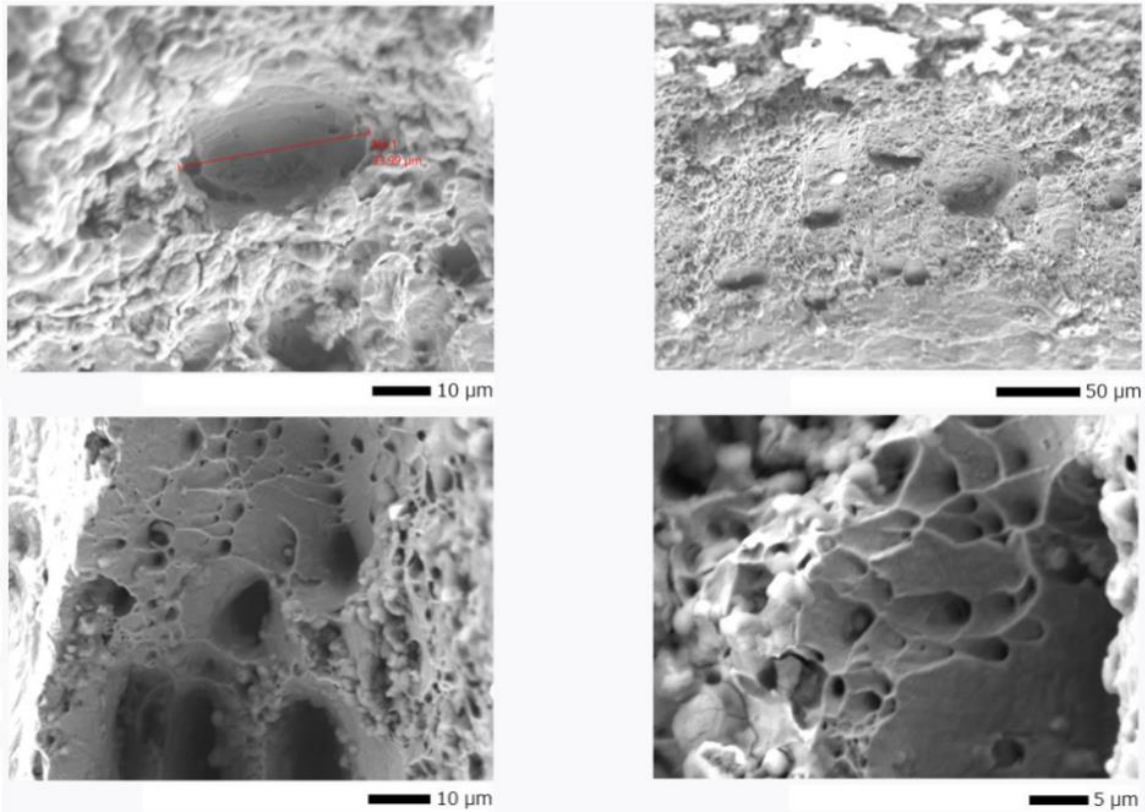


Fig. 42: SEM. Se puede observar una fractura dúctil transgranular con "dimples", además de presentar una porosidad excesiva.
Fuente: <https://www.blog.metalinspec.com.mx>

Al realizar la Análisis por microscopía electrónica de barrido SEM en la fractura, se puede observar una fractura dúctil transgranular con “dimples” además de presentar una porosidad excesiva. Este tipo de fractura va asociado a deformación plástica. La fractura dúctil a nivel micro implica la nucleación, crecimiento y coalescencia de micro vacíos llamados “dimples”. Dichos micro vacíos se crean en zonas que acumulan más tensiones, por ejemplo, donde ha habido inclusiones, segregaciones, poros, segundas fases, bordes de grano y dislocaciones. La morfología característica de los micro vacíos es redondeada. A medida que aumenta la carga a la que es sometido el material, los micro vacíos crecen y se unen y forman el camino por donde progresa la grieta. Si dichos micro vacíos se han formado en el interior de los granos, la fractura dúctil es transgranular (Fig. 42).

Con base a los resultados se determinó que el mecanismo de falla fue originado por el exceso de porosidad, estos poros generaron concentradores de esfuerzos los cuales generaron las grietas que provocaron la falla. En este caso en específico ya que el cliente no genera su materia prima pudo hacer válida su garantía con el proveedor, ya que el defecto venía desde la materia prima, dicho proveedor no había detectado el defecto al ser una microporosidad no detectable con métodos convencionales (Metalinspec, 2022).

El Reto:
Determinar el mecanismo de falla en un producto terminado.

La Solución:
Se diseñó un análisis de falla a medida consistente en: Análisis metalográfico, Líquido penetrantes, Análisis XRF, Dureza, Fractografía y Microscopía Electrónica de barrido SEM.

El Resultado:
Se descubrió que el mecanismo fue originado por el exceso de porosidad en la materia prima, ya que el cliente no produce su materia prima pudo hacer válida su garantía con el proveedor.

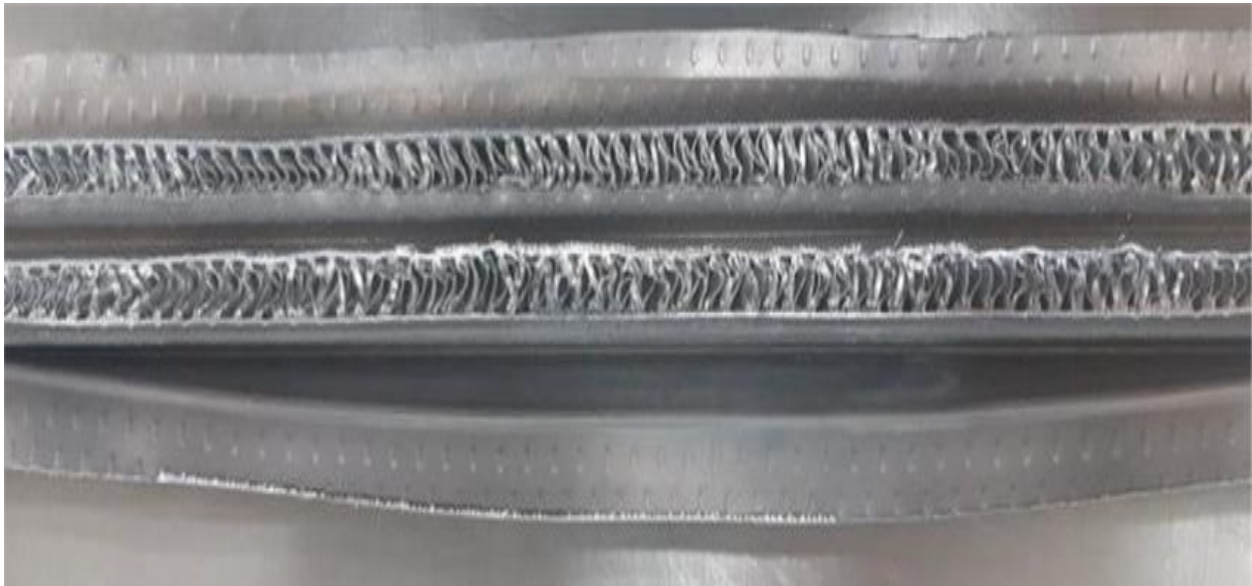
Fig. 43: Caso 3.

Fuente: <https://www.blog.metalinspec.com.mx>

➤ **Caso 4 - Análisis de falla en soldadura en la industria automotriz.**

La industria automotriz ha presentado un crecimiento significativo en la última década, por lo que cada vez se requieren más y mejores estándares de calidad para garantizar el alcance de las metas de productividad, competitividad y mejora continua; para lograr cumplir con los estrictos estándares de esta industria es vital contar con un proceso de control de calidad eficaz y preciso que se involucre no solo en la inspección de materia prima sino también en los procesos de cada etapa en la línea de producción.

Los procesos de soldadura son esenciales para la industria automotriz, la calidad de estos procedimientos repercute directamente en el rendimiento y la vida útil de los vehículos, por lo cual, llevar a cabo un proceso preciso y homogéneo es un reto que requiere de una inspección exhaustiva. Tal es el caso de uno de nuestros clientes quien se acercó a Metalinspec Laboratorios al detectar una falla de origen desconocido en uno de sus intercambiadores de calor de aluminio, este intercambiador de calor cuenta con un proceso de soldadura tipo brazing, la cual falló desoldándose en una zona puntual por lo cual nuestros expertos en materiales diseñaron un análisis de falla consistente en diferentes pruebas que abordan la falla desde múltiples disciplinas para determinar su origen raíz y generar el conocimiento necesario para mejorar la calidad de sus procesos y productos.



*Fig. 44: Restos del proceso de soldadura.
Fuente: <https://www.blog.metalinspec.com.mx>*

Durante la inspección visual de la pieza, se pueden observar los restos del proceso de soldadura, en el material se observa que solo se desoldó en una parte específica de la pieza (Fig. 44, Fig. 45 y Fig. 46).

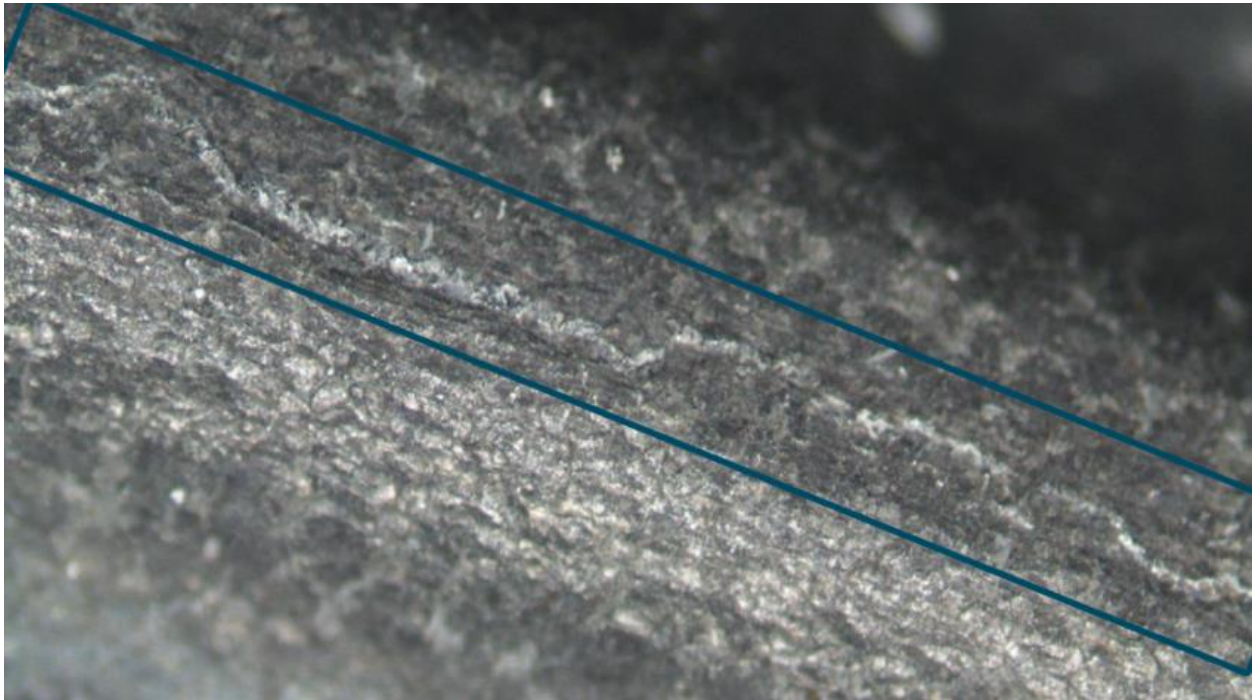


Fig. 45: 30X. Vista longitudinal perteneciente al área desoldada. En el recuadro azul se observan los restos del proceso de soldadura.

Fuente: <https://www.blog.metalinspec.com.mx>

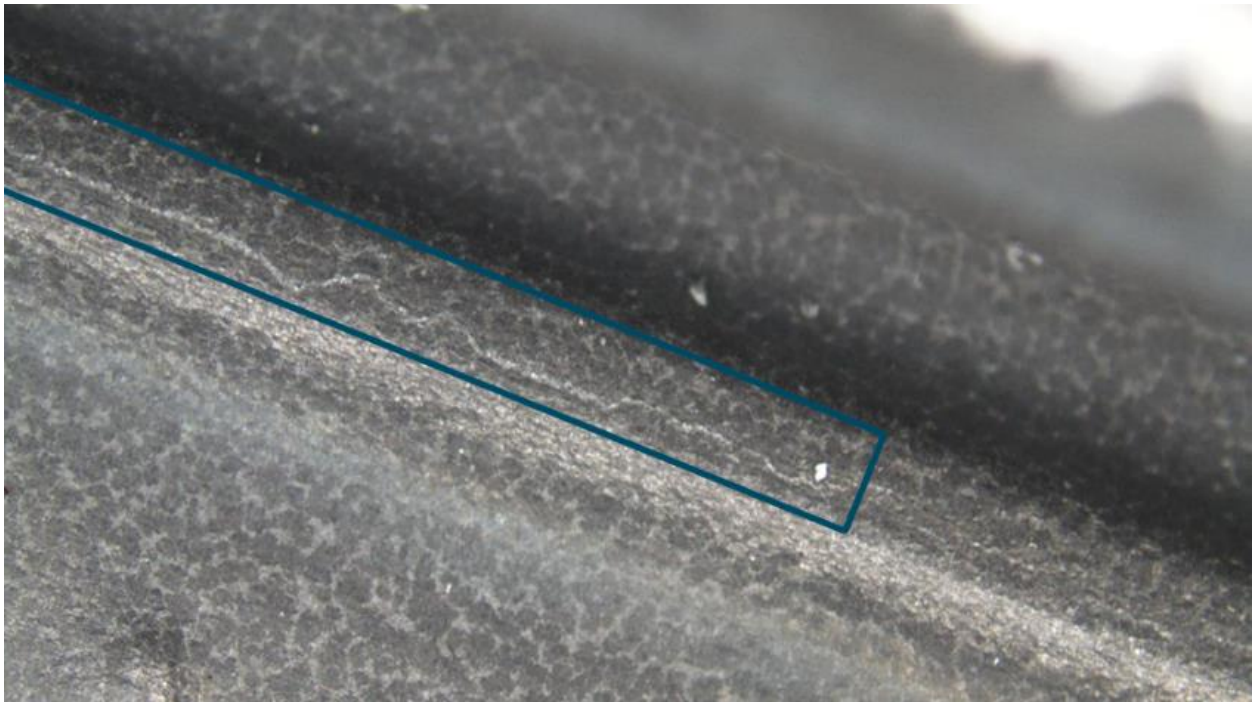


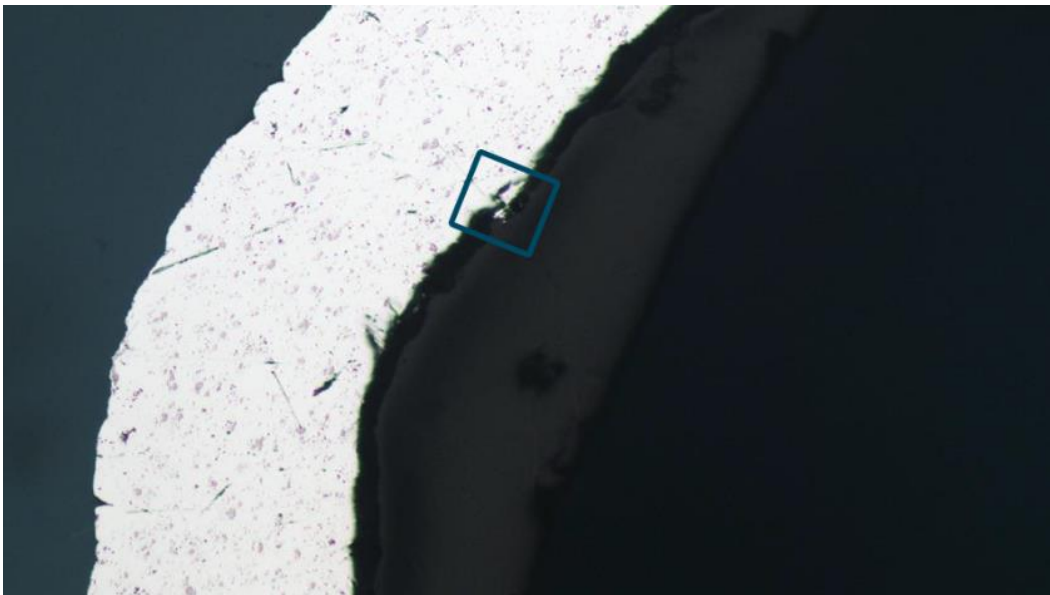
Fig. 46:30X. 10X. Vista longitudinal perteneciente a el área desoldada, en el recuadro azul se observan los restos del proceso de soldadura, en el material se observa que solo se desoldó en una zona de la pieza.

Fuente: <https://www.blog.metalinspec.com.mx>



*Fig. 47: Realización del análisis químico.
Fuente: <https://www.blog.metalinspec.com.mx>*

En el siguiente paso del análisis de falla, los resultados del análisis químico muestran un material base aluminio, el resultado es similar a la composición que comparte el cliente y que demuestra que su materia prima estaba de acuerdo con las especificaciones que ofrece al mercado (Fig. 48 y Fig. 49).



*Fig. 48: Metalografía #1. Vista a 100X, sentido transversal, en el recuadro azul se puede apreciar el área de la falla.
Fuente: <https://www.blog.metalinspec.com.mx>*

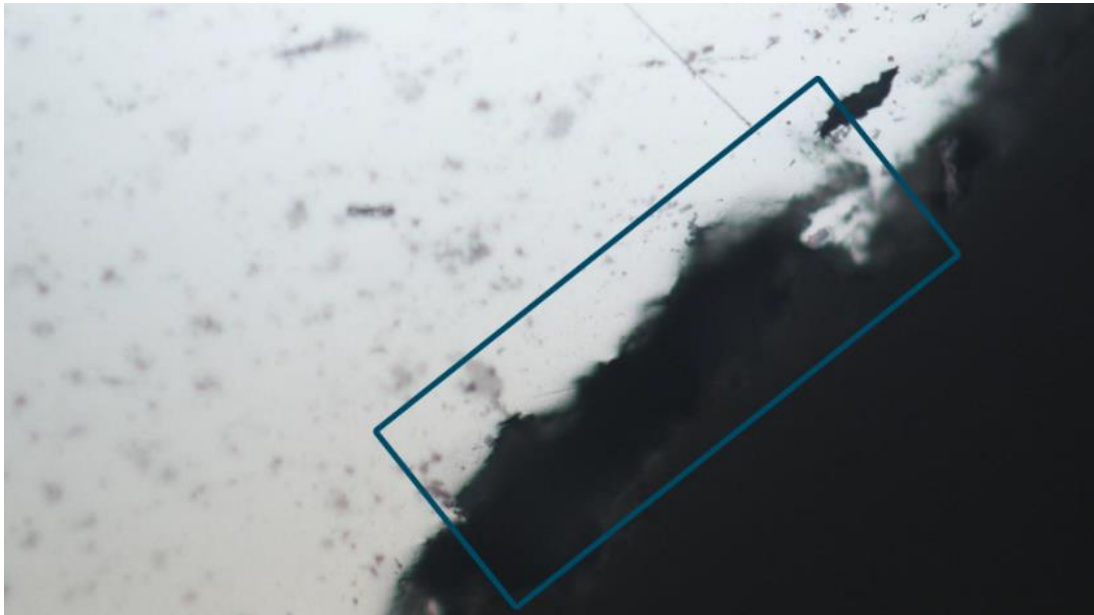


Fig. 49: Metalografía #2. Vista a 500X, sentido transversal. Realizado en área de material con falla, en el recuadro azul se identifica el área con falla.

Fuente: <https://www.blog.metalinspec.com.mx>

En el análisis metalográfico los resultados ofrecen vistas e información mucho más detalladas acerca de la falla y su origen. Si aplicamos un ataque HCl 5% se observa un tamaño de grano #5 según ASTM E 112, así mismo se puede observar en el área de la falla el daño por exposición a altas temperaturas y áreas con crecimiento de grano cercano a la superficie, mientras que en las áreas contiguas a la falla se observa un daño menor por temperatura a diferencia de las áreas cercanas a la falla; en las áreas alejadas de la falla no se observa ningún daño por temperatura (Fig. 50, Fig. 51 y Fig. 52).

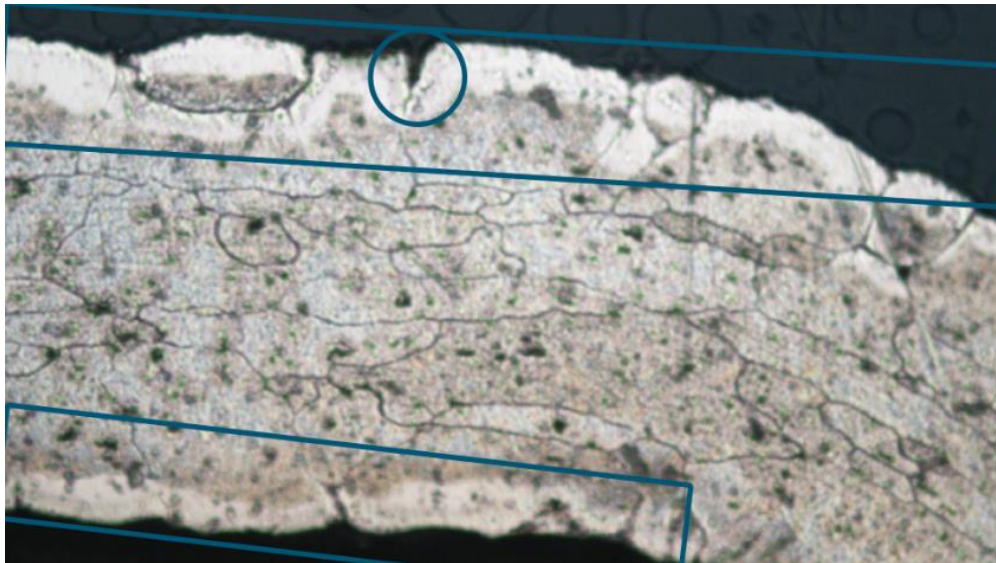


Fig. 50: Metalografía #3. Vista 200X, sentido transversal. Ataque HCl 5%.

Fuente: <https://www.blog.metalinspec.com.mx>

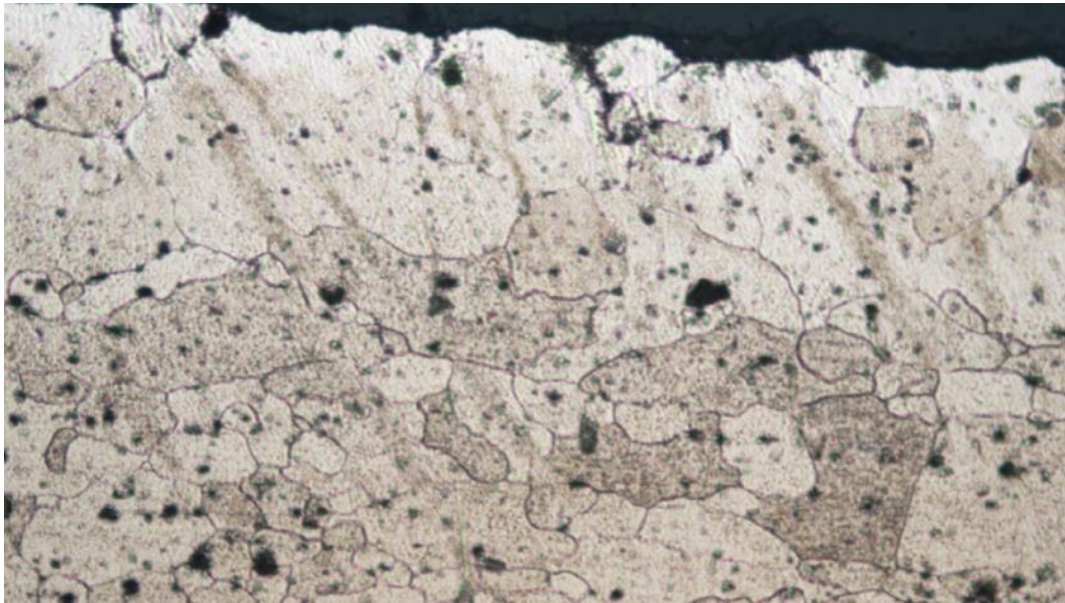


Fig. 51: Metalografía #4. Vista a 300X, sentido transversal. Ataque HCl 5%, se observa un tamaño de grano #5 según ASTM E112. Realizado en área de material contiguo a la falla, se observa un daño menor por temperatura a diferencia de las áreas cercanas a la falla.

Fuente: <https://www.blog.metalinspec.com.mx>

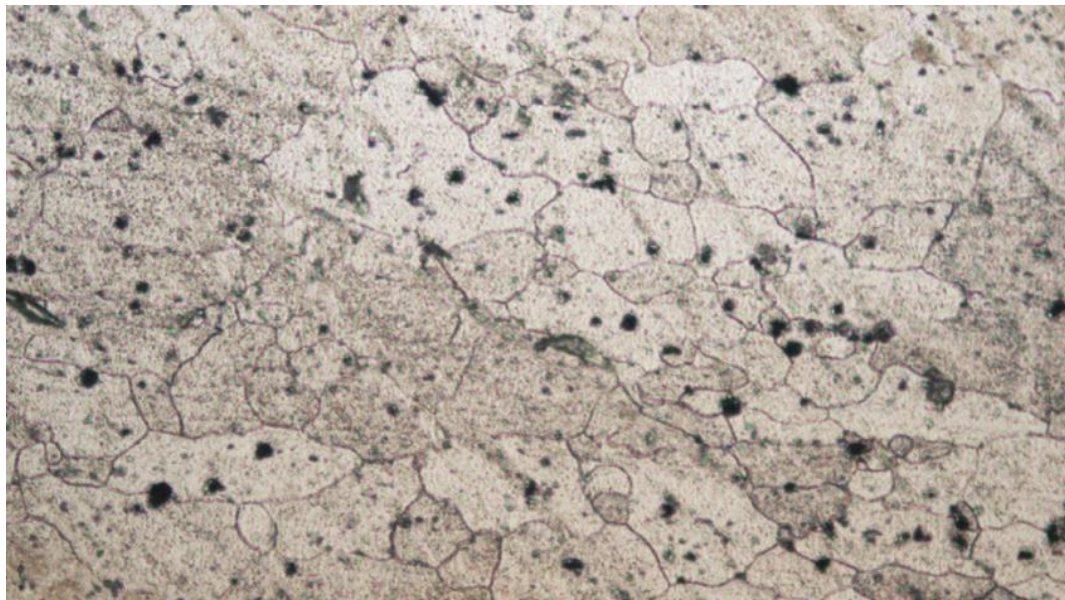


Fig. 52: Vista 500X, sentido transversal. Ataque HCl 5%, se observa un tamaño de grano #5 según ASTM E112. Realizado en material alejado e la falla. No se observa algún daño por temperatura.

Fuente: <https://www.blog.metalinspec.com.mx>

En el análisis de microscopía electrónica de barrido SEM realizado en la zona del defecto se observa un material base Al, con altos contenidos de C & O derivados de una oxidación presente, mientras que en la zona contigua a la falla muestra menos concentración de estos componentes; el mismo análisis realizado en una zona alejada de la falla se observa un material base Al, sin presencia de oxidación ni daño por calor.

El mapeo elemental realizado en el área de falla se observa presencia de óxido y la presencia de N ya que la mayoría de los procesos de soldadura brazing, utilizan este gas para proteger la unión de oxidaciones (Fig. 52, Fig. 53 y Fig. 54).

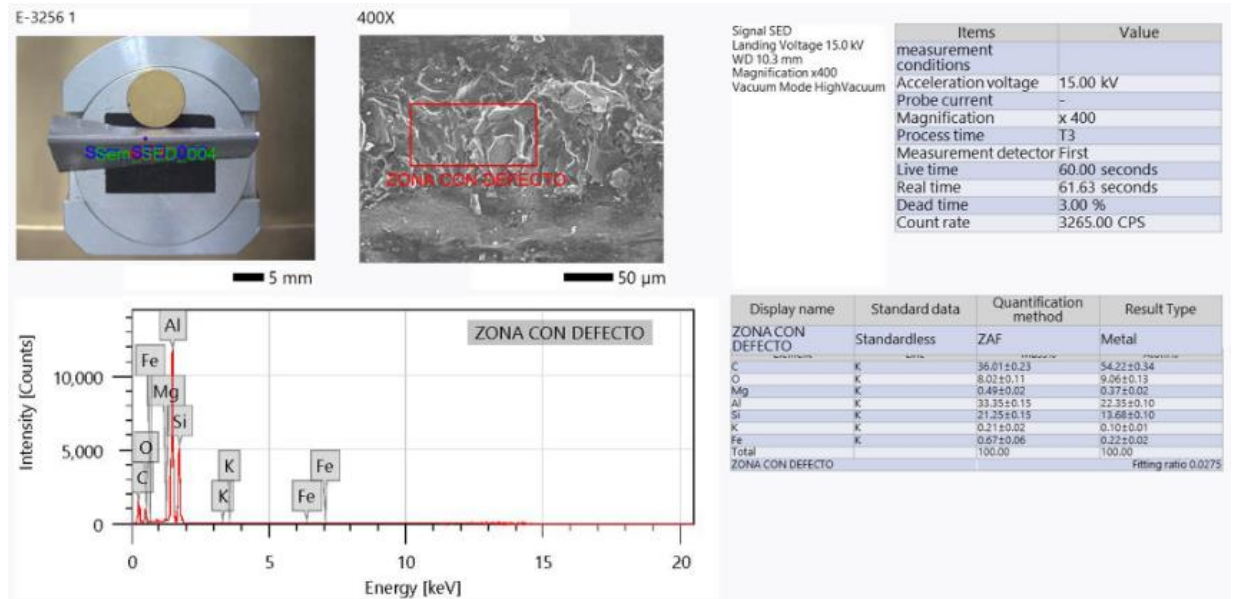


Fig. 53: EDS #1, vista longitudinal. Realizado en zona de defecto, se observa un material base de Al, con altos contenidos de C & O derivados de una oxidación presente.

Fuente: <https://www.blog.metalinspec.com.mx>

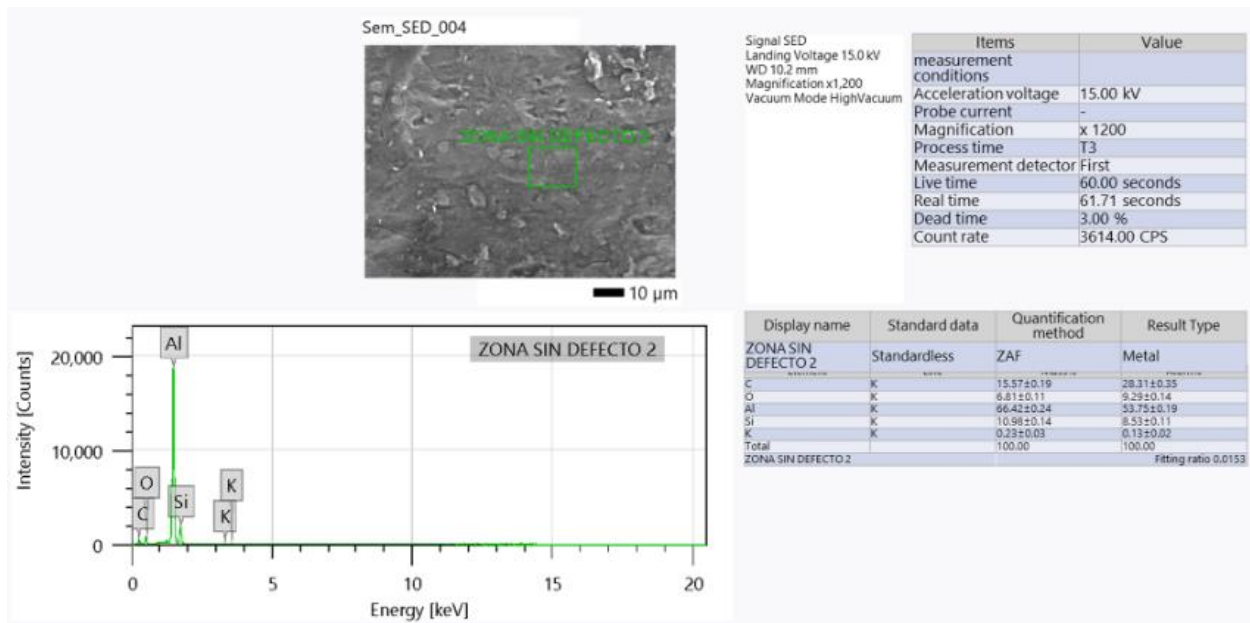


Fig. 54: EDS #2, vista longitudinal. Realizado en zona contigua del defecto, se observa un material base de Al, con altos contenidos de C & O derivados de una oxidación presente, en menor concentración que la zona contigua del defecto.

Fuente: <https://www.blog.metalinspec.com.mx>

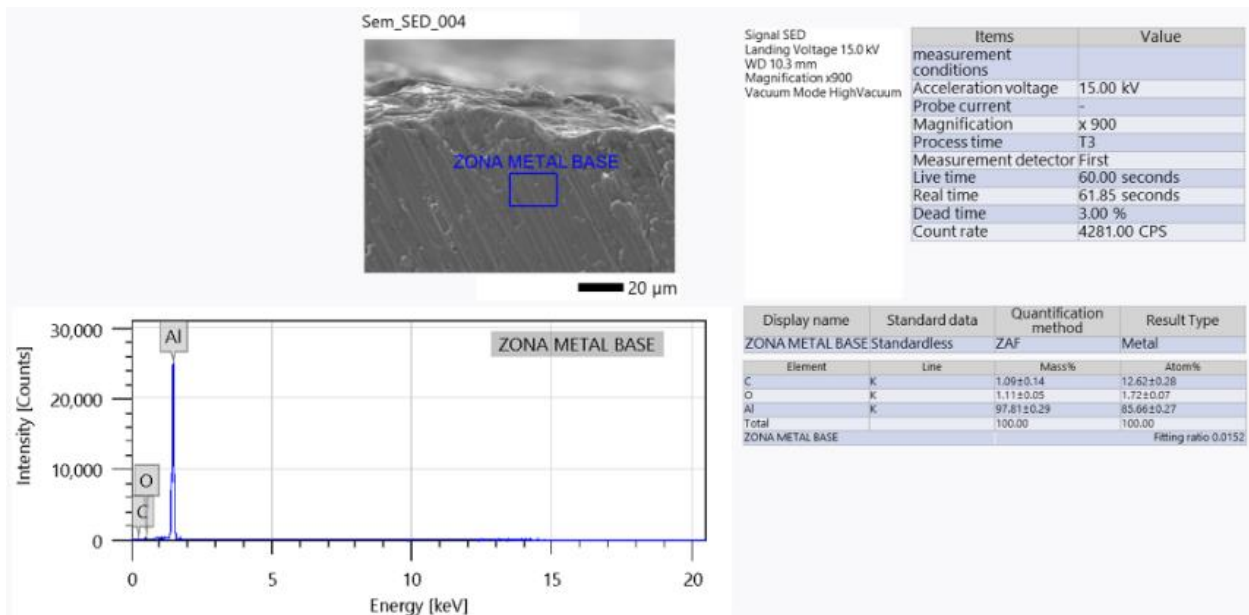


Fig. 55: EDS #3, vista transversal. Realizado en zona alejada del defecto, se observa un material base de Al, sin presencia de oxidación ni daño por calor.

Fuente: <https://www.blog.metalinspec.com.mx>

Con base a los resultados obtenidos se definió que el mecanismo de falla es derivado de presencia de óxido de aluminio Al_2O_3 . En la inspección visual se observa áreas blancuzcas procedentes de la oxidación del aluminio, mientras que las propiedades mecánicas y la composición química están dentro de rango, por lo cual nos indica que el defecto se originó durante el proceso de soldadura. La metalografía en las áreas de falla muestra una microestructura con un defecto en la superficie producida por altas temperaturas o un deficiente fundente (cantidad o nula presencia de este, en caso de usar fundente), mientras que en la metalografía de las áreas alejadas de la falla no muestran esta condición.

En la microscopía electrónica de barrido en todos los EDS realizados en las zonas de defecto o en la zona contigua al defecto se observa presencia de óxido de aluminio, por el contrario, en las zonas alejadas del defecto muestran una composición libre de óxido de aluminio. Así mismo en los mapeos elementales se observa con claridad la presencia de óxidos y particularmente en la superficie presencia de N, este tipo de gas inerte es usado comúnmente en los procesos de soldadura por brazing.

La pieza solo tiene una sección desoldada por lo cual la pieza tiene un defecto puntual por un proceso no homogéneo. En este caso nuestros expertos recomendaron usar fundente en caso de no usarlo y si es usado revisar la cantidad y homogeneidad de este, así como el avance del horno en caso de ser un horno de alimentación automática, en caso de hacerlo manualmente revisar el avance que sea lo más homogéneo posible y revisar la limpieza del área antes de soldar ya que cualquier impureza que exista en la interface, interfiere con la soldadura (Metalinspec, 2022).

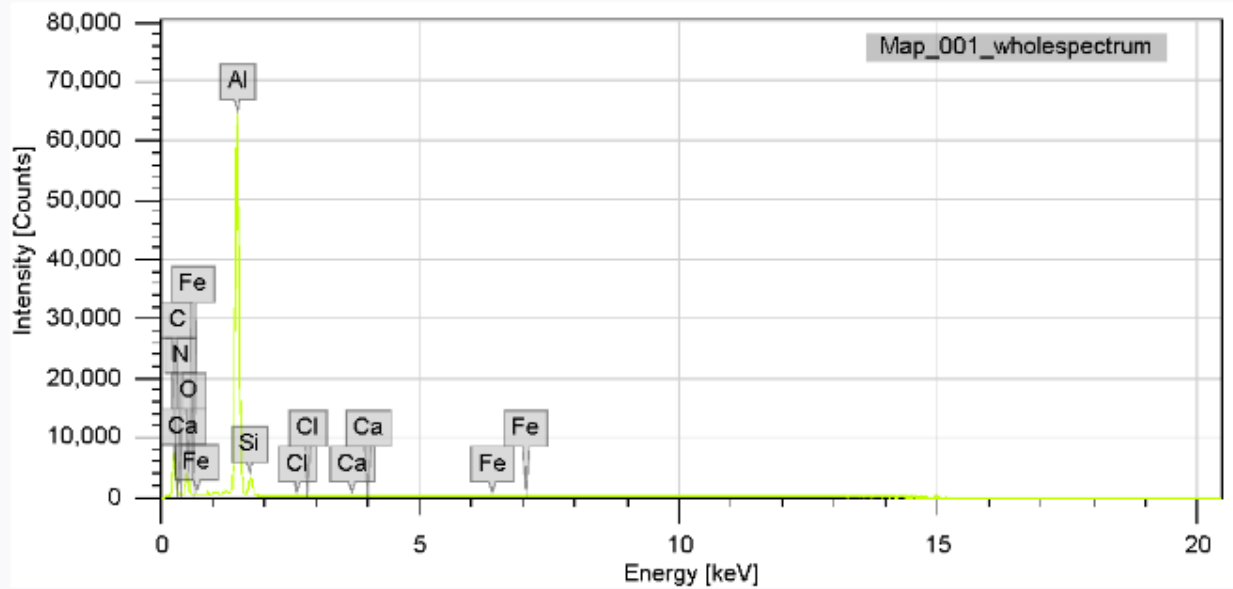
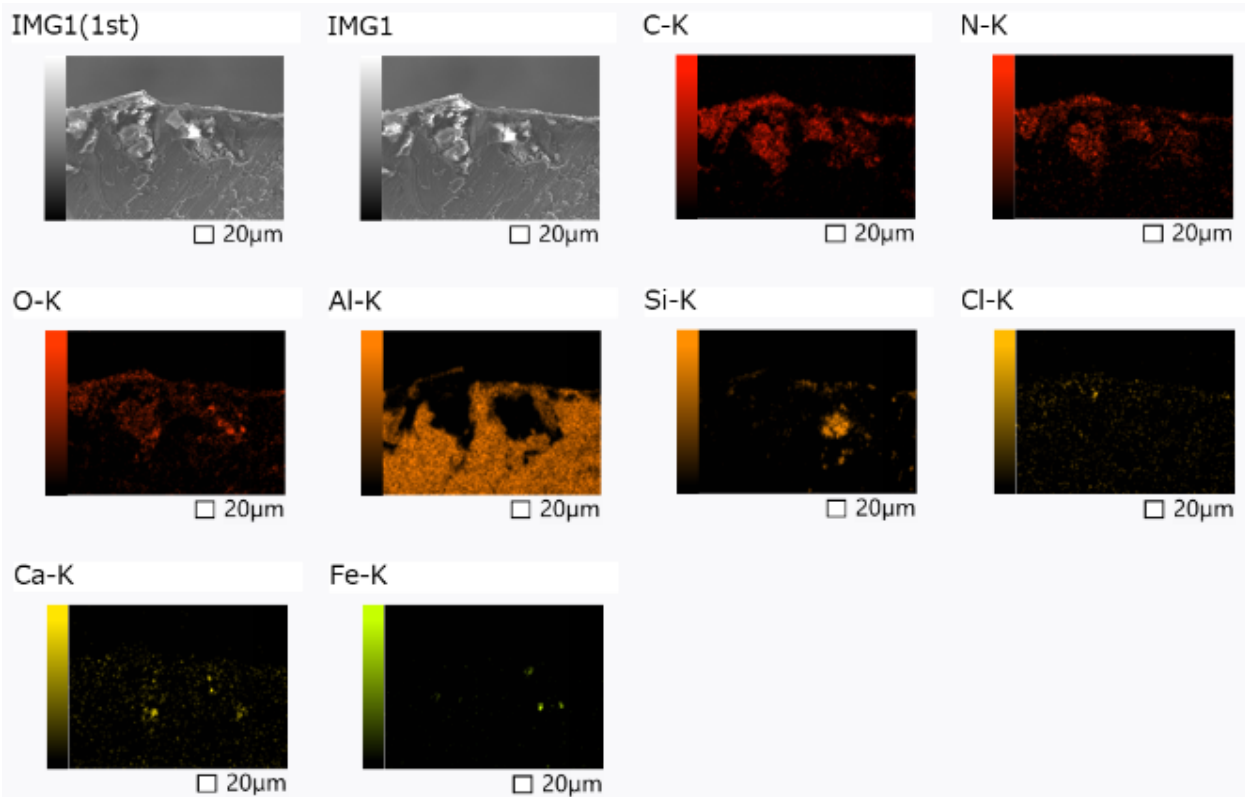


Fig. 56: Mapeo elemental. Vista transversal. Realizado en área de falla de material, se observa presencia de N ya que la mayoría de los procesos de soldadura brazing, utilizan este gas para proteger a la unión de oxidaciones.
Fuente: <https://www.blog.metalinspec.com.mx>

El Reto:
Determinar el origen de la falla que produjo el desoldado en un intercambiador de calor de aluminio.

La Solución:
Se realizó un análisis de falla consistente en: análisis químico, dureza, metalografía tamaño de grano y SEM.

El Resultado:
Los resultados del análisis apuntan a una falla derivada de la presencia de óxido de aluminio Al₂O₃. La pieza solo tiene una sección desoldada por lo cual la pieza tiene un defecto puntual por un proceso no homogéneo.

Fig. 57: Caso #4.

Fuente: <https://www.blog.metalinspec.com.mx>

1.4. Algunas organizaciones que cuentan con laboratorio metalográfico y/o de caracterización de materiales en México.

Tabla.1. Organizaciones que cuentan con laboratorio metalográfico y/o de caracterización de materiales en México (Creación propia, 2022).

Organización	Laboratorio Metalográfico.	Laboratorio de Caracterización de Materiales.
Metalinspec.	SI	SI
QuimiNet.	SI	NO
Grupo Mess.	SI	NO
Intertek.	SI	SI
SGS Mexico.	SI	SI
RTI Laboratories.	SI	SI
ENTEC.	NO	SI
CIMAV.	SI	SI
LANCAM.	SI	SI
Hayes-Lemmerz.	SI	SI
EATON.	SI	NO

1.5. Metodologías y filosofías utilizadas en el desarrollo del proyecto.

Para la implementación y puesta en marcha del laboratorio metalográfico y de caracterización de materiales se utilizó la metodología de “Administración de Proyectos”, en su mayor parte, además de algunas herramientas de Lean Company como son las 5’S y el Mantenimiento Autónomo. A continuación, se explican los conceptos y filosofías antes mencionados.

1.5.1. Administración de proyectos.

➤ ¿Qué es un proyecto?

Es la suma de esfuerzos que en forma temporal se utilizan para generar un PRODUCTO O SERVICIO en particular o ÚNICO y que se desarrolla gradualmente y/o en etapas.

➤ ¿Qué es “Administración de Proyectos”?

Es una metodología usada a nivel mundial, por empresas e instituciones para alcanzar objetivos en un tiempo determinado y consiste en aplicar conocimientos, habilidades, herramientas y técnicas, para cumplir con las expectativas y objetivos (cronograma, presupuesto y requisitos de calidad acordados).

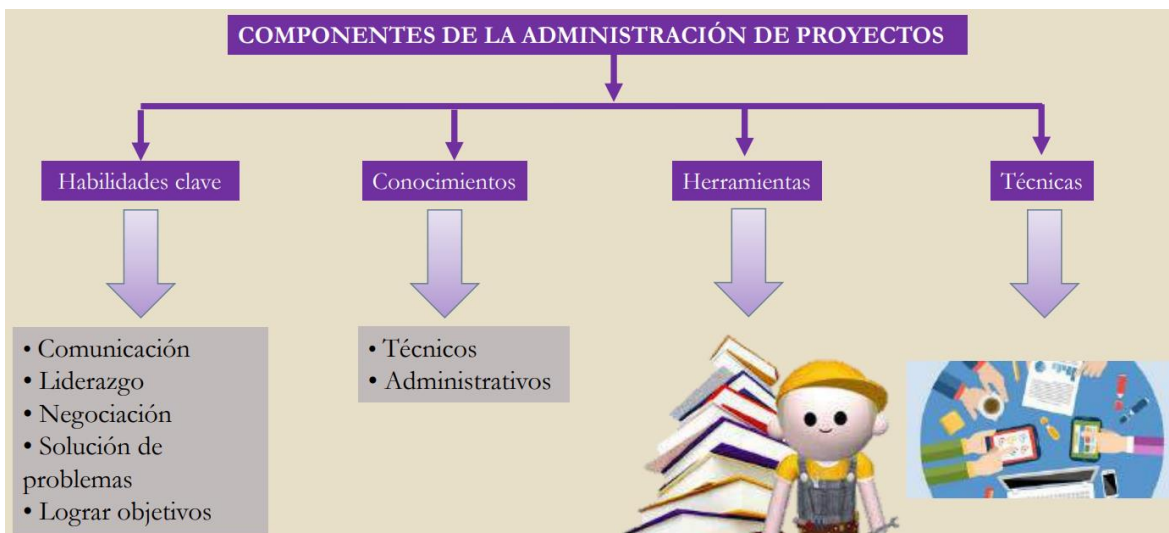


Fig. 58: Componentes de la administración de proyectos.
Fuente: Creación propia, 2022.

➤ **En que consiste.**

- Comunicar a las personas lo que deben hacer y cuándo entregar resultados.
- Organizar el trabajo: dividirlo y programarlo en el tiempo.
- Supervisar todo el proceso continuamente para asegurarse de que se estén obtengan los resultados esperados.

➤ **Objetivos.**

- Terminar a tiempo.
- Dentro del presupuesto.
- Cumplir con los requerimientos.

➤ **Elementos relacionados con el proyecto.**

La administración exitosa de un proyecto requiere tomar en cuenta los siguientes elementos:

- Tiempo.
- Calidad.
- Alcance.
- Entorno.
- Costo.

Además de los siguientes factores clave:

- El personal que intervendrá.
- El producto que se entregará.
- El proceso que se aplicará.
- Las herramientas que se van a utilizar.

➤ **Áreas de conocimiento.**

- **Integración.** Definición de proyecto y las áreas involucradas desde el plan de administración, la ejecución, al cierre.
- **Alcance.** Administración, definición de productos, actividades y su seguimiento.
- **Costos.** Presupuesto y su control.
- **Recursos.** Planeación de recursos, desarrollo y administración de equipos del proyecto.

➤ **Etapas de la administración del proyecto.**

- **Inicio.** Incluye la definición de lo que se debe lograr con el proyecto, plantear el alcance y la selección de los miembros iniciales del equipo. El alcance de un proyecto define el tamaño del proyecto, cuánto tiempo y cuántos recursos se requieren.



Fig. 59: Necesidades y requerimientos necesarios para el inicio de un proyecto.
Fuente: Creación propia, 2022.

- **Planeación.** Consiste en perfeccionar el alcance, hacer un listado de tareas y actividades para lograr las metas, definir una secuencia de actividades, desarrollar un calendario y elaborar un presupuesto. El plan del proyecto debe aprobarse según las normas de calidad establecidas antes de proceder con la siguiente etapa.



Fig. 60: Elementos a tomar en cuenta para la planeación de un proyecto.
Fuente: Creación propia, 2022.

- **Ejecución.** Incluye dirigir al equipo, comunicarse con el cliente, proveedores y demás externos, resolver conflictos y asegurar los recursos necesarios (dinero, personal, equipo y tiempo).



*Fig. 61: Procesos de ejecución de un proyecto.
Fuente: Creación propia, 2022.*

- **Control.** El control se lleva a cabo a lo largo de toda la administración del proyecto, las actividades que corresponden al control del proyecto son las siguientes:
 1. Vigilar las desviaciones del plan.
 2. Acciones correctivas.
 3. Recibir y evaluar cambios solicitados.
 4. Cambiar calendarios.
 5. Adaptar recursos.
 6. Regresar a la etapa de planeación para hacer ajustes.
 7. Control de costos.
 8. Control de calidad.
 9. Informes de resultados.
 10. Comunicación con los interesados.

Tabla 2: Actividades para el seguimiento y control del proyecto (Creación propia, 2022).

SEGUIMIENTO Y CONTROL	
1.	Supervisar el trabajo
2.	Gestionar el control de cambios
3.	Verificar el alcance de los productos obtenidos
4.	Controlar el alcance, cronograma, costos y calidad
5.	Administrar al personal
6.	Reportar el desempeño del proyecto
7.	Operar el control de la respuesta a riesgos
8.	Administrar los contratos
9.	Controlar el compromiso de los involucrados

- **Cierre.** Contempla una serie de actividades, tales como: reconocimiento de logros y resultados, cierre de las actividades y dispersión del equipo, aprendizaje de la experiencia del proyecto, revisión del proceso y resultados, auditorías (Creación propia, 2022).

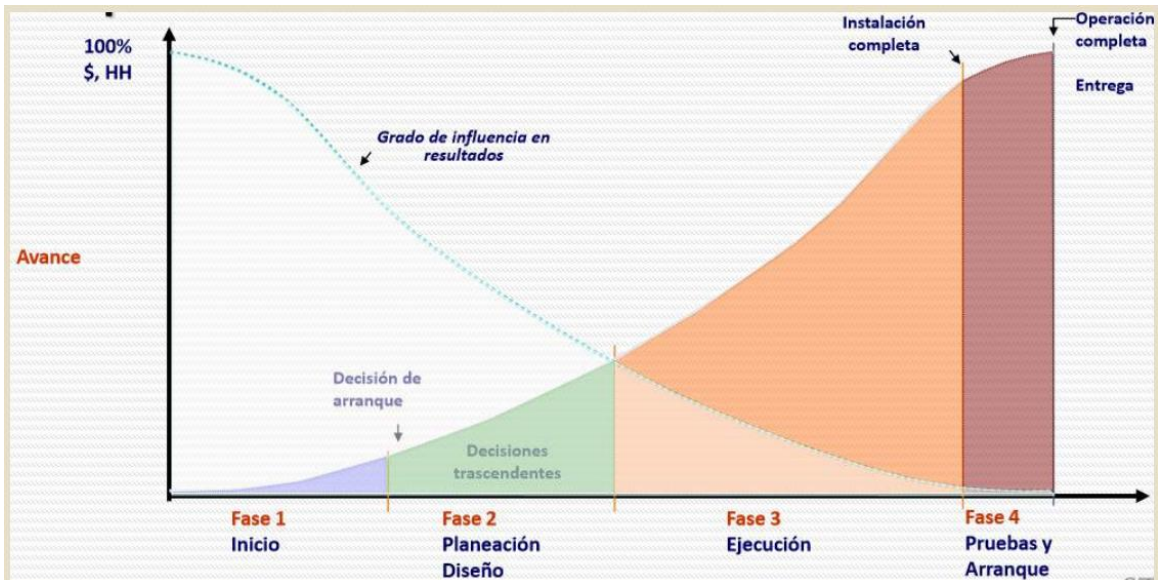


Fig. 62: Etapas de la administración de proyectos.
Fuente: Creación propia, 2022.

1.5.2. Herramientas Administrativas de Calidad.

1.5.2.1. Diagrama de flujo.

El diagrama de flujo es una **representación gráfica que indica las actividades que constituyen un proceso** dado y en el cual se da la ordenación de los elementos. Es la forma más fácil y mejor de comprender cómo se lleva a cabo cualquier proceso.

Se puede dibujar tanto el diagrama de flujo del proceso primario como el de procesos paralelos o alternativos.

De esta manera se puede representar la sucesión de acontecimientos que ocurren para la realización de un producto o servicio. Esto **permite, que cada persona sepa que se hace antes y que se va a hacer después de la actividad o la tarea que ejecuta.**

Se utiliza indistintamente, según el caso considerado, la simbología ingenieril o la simbología informática. También pueden usarse simplemente cuadrados o rectángulos para interrelacionar las fases. En este caso se hace referencia a la representación gráfica como diagrama de bloques.

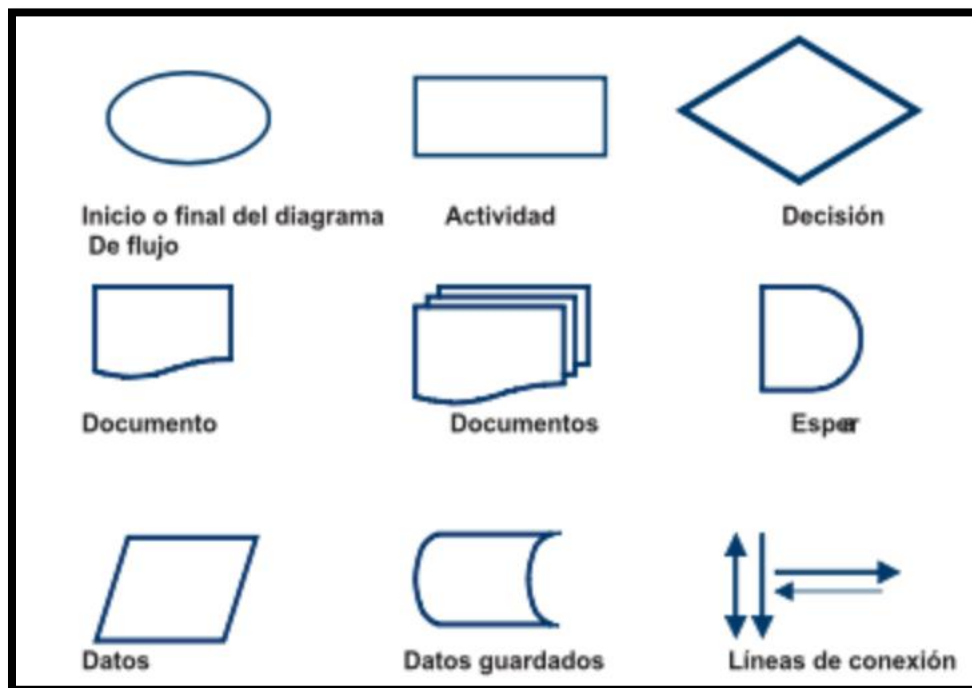


Fig. 63: Simbología para diagrama de flujo de bloques.
Fuente: Muñoz, I. M. (2021).

En cualquier caso, lo más importante es que la representación gráfica sea comprensible y útil para los fines para los cuales se realiza. Puede ser usado para **describir un proceso o servicio existente o para diseñar uno nuevo**. También es de gran utilidad en la **planificación, realización, seguimiento y control de cualquier proceso**.

➤ **Las etapas para elaborar un diagrama de flujo incluyen:**

- Una sesión de torbellino de ideas para la identificación de las actividades del proceso.
- Empleo de un diagrama de afinidades para clasificar las ideas generadas en el torbellino de ideas y eliminar toda aquella tarea que son parte de otra actividad, las que pertenecen a otro proceso o las que se duplican.
- Seleccionar el formato del diagrama de flujo (vertical u horizontal).

Cada proceso recibe elementos de entrada provenientes de sus proveedores. De la misma manera que cada proceso entrega elementos de salida a los respectivos clientes (aquí es fundamental recordar el concepto de cliente interno).

➤ **Las reglas que es necesario seguir para la construcción de un diagrama de flujo son las siguientes:**

- La gente adecuada debe estar involucrada en la ejecución del diagrama.
- Todos los integrantes del equipo deben participar, empleándose la dinámica de equipo con un moderador.
- Toda la información debe ser visible para todos los integrantes durante todo el tiempo (se aconseja el uso de papel).
- Se debe trabajar el tiempo necesario, a veces es indispensable el empleo de más de una sesión.
- Se hace una cantidad de preguntas elevada cuanto mayor es dicha cantidad de preguntas seguramente el diagrama de flujo va a ser más representativo. Las preguntas de decisión deben ser lo más específicas y objetivas posible. La idea es que todos los que lean el diagrama de flujo interpreten igual la pregunta formulada.

➤ **En la construcción de un diagrama de flujo son necesarias de las siguientes etapas:**

- Identificar el comienzo y el final del proceso.
- Observar el proceso completo desde el comienzo hasta el final.

- Definir las etapas del proceso (actividades, decisiones, elementos de entrada, elementos de salida).
- Construir un borrador del diagrama de flujo para representar el proceso.
- Revisar el borrador del diagrama de flujo con la gente involucrada en el proceso.
- Mejorar el diagrama de flujo basándose en esta revisión.
- Verificar el diagrama de flujo con respecto al proceso real.
- Fechar el diagrama de flujo para referencia y uso futuros. Esto último sirve como un registro de cómo funciona el proceso realmente y, también, puede usarse para identificar oportunidades de mejora.

➤ **El uso correcto del diagrama de flujo permite:**

- Eliminar o minimizar las actividades que no agregan valor al producto, proceso y/o servicio.
- Desarrollar y aplicar especificaciones del producto, proceso y/o servicio.
- Mover o desplazar los lugares de evaluación al lugar más apropiado.
- Eliminar la necesidad de puntos de evaluación.
- Representar gráficamente los elementos de entrada de modo de identificar los proveedores.
- Realizar el estudio de un ciclo de tiempo.
- Desplazar algunas fases a otro proceso.
- Diseñar un proceso paralelo.
- Realizar un diagrama de los subprocesos.
- Identificar la necesidad de tomar acciones de formación o de capacitación para los participantes de un proceso.
- Utilizarlo como instrumento para el benchmarking.

➤ **Beneficios del uso de diagramas de flujo:**

- La gente que trabaja en el proceso lo comprende, con lo cual comienza a controlarlo en lugar de sentirse una víctima de este.
- Una vez que el proceso puede verse objetivamente pueden identificarse fácilmente las oportunidades de mejora.
- El personal operativo constata cómo ellos engranan en el proceso completo, con lo cual visualizan más fácilmente quiénes son sus proveedores y quiénes son sus clientes. Esto mejora notoriamente la comunicación entre departamentos, sectores o áreas de trabajo.
- La gente que participa en las sesiones de construcción de diagramas de flujo se transforma en entusiastas soportes del esfuerzo completo relacionado con la calidad y continuamente aportan sugerencias para posteriores mejoras.

- Los diagramas de flujo de procesos son herramientas útiles para emplear en el entrenamiento de personal operativo nuevo (Muñoz, 2021).

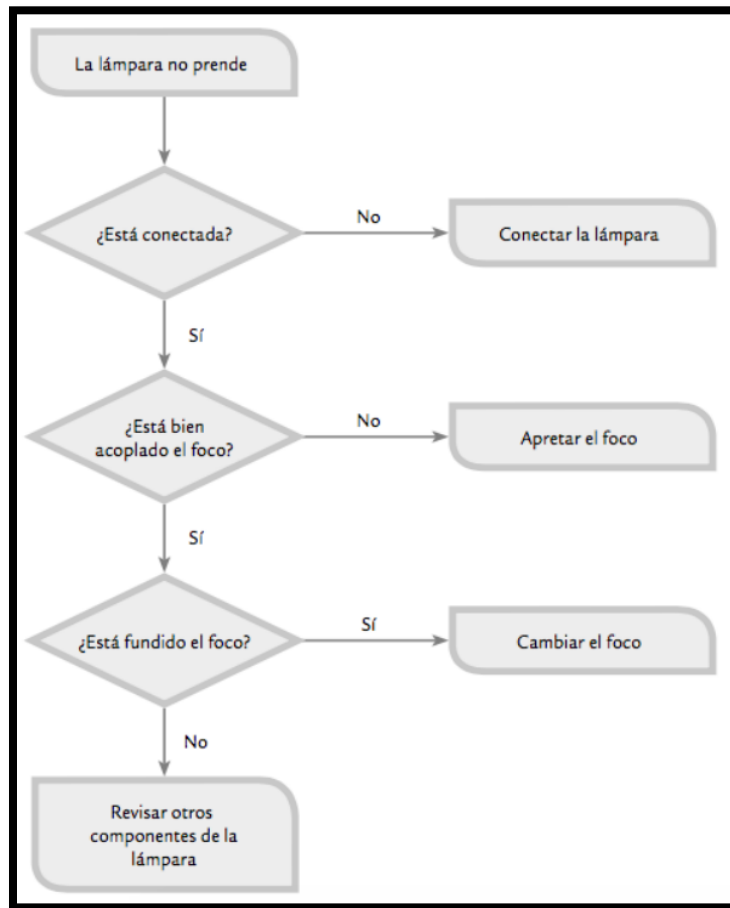


Fig. 64: Ejemplo de un diagrama de flujo básico.
Fuente: Muñoz, I. M. (2021).

1.5.3. 5's.

➤ Antecedentes.

Las herramientas Lean constituyen un gran avance para la implementación de las mejoras en los procesos que generan valor en un negocio. Sin embargo, uno de los elementos de gran importancia para esto tiene que ver con la cultura y los hábitos desarrollados a lo largo del tiempo. Por ello, al hablar aquí de orden y limpieza, consideramos no sólo la aplicación de una herramienta básica sino el desarrollo de buenos hábitos de orden y limpieza que establezcan bases más consistentes y apreciables para la edificación y aplicación de muchas de las herramientas que veremos más adelante.

El método de las 5'S fue desarrollado por Hiroyuki Hirano y representa una de las piedras que enmarcan el inicio de cualquier herramienta o sistema de mejora. Por ello, se dice que un buen evento de mejora es aquel que se inicia con las 5'S.

A este sistema se le conoce como las 5'S porque cada una de las palabras originales (en japonés) de la metodología inicia con la letra "S":

- Seiri Seleccionar.
- Seiton Organizar.
- Seiso Limpiar.
- Seiketsu Estandarizar.
- Shitsuke Seguimiento

➤ **Definición.**

Las 5's constituyen una disciplina para lograr mejoras en la productividad del lugar de trabajo mediante la estandarización de hábitos de orden y limpieza. Esto se logra al implementar cambios en los procesos en cinco etapas, cada una de las cuales servirá de fundamento a la siguiente, para así mantener sus beneficios en el largo plazo.

Se dice que, si en una empresa no ha funcionado la implementación de las 5's, cualquier otro sistema de mejoramiento de los procesos esté destinado a fracasar. Esto se debe a que no se requiere tecnología ni conocimientos especiales para implementarlas, sólo disciplina y autocontrol por parte de cada uno de los miembros de la organización. Este autocontrol organizacional adquirido en estas cinco etapas será el cimiento de sistemas más complejos, de mayor tecnología e inversión.

Un programa de 5's se construye mediante el desarrollo de las siguientes etapas:



*Fig. 65: Etapas de las 5's.
Fuente: Creación propia, 2022.*

1. Seiri (Seleccionar).

Consiste en retirar de nuestro lugar de trabajo todos los artículos que no son necesarios.

2. Seiton (Organizar).

Consiste en ordenar los artículos que necesitamos para nuestro trabajo en un lugar específico para cada cosa, de manera que se facilite su identificación, localización, disposición y regreso al mismo lugar después de usarla.

3. Seiso (Limpiar).

Consiste básicamente en eliminar la suciedad y evitar ensuciar, siempre con la idea en mente de que al limpiar también se inspecciona lo que limpiamos.

4. Seiketsu (Estandarizar).

Consiste en lograr que los procedimientos, prácticas y actividades logrados en las tres primeras etapas se ejecuten consistentemente y de manera regular para asegurar que la selección, la organización y la limpieza se mantengan en las áreas de trabajo.

5. Shitsuke (Seguimiento).

Consiste en convertir en un hábito las actividades de las 5's, al mantener correctamente los procesos generados mediante el compromiso de todos, así como la participación en los eventos kaizen que resultan de las necesidades de mejora surgidas en el lugar de trabajo.

➤ **¿Para qué se implementan las 5's?**

Un programa de 5's nos ayuda a mejorar la limpieza, la organización y el uso de nuestras áreas de Trabajo. Con esto conseguimos:

- Aprovechar mejor nuestros recursos, en especial nuestro tiempo.
- Hacer visibles y evidentes anomalías y problemas.
- Gozar de un ambiente de trabajo más seguro y placentero.
- Incrementar nuestra capacidad de producir más artículos de mejor calidad.
- Tener un lugar presentable ante nuestros clientes.

➤ **¿Cuándo se utilizan las 5's?**

Cuando necesitamos reducir los tiempos de ciclo de cambio de herramientas para aprovechar al máximo el tiempo disponible para producir, también resultan útiles cuando deseamos implementar nuevos sistemas en la administración de la cadena de valor, como: ISO-9000, Control Estadístico de Procesos, Seis Sigma o Lean Manufacturing, ya que todos éstos dependen en gran medida de la calidad y disciplina de las personas que participan en ellos.

Esta herramienta es poderosa y podemos aplicarla en áreas como:

- Almacenes.
- Áreas de producción.
- Áreas de uso común.
- Oficinas.
- Talleres.
- Vehículos.
- Laboratorios.
- En el propio hogar.

1.5.3.1. Procedimiento para implementar las 5's.

Etapa 1. Planeación y preparación.

1. Proporcione un curso de capacitación a todo el personal, en el que se explique qué son las 5'S, para qué servirán y como se llevara a cabo su implementación.
2. Prepare una campaña de difusión en la compañía sobre las 5'S, para dar conocer la utilidad y los beneficios que representara para todos, su implementación.
3. Realice visitas a otras plantas donde se hayan implementado las 5'S.
4. Aplique las 5'S en una o dos áreas de muestra para que todos comprendan el proceso.
5. Establezca las áreas de las que cada uno será responsable en cada etapa.
6. Haga un tablero en el que se vean todas las áreas donde se realizó la implementación y su avance gradual.
7. Establezca un día para iniciar formalmente la implementación. La persona de mayor rango en la empresa debe dar el banderazo de arranque, así como un mensaje a todos los miembros de la empresa en el que les haga ver que este proyecto es un esfuerzo estratégico para alcanzar un nivel de empresa limpia, segura y productiva. Este arranque se podrá complementar con dinámicas, juegos, videos u otras actividades que le confieran la importancia debida.
8. Fotografié las áreas antes de iniciar para establecer el punto de partida.

Etapa 2. Implementación de la primera S (Seleccionar).

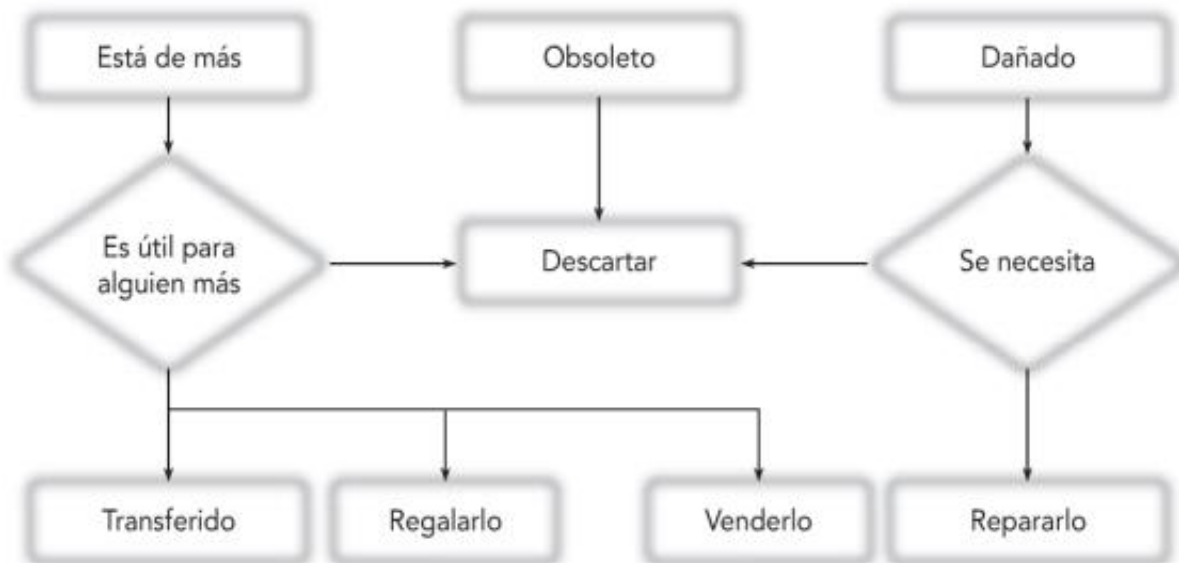
1. Asigne un grupo líder o grupo guía para esta fase. Este grupo será responsable, entre otras cosas, de fotografiar las áreas designadas y generar una evaluación inicial de todas las áreas.
2. Seleccionar es retirar del lugar de trabajo todos los artículos que no son necesarios, así que en esta etapa debe eliminar todo aquello que no necesita o no sabe si realmente lo necesita. Al seleccionar, tome en cuenta todos los objetos

que no se han utilizado y no se utilizaran en el futuro, y retírelos para liberar espacio.



*Fig. 66: Selección de artículos innecesarios.
Fuente: Creación propia, 2022.*

3. Establezca criterios de selección como los de la figura siguiente.



*Fig. 67: Criterios de selección.
Fuente: Creación propia, 2022.*

Puede establecer los criterios de selección con base en la frecuencia de uso, el tiempo o la cantidad por usar.

Seleccionar como:	Frecuencia
Necesario	Lo que se usa más de una vez al mes
No necesario	Lo que se usa menos de una vez al mes

Fig. 68: Criterios de selección con base en frecuencia de uso.
Fuente: Creación propia, 2022.

4. Los objetos seleccionados como no necesarios se identifican y confinan en un área de cuarentena definida previamente. Se puede usar como herramienta de control la tarjeta roja incluida en la siguiente tabla:

Tabla 3: Tarjeta roja (Munoz, 2021).

TARJETA ROJA	
Fecha:	Folio:
Descripción:	
Responsable:	
Fecha:	Folio:
Descripción:	
CATEGORÍA	
Accesorios o herramientas	
Cubetas, recipientes	
Equipo de oficina	
Instrumentos de medición	
Librería, papelería	
Maquinaria	
Materia prima	
Material de empaque	
Producto terminado	
Producto en proceso	
Refacciones	
Otro (especifique)	
RAZÓN	
Contaminante	
Defectuosos	
Descompuesto	
Desperdicio	
No se necesita	
No se necesita pronto	
Uso desconocido	
Otro (especifique)	
Responsable	
Fecha de decisión	
Destino final	
Fecha	

Una vez que se ha cumplido el tiempo para decidir, los artículos etiquetados con las tarjetas rojas se pueden exponer en un bazar interno de la compañía para que

todos puedan verlos y decidir si pueden ser útiles para alguien más, vendidos o donados. La clave para un lugar sin elementos inútiles es no permitir que entren en las áreas objetos innecesarios que se puedan acumular.

5. Un entregable para esta etapa es una lista de objetos necesarios en cada área donde se aplique.

Tabla 4: Lista de objetos necesarios (Munoz, 2021).

Lista de objetos necesarios		
		Área <input type="text"/>
No.	Objeto	Ubicación

El principio que debe regir en esta etapa es: solo lo que se necesita, solo la cantidad necesaria y solo cuando se necesita.

Etapa 3. Implementación de la segunda S (ordenar).

En esta etapa debemos ordenar los artículos que seleccionamos como necesarios en nuestro trabajo, para establecer un lugar específico para cada cosa, de manera que se facilite su identificación, localización, disposición y vuelta al mismo lugar después de usarla, para ello necesitamos:

1. Dividir nuestra área de trabajo en partes manejables y fácilmente identificables.
2. Generar una guía de ubicaciones.
3. Establecer sitios para cada objeto.
4. Hacer las siluetas o delimitar con colores las posiciones de los objetos en las áreas designadas.

Básicamente se deben ordenar los artículos y el mobiliario que dejarnos en la lista de objetos necesarios y establecer un orden adecuado para tener estos artículos a mano para nuestro trabajo.

Es conveniente establecer áreas específicas, marcadas o señaladas para colocar cada objeto. De esta manera, evitaremos colocaremos en lugares que no les corresponden.

Al llevar a cabo esta etapa, considere designar lugares específicos en estantes, escritorios, cajones, archivos electrónicos, almacenes, etc.

Además de designar un lugar y marcarlo para localizarlo visualmente, un entregable para esta etapa puede ser una guía para especificar las coordenadas o ubicación de todos los artículos para poder localizarlos con rapidez (menos de 30 segundos). Si lo logra, su trabajo habrá sido satisfactorio.

Después de un periodo de 30 o 40 días, se debe decidir qué hacer con los objetos ubicados en las áreas de cuarentena, para lo cual es recomendable realizar una especie de bazar interno para que el personal de todas las áreas pueda ver qué objetos podrían ser útiles para otras áreas.

Etapa 4. Implementación de la tercera S (limpiar).

Limpiar es básicamente eliminar la suciedad y se debe tener en cuenta que al hacer limpieza también se inspecciona. Así se pueden descubrir problemas potenciales antes de que se conviertan en críticos.

➤ Proceso de limpieza.

1. Diseñar el programa de limpieza.
2. Definir los métodos de limpieza. Establecer la disciplina.
3. Asignar responsables de las actividades de limpieza.
4. Definir su frecuencia y cuando se deben llevar a cabo. Listar cada una de las actividades de limpieza a realizar.
5. Listar los artículos y equipos de limpieza que se necesitan.
6. Documentar las actividades de limpieza en un procedimiento.



*Fig. 69: Implementación del proceso de limpieza.
Fuente: Creación propia, 2022.*

En esta etapa se hacen las asignaciones para que cada empleado tenga la responsabilidad de cuidar la limpieza, aun cuando sea una actividad que realiza el departamento de limpieza. Además, es importante considerar que no solo se trata de limpiar, sino de buscar maneras para evitar ensuciar o de hacer que las actividades que generan basura contengan esa basura en el momento de generarla.

«El lugar más limpio no es el que más se limpia, sino el que menos se ensucia.»

Etaapa 5. Implementación de la cuarta S (estandarizar).

Estandarizar es lograr que los procedimientos, prácticas y actividades se ejecuten consistentemente y de manera regular para asegurar que la selección, la organización y la limpieza se mantengan en las áreas de trabajo.

➤ **Proceso de estandarización.**

1. Integrar las actividades de 5'S en el trabajo regular.
2. Evaluar los resultados.

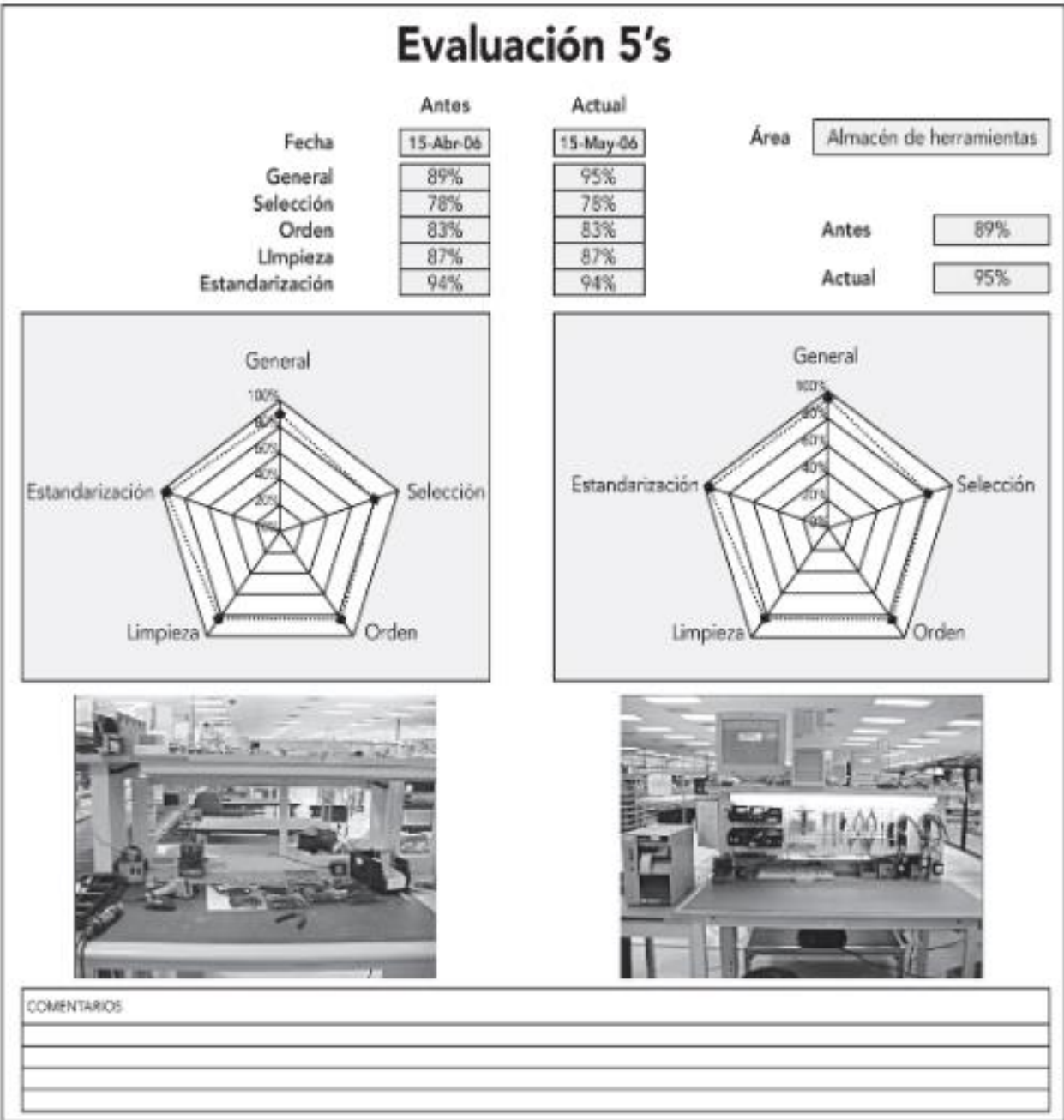
En esta etapa es recomendable elaborar también un manual de estandarización para que se mantengan las 5'S y exista continuidad en aspectos como:

1. Estandarización de colores.
2. Colores y tipos de líneas.
3. Codificación de artículos, espacios, estantes, etc.
4. Guías de ubicaciones.
5. Etiquetas.
6. Estándares para la organización.
7. Estándares para la limpieza.
8. Reglamento.

Las evaluaciones deben ser objetivas y debe llevarlas a cabo personal designado exclusivamente para ese fin. Cuando la implementación haya madurado, cualquier persona podrá evaluar otra área que no sea la suya.

Al realizar una evaluación, es importante comparar la evidencia encontrada en la evaluación anterior con los resultados obtenidos en la evaluación actual.

En esta presentación de resultados se puede ver la situación anterior y el resultado actual.



*Fig. 70: Evaluación 5's.
Fuente: Creación Propia, 2022.*

Lo más importante de las evaluaciones es que influyan en la cultura de la organización y, sobre todo, que creen un ambiente competitivo que permita la continuidad de lo logrado. Es recomendable que las evaluaciones no sean motivo de castigos o presiones que hagan que el proyecto sea una obligación, sino un logro compartido que proporciona muchos beneficios.

Un entregable para esta etapa es una guía de estandarización por áreas, en la que se pueda consultar la ubicación de los objetos, el dibujo de la distribución, la guía de estandarización de colores y etiquetado, así como el reglamento de seguimiento.

«Di lo que haces, haz lo que dices y demuéstalo»

Etapa 6. Implementación de la quinta S (seguimiento).

Seguimiento es convertir en un hábito las actividades de las 5s, al mantener correctamente los procesos generados a través del compromiso de todos. En esta etapa es recomendable:

1. Hacer campañas de promoción sobre lo que se ha ganado.
2. Organizar visitas a las instalaciones.
3. Proporcionar capacitación continua.
4. Hacer campañas de difusión.
5. Realizar reuniones de seguimiento.
6. Realizar presentaciones de proyectos.

«Lo difícil no es llegar, sino mantenerse.»

➤ **Consideraciones importantes.**

La mejor herramienta para implementar las 5s es el liderazgo que puede tener la dirección de la empresa y el apoyo para que todos se contagien del entusiasmo de este proyecto. Esto hará que todos se esfuercen por lograr que las empresas no solo tengan mejor aspecto al estar más ordenadas y limpias, sino que aumenten la productividad significativamente al eliminar tiempos de búsqueda. Normalmente, gran parte de nuestro tiempo lo dedicamos a buscar algo. Buscamos objetos, documentos, archivos en el ordenador, herramientas, pedidos, etc. Por lo tanto, más allá de mejorar el aspecto estético, debemos centrarnos en la productividad que es posible lograr.

Es recomendable que al final de cada etapa de implementación haga fotografías, preferentemente desde el mismo sitio y con la misma iluminación, para que se note que son cambios en el mismo lugar (Munoz, 2021).

1.5.4. Mantenimiento Autónomo.

El mantenimiento autónomo es uno de los pilares del TPM (Mantenimiento productivo Total), que es una metodología de mejora que permite la continuidad de la operación, en los equipos y plantas, al introducir los conceptos de:

- Prevención.
- Cero defectos ocasionados por maquinas.
- Cero accidentes.

- Cero defectos.
- Participación total de las personas.

En las empresas de manufactura, el mantenimiento de las máquinas representa un problema si no es el adecuado, ya que impide la continuidad en la producción. Además, es uno de los mayores generadores de desperdicio en productos y gastos operativos debidos a reparaciones. Esto resulta clave si los procesos dependen en gran medida de la automatización o si se trata de procesos continuos.

➤ **Implementación del mantenimiento autónomo en el equipo.**

Para este paso es básico tener implementadas las 5'S en el área, ya que el orden y la limpieza son la base del mantenimiento autónomo.

Durante la tarde del primer día y el segundo día se empieza con el programa de mantenimiento autónomo, el cual representa el corazón del mantenimiento productivo total, ya que ahora los operadores tendrán la responsabilidad permanente de conocer su equipo, cuidarlo y detectar errores antes de que ocurran.

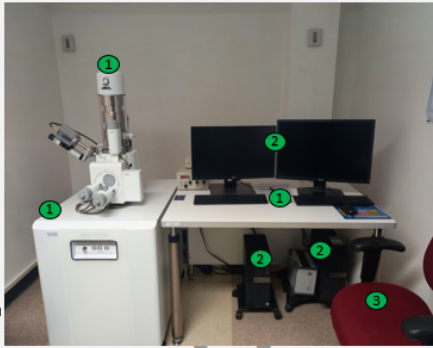
Para implementar el mantenimiento autónomo, el equipo debe reunir información relevante tanto de los manuales de las maquinas como de la experiencia y el conocimiento de operadores, ingenieros, técnicos, etc., para establecer un programa diario que considere básicamente las siguientes actividades:

- Lubricación.
- Limpieza del equipo.
- Revisiones de sus niveles, parámetros, etc.
- Ajustes menores.

Entonces se prepara un registro que deberá llenar y firmar diariamente el operador cuando realice estas actividades.

Este registro deberá estar en la maquina o cerca de ella para que el operador pueda verlo y pueda registrar las actividades, su número de empleado y el día del mes en que se ejecutaron las actividades. De esta manera se sabrá quién realizó la actividad y el supervisor o líder podrá evaluarla y confirmar que cada día se haya realizado la actividad correspondiente.

Además, es importante crear instrucciones para que las actividades se realicen sin ninguna duda y mediante los pasos correctos. Estas instrucciones serán de gran ayuda para que el operador entienda el detalle del registro de mantenimiento autónomo (Creación propia, 2022).



- NO WORK
- MTTO EFECTUADO
- MTTO NO EFECTUADO

Estándares de Mantenimiento/Inspección

Mantenimiento Autónomo Mantenimiento Planeado

Grupo / Equipo	SEM-EDX Analysis
Maquina	SEM-EDX
ELABORO:	J. Francisco Fernández Chávez
SUPERVISOR:	Juan José Torres Castañón
Fecha y No. de hoja	

# PEND.	FUNCION
1	Área y equipo de trabajo libre de basura y polvo
2	Computadora realizando su funcionamiento correctamente
3	Silla libre de basura y polvo

Page 1

NOTA: REALIZAR MANTENIMIENTO AUTONOMO AI

# Pto	OPERACION	METODO	HERRAMIENTAS	CRITERIO	TIEMPO	TURNO	DIA	JOB																							
1	LIMPIEZA Y VERIFICAR	MANUAL-VISUAL	SERVITOALLA Y LIMPIADOR	DEBE DE RESPETAR EL ESTANDAR.	2 MIN		X																								
2	LIMPIEZA Y VERIFICAR	MANUAL-VISUAL	SERVITOALLA Y LIMPIADOR	DEBE DE RESPETAR EL ESTANDAR.	20 SEG		X																								
3	LIMPIEZA Y VERIFICAR	MANUAL-VISUAL	SERVITOALLA Y LIMPIADOR	DEBE DE RESPETAR EL ESTANDAR.	20 SEG		X																								
DIA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
1																															
2																															
3																															
O P E R A D O R																															

NOTA: SI POR ALGUNA RAZON EL MANTENIMIENTO NO FUE EFECTUADO, ESPECIFICA EL MOTIVO EN LA COLUMNA DEL DIA

REFERENCIA: FECHA: 10/15/2022 REVISION: A ELABORO: J. Francisco Fernández Chávez

Fig. 71: Estándar de mantenimiento autónomo en Sensata.
Fuente: Creación propia, 2022.

CAPITULO 4: DESARROLLO.

1. DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES REALIZADAS.

Debido a que hubo un requerimiento de nuestro mayor cliente (GM) para la contratación de un especialista en materiales con nivel de doctorado para el crecimiento y desarrollo del laboratorio de análisis de falla, mediante la implementación de un laboratorio metalográfico y de caracterización de materiales, el proyecto y el capital para el mismo, fue aprobado por los directivos de la empresa.

1.1. Generación del diagrama de flujo.

A continuación, se muestra el diagrama de flujo para la implementación y puesta en marcha del laboratorio metalográfico y de caracterización de materiales.

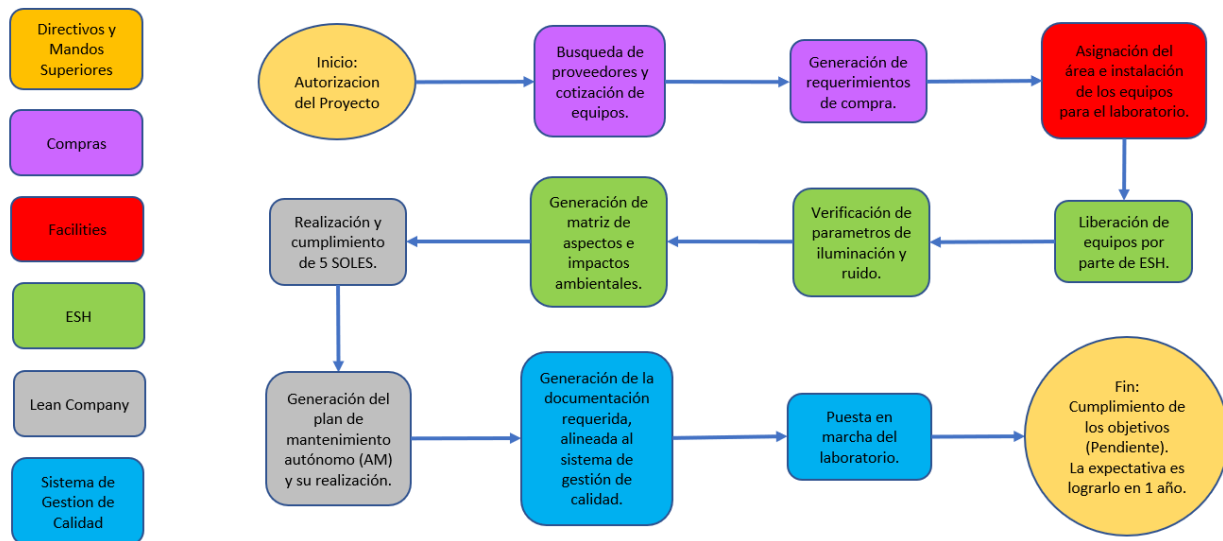


Fig. 72: Proceso: Implementación y puesta en marcha de un laboratorio metalográfico y de caracterización de materiales.
Fuente: Creación propia, 2022.

1.2. Búsqueda de proveedores y cotización de equipos y/o servicios para la implementación del laboratorio metalográfico y de caracterización de materiales.

Los equipos para los laboratorios metalográfico y de caracterización de materiales son demasiado especiales, por lo que es difícil encontrar proveedores en México de estos equipos.


A continuación, se muestra una tabla con el tipo de equipo y el proveedor seleccionado para su compra:

Tabla 5: Proveedores de equipos y servicios para la implementación del laboratorio (Creación propia, 2022).

Equipo / Servicio	Proveedores	Proveedor Seleccionado
Cortadora de Precisión.	FAL, TEXAS SAFETY & INDUSTRIAL CO. LLC	TEXAS SAFETY & INDUSTRIAL CO. LLC.
Campana de Extracción.	Sensata (CEI)	Sensata (CEI)
Pulidora.	FAL, TEXAS SAFETY & INDUSTRIAL CO. LLC	TEXAS SAFETY & INDUSTRIAL CO. LLC.
Microscopio Metalográfico.	FAL, Zeiss.	FAL.
IC - Cromatógrafo Iónico.	Ya se contaba con el equipo.	
FTIR - Espectrómetro Infrarrojo con Transformada de Fourier.	analitek, FAL.	analitek.
XRF – Fluorescencia de Rayos X.	JEOL, Zeiss.	JEOL.
SEM – Microscopio Electrónico de Barrido.	JEOL, Zeiss.	JEOL.

1.2.1. Cotizaciones de los equipos con los proveedores seleccionados.

➤ Cortadora de precisión y pulidora.



TEXAS SAFETY & INDUSTRIAL CO. LLC
 5829 W. Sam Houston Pkwy N Ste:1207
 Houston TX 77041 USA
 PH:281-920-2170 FX:281-920-2169
 E-mail: info@texassafety.net

NUM.
CJ-051017-4

NAME / ADDRESS

SENSATA TECHNOLOGIES DE MEXICO S DE RL DE
 AV. AGUASCALIENTES SUR # 401
 EX EJIDO SALTO DE OJOCALIENTE
 AGUASCALIENTES, C.P., 20190
 Mexico VAT#:

INCOTERMS	VALIDITY	REFERENCE	DELIVERY		TERMS.
LAREDO TX	30 DAYS	VARIOUS	4 WEEKS		NET 30

No.	DESCRIPTION	U/M	QTY	US DOL.	TOTAL
1	NANO 2000T DOUBLE WHEEL GRINDER POLISHER BENCH TOP POLISHER FOR 8 AND/OR 10-INCH WHEELS. FEATURES VARIABLE SPEED (100-1000 RPM WITH 1 RPM INCREMENTS), INPUT VOLTAGE 110V/220V SINGLE PHASE CONVERTED TO 3-PHASE FOR HIGHER TORQUE (1 HP) MOTOR, PRESET FAST SPEED BUTTONS (100, 200, 300 RPM), AUTO MODE (PROGRAMMABLE SPEED, DIRECTION AND TIME), TOUGH AND RUGGED GRP (GLASS REINFORCED PLASTIC) CONSTRUCTION, WATER INLET AND OUTLET FOR WHEEL LUBRICATION. INCLUDES SPLASH GUARD AND COVER. WORKING WHEELS AND PAPER BACKED PAPER RING ARE QUOTED SEPARATELY. OPTIONAL FEMTO 1100 POLISHING HEADS CAN BE ORDERED WITH THE SYSTEM OR FOR LATER INSTALLATION. THE NANO 2000T POLISHER CAN BE OPERATED AT 110V OR 220V (REQUIRES WIRNIG CHANGE ON THE MOTOR) (PART NO. NANO-2000T).	EA	2	4,120.00	8,240.00
2	PW-800A 8-INCH DIAMETER ANODIZED ALUMINUM WORKING WHEEL *NOTE: REQUIRES ANODIZED SUPPORT PLATE*	EA	2	295.00	590.00
3	PTM-125-005 8-INCH PLAIN-BACKED GRINDING PAPER RING	EA	2	95.00	190.00
4	SIC-P08C 8-INCH COMBINATION SIC PSA (ADHESIVE BACKED) ABRASIVE GRINDING PAPERS (240, 360, 800, 1200 GRIT) (5 EACH, 25/PKG)	EA	10	85.00	850.00

QUOTED BY CAROLINA JUAN

Visit us online we are 24/7 at your service.
www.texassafety.net

TOTAL

All returns of materials are subject to charge upon return.
 Made to order material cannot be canceled or returned once the purchase order is received.

Page 1

Fig. 73: Cortadora de precisión / Descripción y costo de los items, pagina 1.
 Fuente: TEXAS SAFETY & INDUSTRIAL CO. LLC.



TEXAS SAFETY & INDUSTRIAL CO. LLC

5829 W. Sam Houston Pkwy N Ste:1207
 Houston TX 77041 USA
 PH:281-920-2170 FX:281-920-2169
 E-mail: info@texassafety.net

NUM.
CJ-051017-4

NAME / ADDRESS
SENSATA TECHNOLOGIES DE MEXICO S DE RL DE AV. AGUASCALIENTES SUR # 401 EX EJIDO SALTO DE OJOCALIENTE AGUASCALIENTES, C.P., 20190 Mexico VAT#:

INCOTERMS	VALIDITY	REFERENCE	DELIVERY		TERMS.	
LAREDO TX	30 DAYS	VARIOUS	4 WEEKS		NET 30	
No.	DESCRIPTION		U/M	QTY	US DOL.	TOTAL
5	GP-4008 GOLDPAD POLISHING PAD, 8-INCH W/PSA BACKING, 10/PKG		EA	5	78.00	390.00
6	ALR-0110-01 1 UM ALUMINA POWDER WEIGHT: 1LB		EA	2	78.00	156.00
7	PICO-155P PRECISION CUTTER (PART NO. PICO 155) WITH TOUCH CONTROLS AND BUILT-IN RECIRCULATING PUMP. FITS 3-INCH (75 MM) UP TO 7-INCH (175 MM) DIAMETER BLADES. FEATURES: VARIABLE SPEED 150 WATT MULTI-VOLTAGE MOTOR VARYING FROM 50-1500 RPM CUTTING WITH DIGITAL SPEED READOUT, BUILT-IN COOLANT PUMP AND TANK, PRECISION MICROMETER, COUNTERBALANCED SLIDING LOAD SYSTEM, AUTOMATIC CUT-OFF SWITCH, MAGNETIC SAFETY SWITCH FOR THE HOOD, AND EMERGENCY STOP BUTTON. THE PICO-155 HAS A BUILT IN TRANSFORMER SO IT CAN BE OPERATED AT EITHER 110V OR 220V. ACCESSORIES INCLUDED WITH THE SAW ARE THE UNIVERSAL VISE (PART NO. P150-702), DOUBLE PARALLEL VISE (PART NO. P150-703), SPECIMEN ADHERING VISE (PART NO. P150-709), SPECIMEN VISE FOR IRREGULAR SHAPED SPECIMENS (PART NO. P150-706), TEARDROP HOLDER FOR 0.7-1.6 INCH ROUND SPECIMENS, (PART NO. P150-710), SPECIMEN VISE FOR FASTENERS (PART NO. P150-711), AND DRESSING UNIT (PART NO. P150-701)		EA	1	5,820.00	5,820.00
8	WB-0075HC 7-INCH DIAMOND WAFERING BLADE (MEDIUM GRIT, HIGH CONCENTRATION)		EA	4	430.00	1,720.00
QUOTED BY CAROLINA JUAN			Visit us online we are 24/7 at your service. www.texassafety.net		TOTAL	

All returns of materials are subject to charge upon return.
 Made to order material cannot be canceled or returned once the purchase order is received.

Fig. 74: Cortadora de precisión / Descripción y costo de los items, pagina 2.
 Fuente: TEXAS SAFETY & INDUSTRIAL CO. LLC.



TEXAS SAFETY & INDUSTRIAL CO. LLC

5829 W. Sam Houston Pkwy N Ste:1207
 Houston TX 77041 USA
 PH:281-920-2170 FX:281-920-2169
 E-mail: info@texassafety.net

NUM.
CJ-051017-4

NAME / ADDRESS
SENSATA TECHNOLOGIES DE MEXICO S DE RL DE AV. AGUASCALIENTES SUR # 401 EX EJIDO SALTO DE OJOCALIENTE AGUASCALIENTES, C.P., 20190 Mexico VAT#:

INCOTERMS	VALIDITY	REFERENCE	DELIVERY		TERMS.	
LAREDO TX	30 DAYS	VARIOUS	4 WEEKS		NET 30	
No.	DESCRIPTION		U/M	QTY	US DOL.	TOTAL
9	OL-3000-16 DIALUBE OIL-BASED DIAMOND CUTTING FLUID, 16 OZ.		EA	6	19.50	117.00
10	OLYMPUS BX53M MICROSCOPE ***PENDING*** **PRICE PER QUANTITY** AVAILABILITY AND PRICE QUOTED ARE SUBJECT TO PRIOR SALE THE REVISION ON BEHALF OF THE CLIENT/ END USER IS REQUIRED TO ENSURE THIS QUOTE IS ADJUSTED TO THE REQUIREMENTS AND PURPOSES.					0.00
QUOTED BY CAROLINA JUAN			Visit us online we are 24/7 at your service. www.texassafety.net		TOTAL	\$18,073.00

All returns of materials are subject to charge upon return.
 Made to order material cannot be canceled or returned once the purchase order is received.

Fig. 75: Cortadora de precisión / Descripción, costo de los items y costo total.
 Fuente: TEXAS SAFETY & INDUSTRIAL CO. LLC.

➤ Microscopio metalográfico.






							
		Representaciones y Distribuciones Fal, S.A. de C.V. Industria Nacional # 3 Fracc. Industrial Alce Blanco, Naucalpan Estado de Mexico, Mexico 53370		Tel.- +52(55)55766142 Fax.- +52(55)53593707 e-mail: microscopios@fal.com.mx			
Cotizacion # O-221-2017 Equipo: MICROSCOPIO VERTICAL OLYMPUS MODELO BXS3M (CAMPO CLARO Y SOFTWARE ESTRAM ESSENTIALS) SENSATA TECHNOLOGIES DE MEXICO Av. Aguascalientes Sur 401, Aguascalientes, C.P. 20290. Ing. Juan Torres.		Tiempo de Entrega: 60-75 Días, Despues de confirmada su Orden de compra. Condiciones de pago: 30 Días contra revision de Factura. Material entregado al 100%					
ITEM	DESCRIPCION	CANT.	PRECIO				
BXS3MRF	BXS3MRF-S; MICROSCOPE FRAME, RL, ESD (CUERPO DEL EQUIPO)	1					
4-U133	U-SVRM MECHANICAL STAGE WITH RIGHT-HAND DRIVE CONTROL (PLATINA)	1					
4-U603	U-MSSP STAGE PLATE FOR U-SVRB/LB-4 (PLATO DE PLATINA)	1					
U-R1052	U-SRE-2 QUINTUPLE REVOLVING NOSEPIECE (REVOLVER)	1					
5-UR213	BX3M-KMA-S; LED ILLUMINATOR, RL, BF, ESD (ILUMINADOR LED)	1					
3-U234	U-TR30-2 TRINOCULAR TUBE (TUBO DE OBSERVACION CON SALIDA PARA CAMARA)	1					
2-U1007	WHN10X-1-7;10X EYEPIECE FOR (OCULAR SIN AJUSTE DE DIOPTRIA)	1					
2-U100H6	WHN10X-H-1-7;10X EYEPIECE,FOC. (OCULAR CON AJUSTE DE DIOPTRIA)	1					
9-U731	U-25LBD LIGHT BALANCING FILTER SLIDER (FILTRO PARA BALANCE DE INTENCIDAD DE LUZ)	1					
U-P310	U-PO3 POLARIZER SLIDER (FILTRO POLARIZADOR)	1					
U-P221	U-AN360-3 ANALYZER 360-DEGREE ROTATABLE FOR REFLECTED LIGHT (FILTRO ANALIZADOR 360°)	1					
1-U2M222	MPLNSX-1-7;M PLAN 5X OBJECTIVE NA 0.1, WD 20MM (OBJETIVO 5X CAMPO CLARO)	1					
1-U2M223	MPLN10X-1-7;M PLAN 10X OBJECTIVE, NA 0.25, WD 10.6MM (OBJETIVO 10X CAMPO CLARO)	1					
1-U2M225	MPLN20X-1-7;M PLAN 20X OBJECTIVE, NA 0.4, WD 1.3MM (OBJETIVO 20X CAMPO CLARO)	1					
1-U2M230	MPLN50X-1-7;M PLAN 50X OBJECTIVE, NA 0.75, WD 0.38MM (OBJETIVO 50X CAMPO CLARO)	1					
1-U2M234	MPLN100X-1-7;M PLAN 100X OBJECTIVE, NA 0.9, WD 0.21MM (OBJETIVO 100X CAMPO CLARO)	1					
COVER018	COVER-018 DUST COVER NO.018 FOR BX41.45.51.52 (FUNDA)	1					
UYCP-11	POWER CORD UYCP11 (CABLE DE ALIMENTACION)	1					
			Subtotal	\$ 10,649.00			
ANALISIS DE IMAGEN							
SIS-SC50	E9700151; SC50 SMP CMOS COLOR CAMERA, HD,INCL USB3 INTERFACE (CAMARA DE SMP CON CONEXIÓN USB 3.0)	1					
U-V105C47	U-TV0.SXC-3-2; CCD CAMERA ADAPTER,0.5X LENS,C-MOUNT (ADAPTADOR DE 0.5X PARA CAMARA OLYMPUS)	1					
M-0550	STAGE MICROMETER 0BMM1/100 (ESCALA PARA CALIBRACION DE SOFTWARE)	1					
SIS-9700806	OLYMPUS Stream Essentials (SOFTWARE STREAM ESSENTIALS CON CORRECTOR DE PLANICIDAD)	1					
D-EW501-32	COMPUTADORA DELL PROCESADOR INTEL I3, WINDOWS 8.1 PRO CON CONEXIÓN USB 3.0, EQUIPO CON OFFICE (EQUIPO DE COMPUTO)	1					
OLY-21	MONITOR DE ALTA RESOLUCION DE 21" (MONITOR)	1					
			Subtotal	\$ 12,204.95			
			Precio del Equipo	\$ 22,853.95			
			Gastos de Importacion, transportes y Seguros	\$ 2,285.40			
			Precio del Equipo (INCOTERM:DDP Sus Instalaciones)	\$ 25,139.35			
			16% I.V.A.	\$ 4,022.30			
			Total (U.S.D.)	\$ 29,161.64			
Esta es una cotizacion oficial y esta expresada en Dolares de Estados Unidos , es valida por 30 días y es referente a los productos en los cuales su empresa ha demostrado interes. Los precios aquí mostrados, representan el paquete diseñado de acuerdo a sus necesidades, en caso de requerir cambios o adecuaciones adicionales, los precios aquí mostrados pueden cambiar. Los numeros de parte y de catalogo cambian de vez en cuando.							

Fig. 76: Microscopio metalográfico / Descripción, costo por ítem y costo total.
 Fuente: Representaciones y Distribuciones FAL, S.A. de C.V.

➤ Espectrómetro infrarrojo con transformada de Fourier (FTIR).

analitek				Num. Cotización COT-1293		
Tu éxito es nuestra pasión						
Part.	Cant.	Código	Descripción	Precio Unit.	Dto	Importe
1	1	220-92684-02	<p>Espectrofotómetro FTIR IRSpirit de Shimadzu, ofrece una relación S/N más alta en su clase, así como alta confiabilidad en los resultados, debido a la tecnología utilizada y heredada del modelo higher-end. El programa IR Pilot simplifica los análisis de rutina para todos los usuarios.</p> <p>El paquete IRSpirit de alta sensibilidad incluye detector DLATGS, ventana estándar de KBr y accesorios estándares (EN120V), lo cual le permite alcanzar una S/N de 30 000:1 y una resolución de 0.5 cm⁻¹ en un sistema muy compacto, con un tamaño A3 (420 X 297 mm) y un peso de tan solo 8.5 kg, siendo el instrumento de FTIR más pequeño y ligero de Shimadzu. Está equipado con un compartimento de muestra de tamaño estándar, por lo que casi todos los accesorios suministrados al FTIR se pueden montar.</p> <p>Cada paquete contiene una unidad completamente funcional con una ventana, software LabSolutions IR, cable y otros elementos relevantes para el paquete. Adicionalmente, el software de flujo de trabajo IRPilot también está incluido.</p> <p>Características principales:</p> <p>Efectividad en espacio con alta capacidad de expansión:</p> <ul style="list-style-type: none"> *FTIR compacto con el cual se puede viajar a donde se necesite, como sitios con poco espacio disponible, en donde las muestras pueden ser medidas con la unidad colocada en forma horizontal o verticalmente. *El compartimento de muestras es el más amplio de su clase, el cual se adapta fácilmente a los accesorios de Shimadzu y de terceros. <p>El programa IR Pilot dedicado, garantiza una operación inmediata y fácil del sistema, el cual incluye:</p> <ul style="list-style-type: none"> *23 programas de aplicación estándar. *Programa de prueba de identificación, el cual es conveniente para inspecciones de rutina. *Programa especializado de evaluación, con la opción de aprobado/rechazo para el análisis de contaminantes . *Programa para análisis cuantitativo 	\$21,994.12		\$21,994.12 USD

Headquarters
Lomas de los Pinos 5505 A
La Estanzuela Vieja 64984
Monterrey, N.L.
T +52 (81) 8104 0267

México D.F.
Amores 707-302
Del Valle 05100
Del. Benito Juárez, México D.F.
T +52 (55) 5543 1442

L 01 800 733 2625
analitek.com

Fig. 77: FTIR / Descripción y costo de los items, pagina 2.
Fuente: analitek.

*Programa para el cálculo del grosor de película.

Alta fiabilidad la cual asegura que el sistema puede ser introducido como confiable:

*Desempeño estable del interferómetro, basado en la tecnología heredada de los modelos higher-end.

*Diseñado para resistir entornos con mucha humedad (la ventana KRS-5 es seleccionable).

*Función de monitoreo del estado del instrumento, lo cual permite a los usuarios comprender fácilmente el estado de este.

*Se puede instalar con un seguro anti-robo y anti-caída.

Part.	Cant.	Código	Descripción	Precio Unit.	Dto	Importe
2	1	206-31050-46	Este deshumidificador electrónico extraerá constantemente humedad del compartimiento de muestra y del interferómetro siempre que el instrumento esté conectado. Esta opción adicional ayuda a reducir el mantenimiento asociado con la sustitución de la sílice gel y también puede evitar que las ventanas de KBr absorban la humedad.	\$560.00		\$560.00 USD

Part.	Cant.	Código	Descripción	Precio Unit.	Dto	Importe
3	1	227-38004-02	<p>El QATR-S es un accesorio ligero de una sola reflexión total atenuada (ATR), diseñado al modelo Shimadzu de FTIR IRSpirit, para el análisis espectroscópico en el medio infrarrojo.</p> <p>El diseño óptico innovador del QATR-S está basado en la óptica de reflexión con recubrimiento de oro y la característica tecnológica synopti-focal array con espejos esféricos de precisión modulada. El cristal del ATR monolítico de diamante que emplea el accesorio QATR puede soportar cargas puntuales más duras con formas o superficies irregulares en comparación con las placas de diamante soportadas por ZnSe utilizadas en algunos accesorios de ATR. Este accesorio es adecuado para mediciones en el mediano infrarrojo en el rango: 7 800 a 400cm⁻¹.</p>	\$9,197.65		\$9,197.65 USD

Headquarters

Lomas de los Pinos 5505 A
La Estanzuela Vieja 64984
Monterrey, N.L.
T +52 (81) 8104 0267

México D.F.

Amores 707-302
Del Valle 05100
Del Benito Juárez, México D.F.
T +52 (55) 5543 1442

L 01 800 735 2625
analitek.com

Fig. 78: FTIR / Descripción y costo de los items, pagina 3.
Fuente: analitek.

Part.	Cant.	Código	Descripción	Precio Unit.	Dto	Importe
4	1	220-97318-40	<p>Estación de trabajo Shimadzu Mini torre PC con procesador Intel® cuatro Core Xenon (3.50GHz / 2133MHz DDR4 / 8MB con gráficos HD). Los sistemas operativos incluyen Windows® 10 PRO 64 bit (instalado). El sistema incorpora 8 GB DDR4 UDIMM 2133, memoria ECC (ampliable a 64 GB), disco duro Serial ATA de 2x500 GB, unidad DVD +/- RW 16X.</p> <p>Se incluyen teclado USB, mouse óptico de rueda, NVIDIA Quadro NVS 310 de 512 MB, tarjeta gráfica Dual Monitor, conexión de red Intel Integrated Gigabit 10/100/1000, un PCIe x16 Gen 3; un PCIe x16 Gen 2 con cable x 4; un PCIe x1; un PCI 32bit / 33MHz, un puerto serial (RS-232), 7 puertos USB 2.0, 4 puertos USB 3.0 (2 frontales, 6 posteriores y 3 internos), audio integrado de alta definición (sin altavoces).</p> <p>Tres años de garantía con Dell Corporation.</p>	\$2,500.00		\$2,500.00 USD
5	1	220-97319-10	<p>Pantalla LCD de 19, resolución 1440 x 900, relación de contraste (típica): 1000:1. Brillo (típico): 300 cd/m2, paso de píxeles de 0,285 mm. Tres años de garantía con Dell Corporation.</p>	\$300.00		\$300.00 USD
6	1	206-31629-42	<p>La Biblioteca Shimadzu Estándar contiene más de 10,000 espectros de polímeros, monómeros, aditivos para alimentos, agricultura, reactivos orgánicos e inorgánicos, y muchos más.</p>	\$1,290.00		\$1,290.00 USD

Headquarters

Lomas de los Pinos 5505 A
La Estanzuela Vieja 64984
Monterrey, N.L.
T +52 (81) 8104 0267

México D.F.

Amores 707-302
Del Valle 05100
Del Benito Juárez, México D.F.
T +52 (55) 5543 1442

L 01 800 733 2625
analitek.com

Fig. 79: FTIR / Descripción y costo de los items, pagina 4.
Fuente: analitek.

Part.	Cant.	Código	Descripción	Precio Unit.	Dto	Importe
7	1	220-93276-02	<p>Unidad de microscopio con compartimiento de muestra con óptica para REFLEXIÓN Y TRANSMISIÓN en FTIR</p> <p>El microscopio SurveyIR es un accesorio de microscopio FTIR alimentado por USB y con compartimiento de muestra con óptica de transmisión y reflexión.</p> <p>Especificaciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Alimentado por USB 2.0 externo + 5VDC. - Cámara de vídeo a color CMOS de 5 mega píxeles con resolución máxima de 2592 x 1944. - Calidad de imagen visual de grado de investigación con campo de visión visible de 1900um. - Vista simultánea / IR - Opciones de enmascaramiento remoto de imagen IR de diámetro fijo de 2000um, 250um, 200um, 160um, 100um o 60um, controlado mediante el software eSpot™. - Modos de transmisión, reflexión e iluminación oblicua. - Objetivo de 2X de aumento óptico visible produce 0.7 µm/píxel en el plano. - Objetivo de aumento de 5X esférico y condensador en IR. - Distancia de trabajo del objetivo de 7.62 mm. - Monitoreo de la fuerza de contacto: máximo de 50 lb (222.5 Newton) - Control del software eSpot™ de modos de iluminación visual, intensidad de iluminación visible, alerta de contacto ATR, selección de máscara IR y modos de transmisión/reflexión IR. - Capacidad del software eSpot™ para captura de imágenes, almacenamiento y documentación. - Software eSpot™ compatible con Windows™ 7, 8, 8.1 y 10. - Ajuste manual de enfoque de etapa z grueso/fino, distancia de trabajo mínima de 1/3", recorrido máximo de 1/2" - Platina de ajuste manual (x, y) a porta-objetos para microscopio estándar de 1" x 3" y produce un recorrido de muestra de 1" x 2 1/2" - Adapta celdas de transmisión disponibles comercialmente, incluidas las celdas de compresión de 	\$24,600.00		\$24,600.00 USD

Headquarters

Lomas de los Pinos 5505 A
La Estanzuela Vieja 64984
Monterrey, N.L.
T. +52 (81) 8104-0267

México D.F.

Amanes 707-302
Del Valle 05100
Del Bordo Juárez, México D.F.
T. +52 (55) 5545 1442

L 01 800 733 2625
analitek.com

Fig. 80: FTIR / Descripción y costo de los items, pagina 5.

Fuente: analitek.

diamante
 - Ajuste manual de enfoque del condensador de transmisión.
 - Dimensiones: 13,2 "de profundidad x 4,3" de ancho x 10,5 "de altura (33,5 cm de profundidad x 10,9 cm de ancho x 26,7 cm de altura).
 - Peso 10.4 lb (4.7 kg)
 - Temperatura de funcionamiento: 0 a + 50 ° C
 - Temperatura de almacenamiento: -20 a + 70 ° C
 - Humedad en funcionamiento: 0 a 100% (sin condensación)
 - Presión de funcionamiento: 0.44 a 1.1 atm

Part.	Cant.	Código	Descripción	Precio Unit.	Dto	Importe
8	1	220-93276-10	Placa de montaje para el accesorio de microscopio SurveyIR	\$360.00		\$360.00 USD

Headquarters

Lomas de los Pinos 5505 A
 La Estanzuela Vieja 64984
 Monterrey, N.L.
 T +52 (81) 8104 0267

México D.F.

Amores 707-302
 Del Valle 05100
 Del Benito Juárez, México D.F.
 T +52 (55) 5545 1442

L 01 800 733 2625
 analitek.com

Fig. 81: FTIR / Descripción y costo de los items, pagina 5.
 Fuente: analitek.

SubTotal	\$ 60,801.77 USD
I.V.A. 16%	\$ 9,728.28 USD
Total	\$ 70,530.05 USD

Notas de Cotización:

Garantía extendida por 24 meses la cual incluye un mantenimiento preventivo al año de instalado el equipo sin costo adicional y calificación de Instalación (IQ), adicionalmente se está incluyendo la familiarización con el equipo FTIR y software incluidas en cualquier compra, con lo cual se están ahorrando los siguientes costos:

Mantenimiento preventivo (PM) del FTIR IRSpirit 500 USD + 250 USD de viáticos, lo cual incluye:

- Ø Revisión Inicial del Instrumento.
- Ø Limpieza del Instrumento.
- Ø Reemplazo de Consumibles para prevenir fallar.
- Ø Pruebas de Operación del Instrumento.
- Ø Aprobación del Usuario del buen funcionamiento.
- Ø Etiqueta de Servicio.
- Ø Reporte de Servicio.

Calificación de Instalación (IQ) por parte del Ingeniero de servicio ANALITEK la cual se realiza sin costo para asegurar la correcta instalación del equipo y consiste en:

- Ø Realización de instalación física del instrumento en el lugar previamente preparado por el cliente de acuerdo a especificaciones del fabricante.
- Ø Realización de todas las verificaciones y pruebas requeridas para realizar la instalación.
- Ø Documentación de todo lo necesario para asegurar una instalación exitosa en el lugar del cliente.
- Ø Entrega de documentos que avalan esta calificación.
- Ø Etiqueta de Servicio.
- Ø Reporte de Servicio.

TÉRMINOS DE SERVICIO:

Tiempo de respuesta por parte de servicio será de 48 horas
Tiempo de entrega en refacciones 2 semanas

Si el equipo llega a fallar continuamente este será reemplazado totalmente por Shimadzu sin ninguna responsabilidad para el cliente. Cuando se presente una falla con el equipo, el ingeniero de servicio realizará el diagnóstico vía telefónica o visita, sea el caso.

Los viáticos por visita del ingeniero de servicio son de 250 USD, los cuales correrán por parte de ANALITEK durante los dos años de garantía.

TÉRMINOS DE GARANTÍA:

La garantía extendida a 24 meses cubre cualquier reparación y reemplazo de partes debido a algún defecto de fabricación o instalación (los viáticos del Ingeniero de servicio serán cubiertos por ANALITEK durante los dos años de garantía, después correrán por cuenta del cliente).

La garantía no cubre en los siguientes casos:

- Defectos en la instalación eléctrica por parte del cliente, por lo que se recomienda utilizar un UPS de aproximadamente de 1.5 a 2 KVA para proteger al equipo.
- Operar fuera de las condiciones ambientales recomendadas.
- Mal uso por parte del usuario por ejemplo que sea golpeado el equipo.

Nota: Los puntos anteriormente mencionados se encuentran en el documento "Pre Installation Requirements" o "Site Prep" (documento anexo a la presente cotización).

Headquarters

Lomas de los Pinos 5505 A
La Estanzuela Vieja 64984
Monterrey, N.L.
T +52 (81) 8104 0267


México D.F.

Amores 707-302
Del Valle 05100
Del. Benito Juárez, México D.F.
T +52 (55) 5543 1442

L 01 800 733 2625
analitek.com

Fig. 82: RTIR / Costo total y notas.
Fuente: analitek.

➤ Espectrómetro de fluorescencia de rayos X (XRF).



JEOL
Solutions for Innovation

JSX-1000S

Quotation

Arkansas 11 Piso 2 Colonia Nápoles Mexico City, C.P. 03810 Phone: (52)-55-5448-5900 Fax: (52)-55-5211-0720

Juan José Torres
jtorrescastanon@sensata.com
Sensata Technologies de Mexico S de RL de CV
Av. Aguascalientes Sur #401
Ex Ejido Salto de Ojocaliente
Aguascalientes, AGS CP. 20290

Quotation No.: 2017-234

Quoted Price Valid for 30 Days

Line	Qty	Description	Ext. Price
1	1	JSX-1000S X-RAY FLUORESCENCE SPECTROMETER	
2	1	Thin Film FP Method	
3	1	ABCE000-11: 1440 VA UPS	
4	1	SX-06050EVHAL HALOGEN SCREENING SOLUTION	
5	1	SX-00010FLT FILTER SET	
Sub Total Amount:			\$61,636.20
I.V.A.:			\$9,861.79
Total Amount:			\$71,497.99

All Prices are in US Dollars.

Freight Terms: DDP – Puesto en su laboratorio

Estimated Delivery: 6-7 Months After Receipt of Order

Payment Terms: 90 días después de la entrega del equipo

Fianza: Se entregará una fianza por cumplimiento por el 10% del valor del contrato


Acceptable forms of Payment: Check, Wire or ACH

Basic Terms & Conditions:
Prices quoted do not include any applicable sales and/or use taxes.

Warranty on all JEOL items is 12 months from the date of their installation and acceptance by the user, or 18 months from the date of shipment from U.S. Ports/Airports, whichever occurs first. JEOL USA will hold the instrument for up to 30 days past the agreed delivery date. In the event that the customer's intended room is not ready, JEOL will deliver the instrument to an appropriate storage or temporary facility provided by the customer.

Fig. 83: XRF / Descripción, costo por ítem y costo total.
Fuente: JEOL.

➤ Microscopio electrónico de barrido.



JEOL
Solutions for Innovation

JSM-IT100LV

Quotation

Arkansas 11 Piso 2 Colonia Nápoles Mexico City, C.P. 03810 Phone: (52)-55-5448-5900 Fax: (52)-55-5211-0720

Juan José Torres
jtorrescastanon@sensata.com
Sensata Technologies de Mexico S de RL de CV
Av. Aguascalientes Sur # 401
Ex Ejido Salto de Ojocaliente
Aguascalientes, AGS CP. 20290

Quotation No.: 2017-233

Quoted Price Valid for 30 Days

Line	Qty	Description	Ext. Price
1	1	JSM-IT100LV: Low Vacuum Scanning Electron Microscope	
2	1	MP-01190M55: 5 AXIS MOTOR DRIVE LGS STAGE X/Y/Z/Rotation/Tilt	
3	1	MP-00030MAP1: OBJECTIVE LENS APERTURE	
4	1	MP-04040BED: BACKSCATTERED ELECTRON DETECTOR	
5	1	KE-SCA31: KED Type 31 Specimen Current-EBIC Amplifier	
6	1	QUANTAX Compact ESPRIT	
7	1	JU2015486: 1440VA UPS	
8	1	417004: Filaments W K Type – box of 12	
9	1	MP-98040TBL: LARGE TABLE	
10	1	JU2008048: KIT, 6390 SERIES 7PIN FEED THRU - ACT TERMINAL	

Sub Total Amount: **\$200,229.32**

I.V.A.: **\$32,036.68**

Total Amount:	\$232,265.99
----------------------	---------------------

All Prices are in US Dollars.

Freight Terms: DDP – Puesto en su laboratorio

Estimated Delivery: 6-7 Months After Receipt of Order

Payment Terms: 90 días después de la entrega del equipo

Fianza: Se entregará una fianza por cumplimiento por el 10% del valor del contrato

Acceptable forms of Payment: Check, Wire or ACH

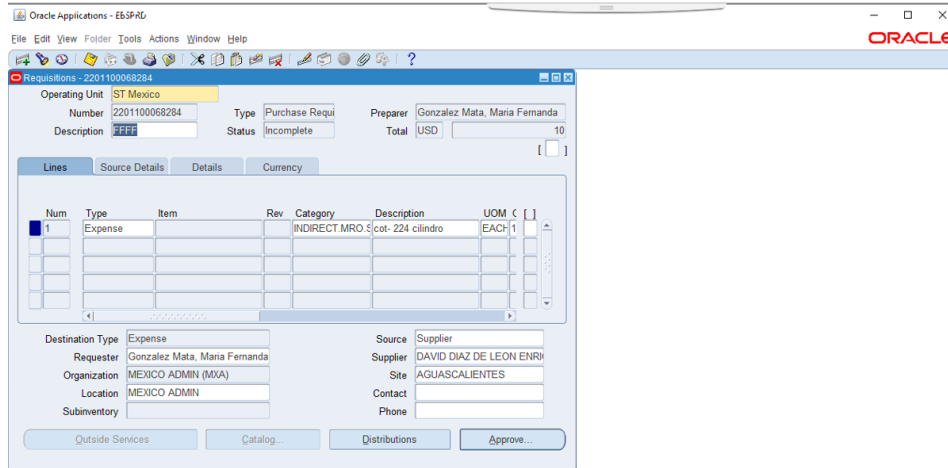
Basic Terms & Conditions:
Prices quoted do not include any applicable sales and/or use taxes.

Warranty on all JEOL items is 12 months from the date of their installation and acceptance by the user, or 18 months from the date of shipment from U.S. Ports/Airports, whichever occurs first. JEOL USA will hold the instrument for up to 30 days past the agreed delivery date. In the event that the customer's intended room is not ready, JEOL will deliver the instrument to an appropriate storage or temporary facility provided by the customer.

Fig. 84: SEM / Descripción, costo por ítem y costo total.
Fuente: JEOL.

1.3. Generación de requerimientos de compras.

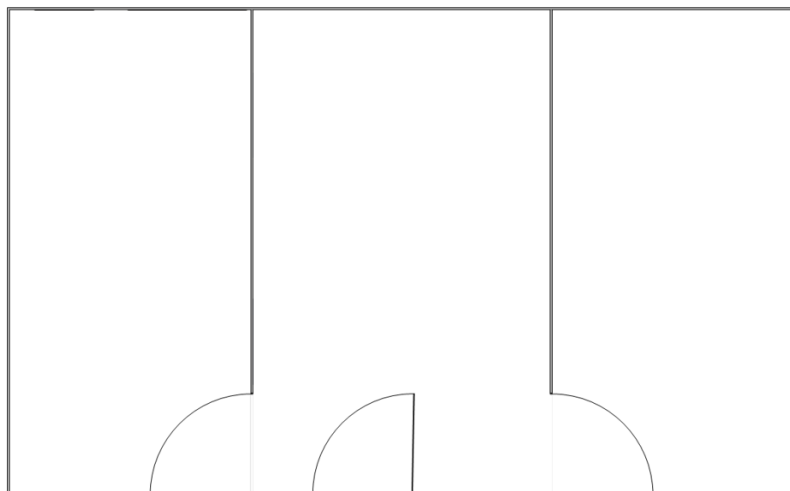
Este tipo de requerimientos se realizan en el software Oracle (Fig. 85). Para la realización de requerimientos de compra se generó un manual de capacitación con todos los pasos a seguir para la generación de requerimientos de compra (Anexo 1).



*Fig. 85: Software Oracle.
Fuente: Creación propia, 2022.*

1.4. Asignación del área para el laboratorio.

Para este proyecto se asignó un área, la cual está dividida en 3 secciones, una para el laboratorio metalográfico, otra para el laboratorio de caracterización de materiales y, por último, otra para el área administrativa.



*Fig. 86: Área asignada para el laboratorio metalográfico y de caracterización de materiales.
Fuente: Creación propia, 2022.*

1.5. Cumplimiento de los requerimientos de ESH en Sensata.

En cualquier empresa que se considere de primer nivel, se debe de cumplir con las normas y requerimientos internacionales, sistemas de administración/gestión en seguridad y salud ocupacional - Norma ISO 45001 (Anexo 2), sistemas de gestión ambiental – Norma ISO 14001 (Anexo 3) además de normas y requerimientos nacionales como las NOM's.

1.5.1. Política global ambiental, de salud y seguridad de Sensata.

Como proveedor líder de sensores y controles a través de una amplia gama de mercados y aplicaciones, Sensata Technologies crea, fabrica y comercializa responsablemente soluciones tecnológicas innovadoras para los retos de los negocios de hoy.

Sensata busca cumplir consistentemente con todas las regulaciones ambientales, de seguridad y salud (EHS) aplicables, así como las regulaciones de clientes, la comunidad y otros requisitos.

Sensata está comprometida a la mejora continua de sus operaciones, al reducir progresivamente el potencial impacto de sus actividades, enfocándonos en la salud, seguridad de sus empleados y otros, mediante el uso eficiente de recursos naturales, como la prevención de la contaminación y cuando sea posible la eliminación de peligros o la reducción de riesgos a un nivel práctico razonable. Sensata tiene el compromiso de implementar consultas con los representantes del lugar de trabajo con respecto a EHS para asegurar la participación de todos los empleados. Este compromiso es observado mediante la definición y revisión de objetivos y metas de EHS relevantes para las operaciones de Sensata en todo el mundo.

Esta política ambiental, de seguridad y salud puede ser resumida en:




Jeff Cote
CHIEF EXECUTIVE OFFICER & PRESIDENT


Sensata
Technologies

Fig. 87: Política global ambiental, de salud y seguridad de Sensata.
Fuente Sensata Workday.

1.5.2. Alcance del sistema ESH.

Satisfacer las necesidades de nuestros clientes, así como los requerimientos del corporativo y cumplir con toda la legislación aplicable vigente.

Se excluyen todas aquellas actividades donde Sensata no tenga injerencia o control sobre ellas.

El sistema de ESH de Sensata Technologies de México S. de R.L de C.V considera las cuestiones internas y externas que impactan los negocios de sensores, controles, almacenes, servicios generales y áreas de soporte.

También se toma en cuenta los requisitos por parte de gobierno para cumplir con la normatividad vigente. Requisitos de clientes, al tener vigentes las certificaciones de industria libre de humo de tabaco y drogas, industria limpia, certificados de ISO 14K e ISO 45K, requisitos de corporativo. Cumplir con los métricos solicitados de seguridad, salud y medio ambiente. Requisitos de empleados, al cumplir con la ley federal del trabajo para generar un ambiente laboral seguro y saludable, además de trabajar de manera específica sobre las debilidades en las cuales se tiene influencia.

El alcance está definido para las instalaciones de Sensata Technologies de México S. de R.L de C.V planta ubicada en Av. Aguascalientes Sur 401, Aguascalientes, Aguascalientes, C.P 20190.

Sensata tiene la autoridad y capacidad de controlar e influenciar todas aquellas actividades, productos y servicios realizados tanto por personal interno como por proveedores y contratistas externos que afecten o tengan un impacto en el medio ambiente, seguridad e higiene, desde la entrada de insumos hasta la salida del producto, como residuos peligrosos, no peligrosos y de manejo especial, hasta su destino final.

A continuación, se describen los requerimientos a cumplir para el laboratorio metalográfico y de caracterización de materiales con respecto a ESH:

1. Liberación de los equipos del laboratorio metalográfico y de caracterización de materiales.
2. Verificación de parámetros de iluminación y ruido.
3. Generación de matriz de aspectos e impactos ambientales.

1.6. Cumplimiento de los requerimientos de Lean Company en Sensata.

Vivimos un momento crítico en el desarrollo de las empresas porque generalmente se administran como en el pasado, cuando las necesidades y los productos ahora son totalmente diferentes. Las empresas que actualmente son lentas para entregar sus productos o servicios con calidad inconsistente, constantes quejas y rechazos, precios y costos altos y comunicación deficiente, están por desaparecer. No solo se debe de entender cómo implementar una mejor manera de hacer las cosas en las empresas e instituciones, sino también como entender el comportamiento humano y conseguir que los cambios perduren y se conviertan en nuevos hábitos de trabajo. De esa manera, se contribuye a una mejor sociedad, con personas que realmente disfruten su trabajo y logren que sus colegas también lo hagan.

En el siglo XX, hacer cambios era una opción. Ahora se ha convertido en un requisito para mantenerse activo y, además, estos cambios no pueden ser lentos como en el pasado. Las empresas deben aprender y reaprender para ajustarse al ritmo vertiginoso de las necesidades de un mercado altamente demandante, si quieren sobrevivir y superar a sus competidores.

Es importante saber que solo del 7 al 10 % de las empresas que comienzan este camino hacia el éxito de forma radical logran un cambio cultural y resultados a largo plazo. Una motivación para implementar Lean Company es que las empresas ya no están tan preocupadas por vender más, sino por generar mayores beneficios.

A continuación, se describen los requerimientos a cumplir para el laboratorio metalográfico y de caracterización de materiales con respecto a Lean Company:

- Cumplimiento con 5's (5 SOLES en Sensata) mediante la estandarización y sostenimiento en cada una de las estaciones del laboratorio.
- Generación del plan de Mantenimiento Autónomo (AM) y cumplimiento para la realización de las actividades de este, en todas las estaciones de trabajo del laboratorio.

1.7. Cumplimiento de los requerimientos para la generación de documentos alineados al Sistema de Gestión de Calidad en Sensata.

Al estar el proyecto enfocado a las líneas de APT, en donde se fabrican sensores para la industria automotriz, Sensata debe alinearse con los requerimientos de la Norma ISO 9001-2015 / IATF-2016 Standard (Anexo 4) para el cumplimiento del Sistema de Gestión de Calidad.

De acuerdo con la normatividad del departamento de control de documentos que es parte del Sistema de Gestión de Calidad en Sensata, la documentación requerida al laboratorio metalográfico y de caracterización de materiales son los procedimientos y/o ESOP's de forma obligatoria, sin embargo, se generan algunos otros documentos como ayuda para un mejor entendimiento de las operaciones.

Para la administración y control de toda la documentación, en Sensata se cuenta con un software llamado "Agile" que también hace las veces de candado, ya que solo permite abrir la última revisión de cada documento, con esto se evita utilizar documentos o dibujos con revisiones anteriores (obsoletos).

Para la generación de documentos existen dos manuales de capacitación con todos los pasos a seguir realizar esta actividad. (ver anexos 5 y 6).

A continuación, se describen los requerimientos a cumplir en el laboratorio metalográfico y de caracterización de materiales con respecto a la generación de documentos:

1.7.1. Documentación requerida para el laboratorio metalográfico.

- Proceso de análisis metalográfico paso a paso con toma de tiempos en cada actividad (Anexo 7).
- Procedimiento general del laboratorio metalográfico – B3900 (Anexo 8).

1.7.2. Documentación requerida para el laboratorio de caracterización de materiales.

- **Documentación del IC – Cromatógrafo iónico para el análisis de halógenos.**
 - Procedimiento para precalentar el equipo de halógenos a 45°C y corrida de blancos (Anexo 9).
 - Procedimiento para preparar pruebas de detección de halógenos (Anexo 10).
 - Procedimiento para preparar estándares, ácido sulfúrico, carbonato de sodio y corrida de estándares de prueba (Anexo 11).
- **Documentación requerida para el FTIR - Espectrómetro infrarrojo con transformada de Fourier.**
 - Esta documentación sigue en proceso de aprobación.

- **Documentación requerida para el XRF - Fluorescencia de rayos X.**
 - Procedimiento para la operación del equipo de fluorescencia R-X (Anexo 12).
- **Documentación requerida para el SEM – Microscopio electrónico de barrido.**
 - Procedimiento para la certificación en la operación del microscopio electrónico de barrido SEM (Anexo 13).

1.8. Puesta en Marcha del Laboratorio.

Se logra poner en marcha el laboratorio en la segunda quincena de noviembre, al realizar los primeros análisis.

En el capítulo de resultados se muestran los análisis realizados.

1.9. Cumplimiento de los Objetivos Planteados para el Proyecto.

La expectativa que se tiene para este proyecto es lograr los objetivos planteados para las líneas de APT en 1 año.

1.10. Cronograma de Actividades.

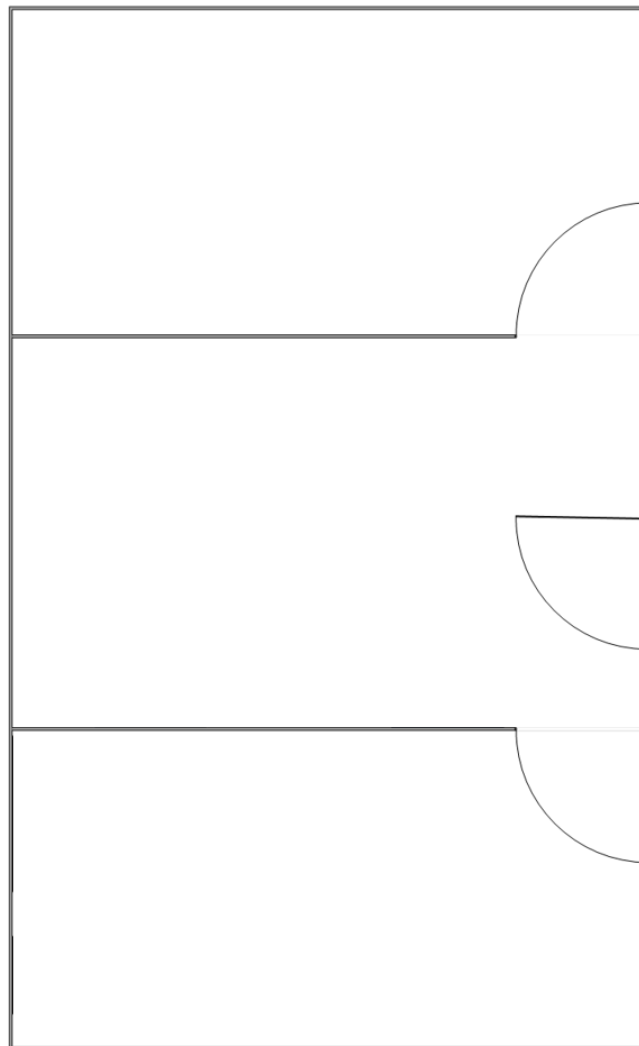
Diagrama de Gantt		Ago.	Sep.	Oct.	Nov.
Inicio: Autorización del Proyecto.	Directivos y Mandos Superiores.	█			
Búsqueda de proveedores y cotización de equipos.	J. Francisco Fernández.	█			
Generación de requerimientos de compra.	J. Francisco Fernández / Compras.		█		
Asignación del área e instalación de los equipos para el laboratorio.	Facilities.		█		
Liberación de equipos por parte de ESH.	ESH.			█	
Verificación de parámetros de iluminación y ruido.	ESH.			█	
Generación de matriz de aspectos e impactos ambientales.	J. Francisco Fernández / ESH.			█	
Realización y cumplimiento de 5 SOLES.	J. Francisco Fernández / Lean Company.			█	
Generación del plan de mantenimiento autónomo (AM) y su realización.	J. Francisco Fernández / Lean Company.			█	
Generación de la documentación requerida, alineada al sistema de gestión de calidad.	J. Francisco Fernández / Sistema de Gestión de Calidad.				█
Puesta en marcha del laboratorio.	J. Francisco Fernández.				█
Fin: Cumplimiento de los objetivos (Pendiente). La expectativa es lograrlo en 1 año.	J. Francisco Fernández / Manufactura, Procesos y Calidad.				➔

CAPITULO 5: RESULTADOS.

1. RESULTADOS.

1.1. Asignación del área e instalación de los equipos y facilidades necesarias para el laboratorio metalográfico y de caracterización de materiales.

- Layout del área asignada para el laboratorio antes de la instalación de equipos y facilidades.



*Fig. 88: Layout antes de la instalación de equipos y facilidades.
Fuente: Creación propia, 2022.*

- **Layout del área asignada para el laboratorio después de la instalación de equipos y facilidades.**

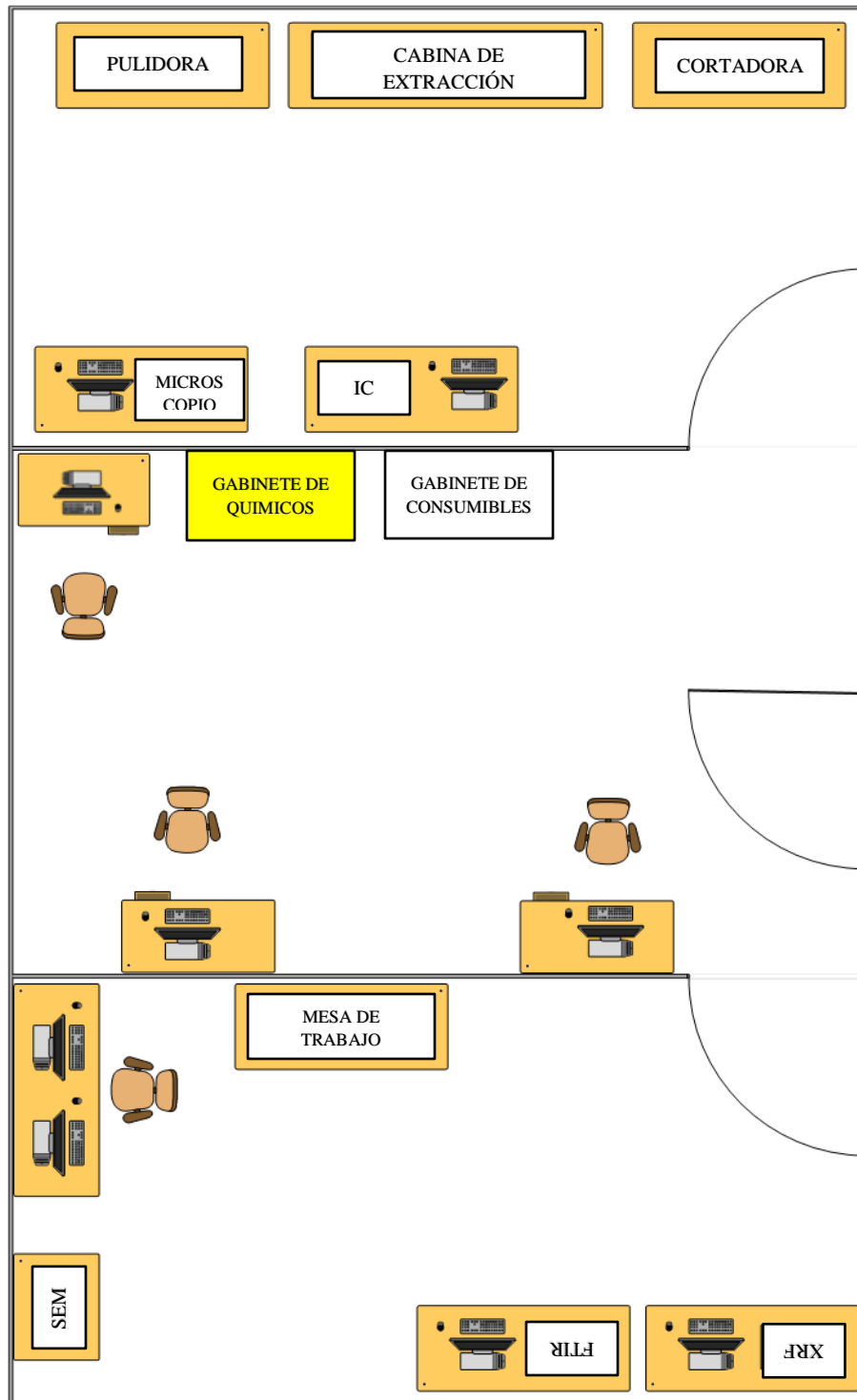


Fig. 89: Layout antes de la instalación de equipos y facilidades.
Fuente: Creación propia, 2022.

1.2. Liberación de los equipos del laboratorio metalográfico y de caracterización de materiales con respecto a ESH.

Para la liberación de equipos se evalúan diferentes características de seguridad de los equipos, por ejemplo, que tengan paro de emergencia (si aplica), que tengan guardas de seguridad (si aplica), que este visible el voltaje de alimentación, etc. Estas características para evaluar están descritas en el procedimiento ESH 6.1.2.1 (Anexo 14).

➤ Liberación de la cortadora de precisión.

Sensata Technologies		Validación y verificación de equipos		Folio:	883
VERIFICACION DE MAQUINA Y CAMBIOS DE EQUIPO					
Maquina :	Cortadora de Precision.	IBT Proceso:	Laboratorio Metalografico		
Modelo:	Pico 155P, Precision Saw	Linea:	N/A		
Presion:	N/A	Numero de WI :	N/A		
Voltage:	110 / 220	Numero de Serie :	PI-P-1215-007		
CALIDAD DE INSTALACION					
		SI	NO	N/A	
El equipo tiene accesibilidad para Operar ?		X			
El equipo tiene accesibilidad para darle Mantenimiento periodico de acuerdo al Plan de Mtto?		X			
Los cables de suministro de energia eléctrica se encuentran debidamente cubiertos en canaletas?		X			
Las herramientas de uso se encuentran colocadas en un lugar apropiado y cerca del equipo?		X			
La presión es la especificada y tiene forma de observarse?				X	
El voltaje es el especificado?		X			
Pruebe repetidamente los siguientes puntos:					
El equipo prende con el botón de encendido?		X			
El equipo se apaga con el botón de apagado?		X			
Las torretas encienden de acuerdo a la indicación que se pretende sea comunicada?				X	
SEGURIDAD INDUSTRIAL					
Están todos los cables en canaletas que no tengan riesgos para los trabajadores?			X		
Se realizo el proceso de Inspeccion BI Manual como lo marca el manual de seguridad. Realice repeticiones para verificar el funcionamiento al 100%.		X			
Se verificaron que todas las puertas abatibles cuentan con sensor que disipe o que detenga el riesgo mecanico, Físico o cualquier otro. Verificar los equipos de servocimprer verticales no tengan caída libre colocando paro de emergencia.		X			
Oprima el paro de emergencia y verifique que la maquina no tenga ninguna fuente de energía y ningún movimiento repentino de equipo.		X			
Se deberá tener el sensor óptico a una distancia de 20 cm de distancia del punto de pelliczo y no mas de 30º en forma vertical.				X	
Se deberá oprimir los bi manuales y verificar que el electrodo mas retardado llegue a su fin de carrera antes de quitar las manos de los dispositivos.				X	
Revisar visualmente que las cortinas ópticas protejan el sistema mecánico frontal, lateral y partes traseras				X	
Revisar funcionamiento de cortinas ópticas				X	
Verifique el sensor de cortina este activado durante 30 segundos sin tener ningún movimiento				X	
Verifique que las maquina de pedal cuenten con las distancias minimas de seguridad como lo marca el manual.				X	
Verifique que las cortinas ópticas prendan los Leeds de activación				X	
Están correctamente identificados los botones de encendido/apagado?		X			
Los sistemas de activación de "manos fuera" funcionan? Pruebe repetidamente				X	
Están correctamente identificados, visibles y sin obstruir los paros de emergencia?		X			
Están correctamente identificados las partes del equipo que representen un riesgo al operador/técnico				X	
Las advertencias de peligro o riesgo al operador/técnico están visibles y entendibles (en español)?				X	
Las guardas cubren totalmente las zonas de riesgo, deben estar fijas ? Verifique la sujeción. Cilindros deben ser protegidos de ambas carreras es decir ida y retorno.		X			
Las guardas se activan adecuada y oportunamente? Pruebe repetidamente		X			
Los pasillos y colocación del equipo permite fácil acceso del operador/técnico?		X			
Las tuberías de fluidos (agua, aire, nitrógeno, etc.) se encuentran identificados de acuerdo a los requerimientos?				X	
Se encuentra identificados los contenedores/áreas de depósito de residuos peligrosos y no peligrosos?		X			
Si se utiliza alguna sustancia química, se cuenta con la Hoja de Datos de Seguridad en español?		X			
si se van a utilizar verifique que todos están autorizados e identificados?		X			
Deberá verificar que el sistema de extracción este funcionando, y los humos generados son extraídos.				X	
Verifique que no tiene ninguna parte con movimiento desprotegida		X			
Verifique que el programa de mantenimiento (IOS) esta protegido con password o algún otro sistema.				X	
El horno debe estar todo protegido con guardas metálicas con la finalidad de evitar toda fuga de calor				X	
Verifique que todas las puertas de seguridad con interlock despresuricen una ves interrumpido el ciclo		X			
Se deberá tener un sistema de extracción, este deberá tener la suficiente fuerza para extraer todos los humos que sean generados				X	
El equipo tiene tanques de quimicos o tanques de aire tiene identificación de acuerdo a la NOM 018 STPS.				X	

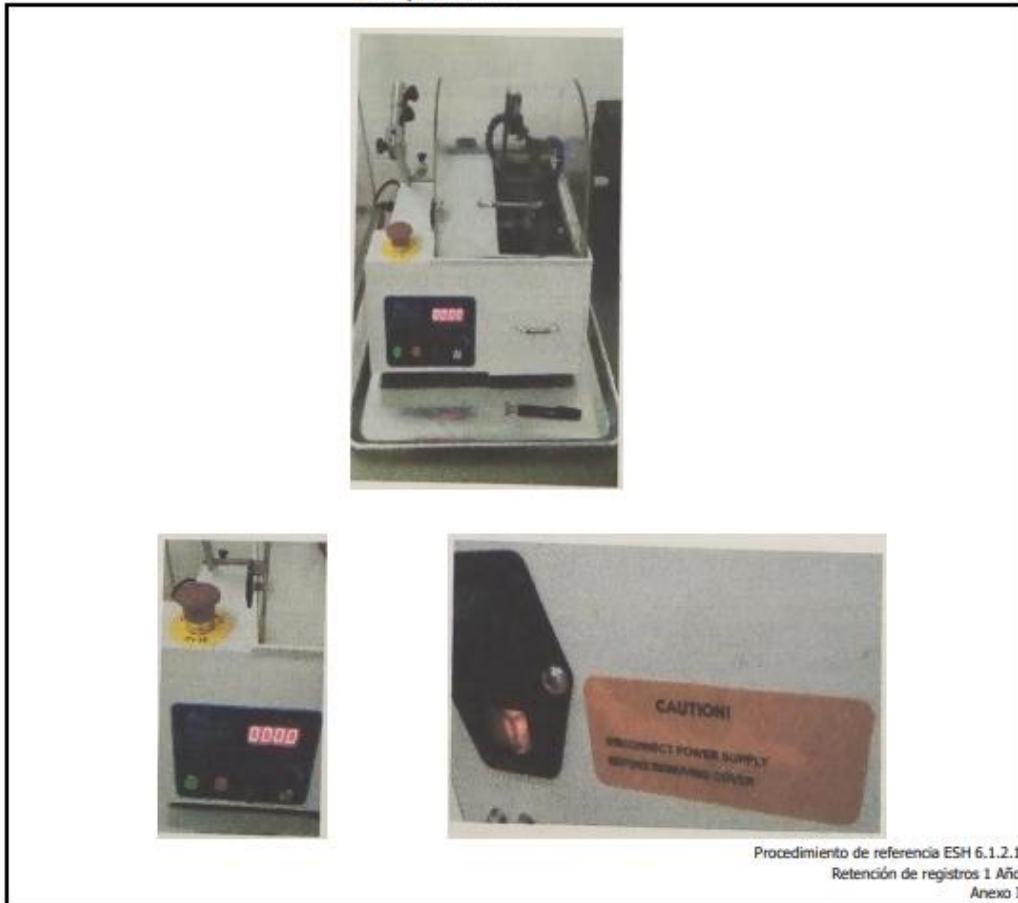
Fig. 90: Validación y verificación de la cortadora de precisión, hoja 1.
Fuente: Creación propia, 2022.

Afecta el sistema contra incendios?		X	
DOCUMENTOS			
Diagramas disponibles?			X
Plan de Mantenimiento disponible?			X
Alta de Máquinas en sistema Maximo?			X
Analisis de ISO14001			X
Analisis delISO45001			X
Neumatico			X
Eléctrico	X		
Electrónico			X
Mecánico	X		
Layout			X
Otros (Especifique)			
Nuevos Herramientales Lenar formato 2			

J. Francisco Fernandez Chavez.
Ingeniero de equipo para liberar
Octubre del 2022

Hector Curiel Robledo
Ing ESH
Octubre del 2022

Fotos y Evidencias



Procedimiento de referencia ESH 6.1.2.1
Retención de registros 1 Año
Anexo 1

Fig. 91: Validación y verificación de la cortadora de precisión, hoja 2.
Fuente: Creación propia, 2022.

➤ Liberación de la pulidora.

Sensata Technologies		Validación y verificación de equipos		Folio:	884
VERIFICACION DE MAQUINA Y CAMBIOS DE EQUIPO					
Maquina :	Pulidora.	IBT Proceso:	Laboratorio Metalografico		
Modelo:	NANO 2000T (Version 2C)	Linea:	N/A		
Presion:	N/A	Numero de WI :	N/A		
Voltage:	110 / 220	Numero de Serie :	N/A		
CALIDAD DE INSTALACION					
		SI	NO	N/A	
El equipo tiene accesibilidad para Operar ?		X			
El equipo tiene accesibilidad para darle Mantenimiento periodico de acuerdo al Plan de Mtto?		X			
Los cables de suministro de energía eléctrica se encuentran debidamente cubiertos en canaletas?		X			
Las herramientas de uso se encuentran colocadas en un lugar apropiado y cerca del equipo?		X			
La presión es la especificada y tiene forma de observarse?				X	
El voltaje es el especificado?		X			
Pruebe repetidamente los siguientes puntos:					
El equipo prende con el botón de encendido?		X			
El equipo se apaga con el botón de apagado?		X			
Las torretas encienden de acuerdo a la inidcación que se pretende sea comunicada?				X	
SEGURIDAD INDUSTRIAL					
Estan todos los cables en canaletas que no tengan riesgos para los trabajadores?			X		
Se realizo el proceso de inspeccion BI Manual como lo marca el manual de seguridad. Realice repeticiones para verificar el funcionamiento al 100%		X			
Se verificaron que todas las puertas abatibles cuentan con sensor que disipe o que detenga el riesgo mecanico, Fisico o cualquier otro. Verificar los equipos de servocrimper verticales no tengan caida libre colocando paro de emergencia.		X			
Oprima el paro de emergencia y verifique que la maquina no tenga ninguna fuente de energía y ningún movimiento repentino de equipo.		X			
Se deberá tener el sensor óptico a una distancia de 20 cm de distancia del punto de pellizco y no mas de 30º en forma vertical.				X	
Se deberá oprimir los bi manuales y verificar que el electrodo mas retardado llegue a su fin de carrera antes de quitar las manos de los dispositivos.				X	
Revisar visualmente que las cortinas ópticas protejan el sistema mecánico frontal, lateral y partes traseras				X	
Revisar funcionamiento de cortinas ópticas				X	
Verifique el sensor de cortina este activado durante 30 segundos sin tener ningún movimiento				X	
Verifique que las maquina de pedal cuenten con las distancias minimas de seguridad como lo marca el manual.				X	
Verifique que las cortinas ópticas prendan los Leeds de activación				X	
Están correctamente identificados los botones de encendido/apagado?		X			
Los sistemas de activación de "manos fuera" funcionan? Pruebe repetidamente				X	
Estan correctamente identificados, visibles y sin obstruir los paros de emergencia?		X			
Estan correctamente identificados las partes del equipo que representen un riesgo al operador/técnico				X	
Las advertencias de peligro o riesgo al operador/técnico estan visibles y entendibles (en español)?				X	
Las guardas cubren totalmente las zonas de riesgo, deben estar fijas ? Verifique la sujeción. Cilindros deben ser protegidos de ambas carreras es decir ida y retorno.		X			
Las guardas se activan adecuada y oportunamente? Pruebe repetidamente		X			
Los pasillos y colocación del equipo permite fácil acceso del operador/técnico?		X			
Las tuberías de fluidos (agua, aire, nitrógeno, etc.) se encuentran identificados de acuerdo a los requerimientos?				X	
Se encuentra identificados los contenedores/áreas de depósito de residuos peligrosos y no peligrosos?		X			
Si se utiliza alguna sustancia química, se cuenta con la Hoja de Datos de Seguridad en español?		X			
si se van a utilizar verifique que todos están autorizados e identificados?		X			
Deberá verificar que el sistema de extracción este funcionando, y los humos generados son extraídos.				X	
Verifique que no tiene ninguna parte con movimiento desprotegida		X			
Verifique que el programa de mantenimiento (IOS) esta protegido con password o algún otro sistema.				X	
El horno debe estar todo protegido con guardas metálicas con la finalidad de evitar toda fuga de calor				X	
Verifique que todas las puertas de seguridad con interlock despresuricen una ves interrumpido el ciclo		X			
Se deberá tener un sistema de extracción, este deberá tener la suficiente fuerza para extraer todos los humos que sean generados				X	
El equipo tiene tanques de quimicos o tanques de aire tiene identificacion de acuerdo a la NOM 018 STPS.				X	

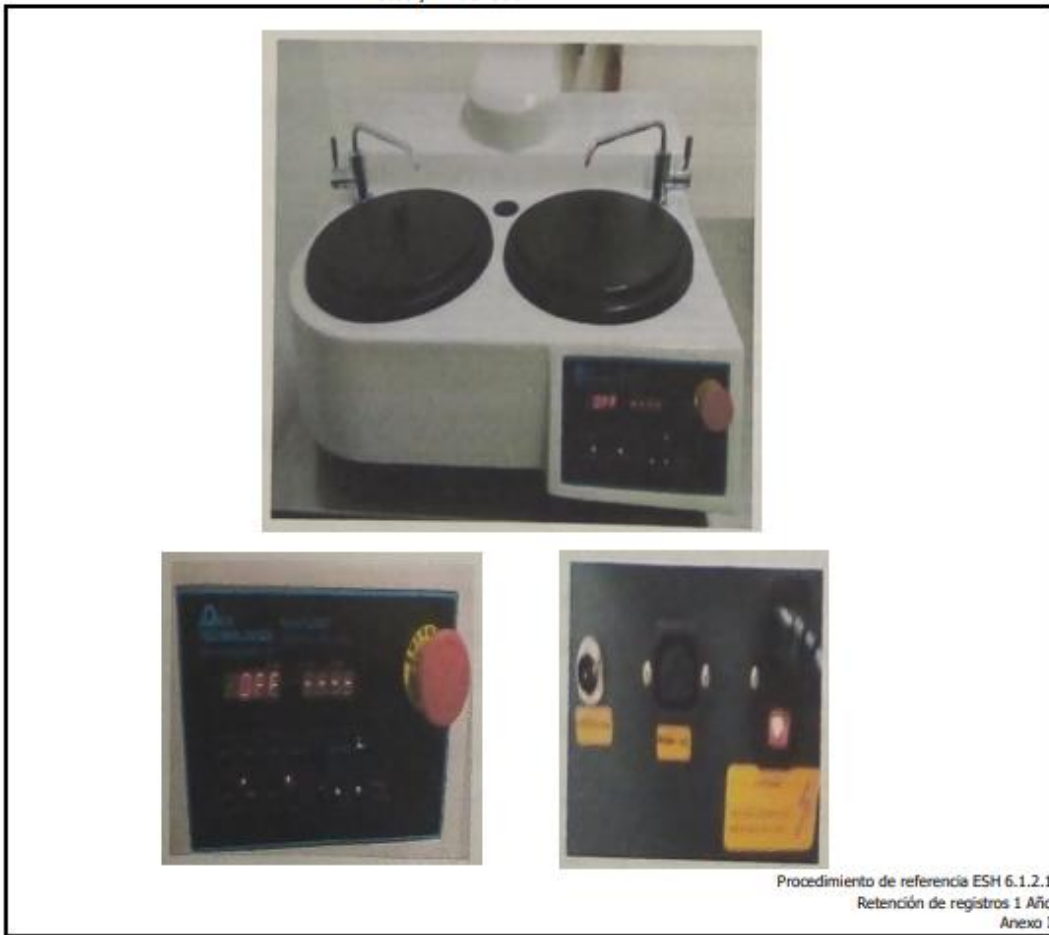
Fig. 92: Validación y verificación de la pulidora, hoja 1.
Fuente: Creación propia, 2022.

Afecta el sistema contra incendios?		X	
DOCUMENTOS			
Diagramas disponibles?			X
Plan de Mantenimiento disponible?			X
Alta de Máquinas en sistema Maximo?			X
Analisis de ISO14001			X
Analisis deISO45001			X
Neumático			X
Eléctrico	X		
Electrónico			X
Mecánico	X		
Layout			X
Otros (Especifique)			
Nuevos Herramentales Lenar formato 2			

J. Francisco Fernandez Chavez.
Ingeniero de equipo para liberar
Octubre del 2022

Hector Curiel Robledo
Ing ESH
Octubre del 2022

Fotos y Evidencias



Procedimiento de referencia ESH 6.1.2.1
Retención de registros 1 Año
Anexo I

Fig. 93: Validación y verificación de la pulidora, hoja 2.
Fuente: Creación propia, 2022.

➤ Liberación del microscopio metalográfico.

Sensata Technologies		Validación y verificación de equipos		Folio:	885
VERIFICACION DE MAQUINA Y CAMBIOS DE EQUIPO					
Maquina :	Microscopio Metalografico	IBT Proceso:	Laboratorio Metalografico		
Modelo:	BX53MRF-S	Linea:	N/A		
Presion:	N/A	Numero de WI :	N/A		
Voltage:	5	Numero de Serie :	7E49296		
CALIDAD DE INSTALACION					SI NO N/A
El equipo tiene accesibilidad para Operar ?					X
El equipo tiene accesibilidad para darle Mantenimiento periodico de acuerdo al Plan de Mtto?					X
Los cables de suministro de energía eléctrica se encuentran debidamente cubiertos en canaletas?					X
Las herramientas de uso se encuentran colocadas en un lugar apropiado y cerca del equipo?					X
La presión es la especificada y tiene forma de observarse?					X
El voltaje es el especificado?					X
Pruebe repetidamente los siguientes puntos:					
El equipo prende con el botón de encendido?					X
El equipo se apaga con el botón de apagado?					X
Las torretas encienden de acuerdo a la indicación que se pretende sea comunicada?					X
SEGURIDAD INDUSTRIAL					
Están todos los cables en canaletas que no tengan riesgos para los trabajadores?					X
Se realizó el proceso de inspección BI Manual como lo marca el manual de seguridad. Realice repeticiones para verificar el funcionamiento al 100%					X
Se verificaron que todas las puertas abatibles cuentan con sensor que disipe o que detenga el riesgo mecanico, Físico o cualquier otro. Verificar los equipos de servocrimper verticales no tengan caída libre colocando paro de emergencia.					X
Oprima el paro de emergencia y verifique que la maquina no tenga ninguna fuente de energía y ningún movimiento repentino de equipo.					X
Se deberá tener el sensor óptico a una distancia de 20 cm de distancia del punto de pellizco y no mas de 30° en forma vertical.					X
Se deberá oprimir los bi manuales y verificar que el electrodo mas retardado llegue a su fin de carrera antes de quitar las manos de los dispositivos.					X
Revisar visualmente que las cortinas ópticas protejan el sistema mecánico frontal, lateral y partes traseras					X
Revisar funcionamiento de cortinas ópticas					X
Verifique el sensor de cortina este activado durante 30 segundos sin tener ningún movimiento					X
Verifique que la maquina de pedal cuenten con las distancias minimas de seguridad como lo marca el manual.					X
Verifique que las cortinas ópticas prendan los Leeds de activación					X
Están correctamente identificados los botones de encendido/apagado?					X
Los sistemas de activación de "manos fuera" funcionan? Pruebe repetidamente					X
Están correctamente identificados, visibles y sin obstruir los paros de emergencia?					X
Están correctamente identificados las partes del equipo que representen un riesgo al operador/técnico					X
Las advertencias de peligro o riesgo al operador/técnico están visibles y entendibles (en español)?					X
Las guardas cubren totalmente las zonas de riesgo, deben estar fijas ? Verifique la sujeción. Cilindros deben ser protegidos de ambas carreras es decir ida y retorno.					X X
Las guardas se activan adecuada y oportunamente? Pruebe repetidamente					X
Los pasillos y colocación del equipo permite fácil acceso del operador/técnico?					X
Las tuberías de fluidos (agua, aire, nitrógeno, etc.) se encuentran identificados de acuerdo a los requerimientos?					X
Se encuentra identificados los contenedores/áreas de depósito de residuos peligrosos y no peligrosos?					X
Si se utiliza alguna sustancia química, se cuenta con la Hoja de Datos de Seguridad en español?					X
si se van a utilizar verifique que todos están autorizados e identificados?					X
Deberá verificar que el sistema de extracción este funcionando, y los humos generados son extraídos.					X
Verifique que no tiene ninguna parte con movimiento desprotegida					X
Verifique que el programa de mantenimiento (IOS) esta protegido con password o algún otro sistema.					X
El horno debe estar todo protegido con guardas metálicas con la finalidad de evitar toda fuga de calor					X
Verifique que todas las puertas de seguridad con interlock despresuricen una ves interrumpido el ciclo					X
Se deberá tener un sistema de extracción, este deberá tener la suficiente fuerza para extraer todos los humos que sean generados					X
El equipo tiene tanques de químicos o tanques de aire tiene identificación de acuerdo a la NOM 018 STPS.					X

Fig. 94: Validación y verificación del microscopio metalográfico, hoja 1.

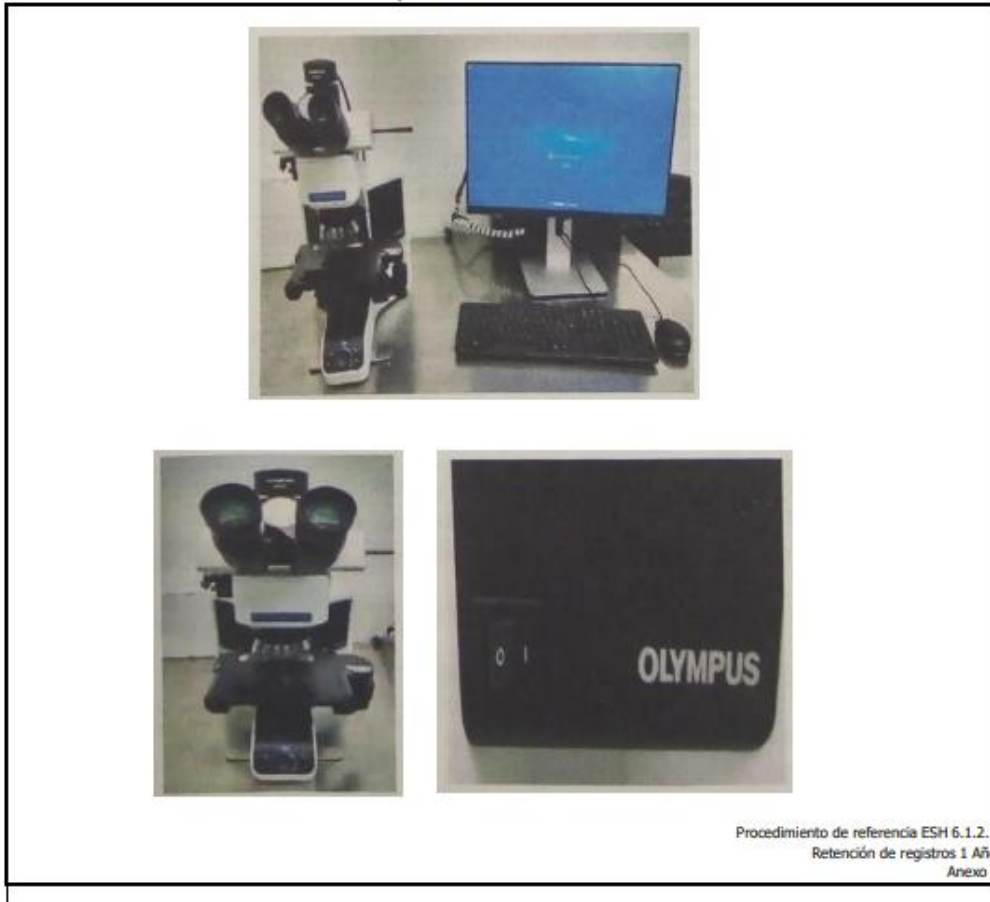
Fuente: Creación propia.

Afecta el sistema contra incendios?		X	
DOCUMENTOS			
Diagramas disponibles?			X
Plan de Mantenimiento disponible?			X
Alta de Máquinas en sistema Maximo?			X
Analisis de ISO14001			X
Analisis delISO45001			X
Neumático			X
Eléctrico	X		
Electrónico	X		
Mecánico			X
Layout			X
Otros (Especifique)			
Nuevos Herramientales Lenar formato 2			

J. Francisco Fernandez Chavez.
Ingeniero de equipo para liberar
Octubre del 2022

Hector Curiel Robledo
Ing ESH
Octubre del 2022

Fotos y Evidencias



Procedimiento de referencia ESH 6.1.2.1
Retención de registros 1 Año
Anexo 1

Fig. 95: Validación y verificación del microscopio metalográfico, hoja 2.
Fuente: Creación propia, 2022.

➤ Liberación del cromatógrafo iónico (IC).

Sensata Technologies		Validación y verificación de equipos		Folio:	886
VERIFICACION DE MAQUINA Y CAMBIOS DE EQUIPO					
Maquina :	Cromatografo Ionico	IBT Proceso:	Lab. de Caracterizacion de Materiales.		
Modelo:	881 Compact IC pro	Linea:	N/A		
Presion:	N/A	Numero de WI :	N/A		
Voltage:	100 / 240	Numero de Serie :	1881000121101		
CALIDAD DE INSTALACION					
		SI	NO	N/A	
El equipo tiene accesibilidad para Operar ?		X			
El equipo tiene accesibilidad para darle Mantenimiento periodico de acuerdo al Plan de Mtto?		X			
Los cables de suministro de energía eléctrica se encuentran debidamente cubiertos en canaletas?		X			
Las herramientas de uso se encuentran colocadas en un lugar apropiado y cerca del equipo?		X			
La presión es la especificada y tiene forma de observarse?				X	
El voltaje es el especificado?		X			
Pruebe repetidamente los siguientes puntos:					
El equipo prende con el botón de encendido?		X			
El equipo se apaga con el botón de apagado?		X			
Las torretas encienden de acuerdo a la inidcación que se pretende sea comunicada?				X	
SEGURIDAD INDUSTRIAL					
Estan todos los cables en canaletas que no tengan riesgos para los trabajadores?		X			
Se realizo el proceso de inspeccion BI Manual como lo marca el manual de seguridad. Realice repeticiones para verificar el funcionamiento al 100%		X			
Se verificaron que todas las puertas abatibles cuentan con sensor que disipe o que detenga el riesgo mecanico, Fisico o cualquier otro. Verificar los equipos de servocrimper verticales no tengan caida libre colocando paro de emergencia.				X	
Oprima el paro de emergencia y verifique que la maquina no tenga ninguna fuente de energia y ningún movimiento repentino de equipo.				X	
Se deberá tener el sensor óptico a una distancia de 20 cm de distancia del punto de pellizco y no mas de 30º en forma vertical.				X	
Se deberá oprimir los bi manuales y verificar que el electrodo mas retardado llegue a su fin de carrera antes de quitar las manos de los dispositivos.				X	
Revisar visualmente que las cortinas ópticas protejan el sistema mecánico frontal, lateral y partes traseras				X	
Revisar funcionamiento de cortinas ópticas				X	
Verifique el sensor de cortina este activado durante 30 segundos sin tener ningún movimiento				X	
Verifique que las maquina de pedal cuenten con las distancias minimas de seguridad como lo marca el manual.				X	
Verifique que las cortinas ópticas prendan los Leeds de activación				X	
Están correctamente identificados los botones de encendido/apagado?		X			
Los sistemas de activación de "manos fuera" funcionan? Pruebe repetidamente				X	
Estan correctamente identificados, visibles y sin obstruir los paros de emergencia?				X	
Estan correctamente identificados las partes del equipo que representen un riesgo al operador/técnico				X	
Las advertencias de peligro o riesgo al operador/técnico estan visibles y entendibles (en español)?				X	
Las guardas cubren totalmente las zonas de riesgo, deben estar fijas ? Verifique la sujeción. Cilindros deben ser protegidos de ambas carreras es decir ida y retorno.		X		X	
Las guardas se activan adecuada y oportunamente? Pruebe repetidamente				X	
Los pasillos y colocación del equipo permite fácil acceso del operador/técnico?		X			
Las tuberías de fluidos (agua, aire, nitrógeno, etc.) se encuentran identificados de acuerdo a los requerimientos?				X	
Se encuentra identificados los contenedores/áreas de depósito de residuos peligrosos y no peligrosos?				X	
Si se utiliza alguna sustancia química, se cuenta con la Hoja de Datos de Seguridad en español?				X	
si se van a utilizar verifique que todos están autorizados e identificados?				X	
Deberá verificar que el sistema de extracción este funcionando, y los humos generados son extraídos.				X	
Verifique que no tiene ninguna parte con movimiento desprotegida				X	
Verifique que el programa de mantenimiento (IOS) esta protegido con password o algún otro sistema.				X	
El horno debe estar todo protegido con guardas metálicas con la finalidad de evitar toda fuga de calor				X	
Verifique que todas las puertas de seguridad con interlock despresuricen una ves interrumpido el ciclo				X	
Se deberá tener un sistema de extracción, este deberá tener la suficiente fuerza para extraer todos los humos que sean generados				X	
El equipo tiene tanques de quimicos o tanques de aire tiene identificación de acuerdo a la NOM 018 STPS.				X	

Fig. 96: Validación y verificación del cromatógrafo iónico, hoja 1.
Fuente: Creación propia, 2022.

Afecta el sistema contra incendios?		X	
DOCUMENTOS			
Diagramas disponibles?			X
Plan de Mantenimiento disponible?			X
Alta de Máquinas en systema Maximo?			X
Analisis de ISO14001			X
Analisis deISO45001			X
Neumático			X
Eléctrico	X		
Electrónico	X		
Mecánico			X
Layout			X
Otros (Especifique)			
Nuevos Herramentales Lenar formato 2			

J. Francisco Fernandez Chavez.
Ingeniero de equipo para liberar
Octubre del 2022

Hector Curiel Robledo
Ing ESH
Octubre del 2022

Fotos y Evidencias

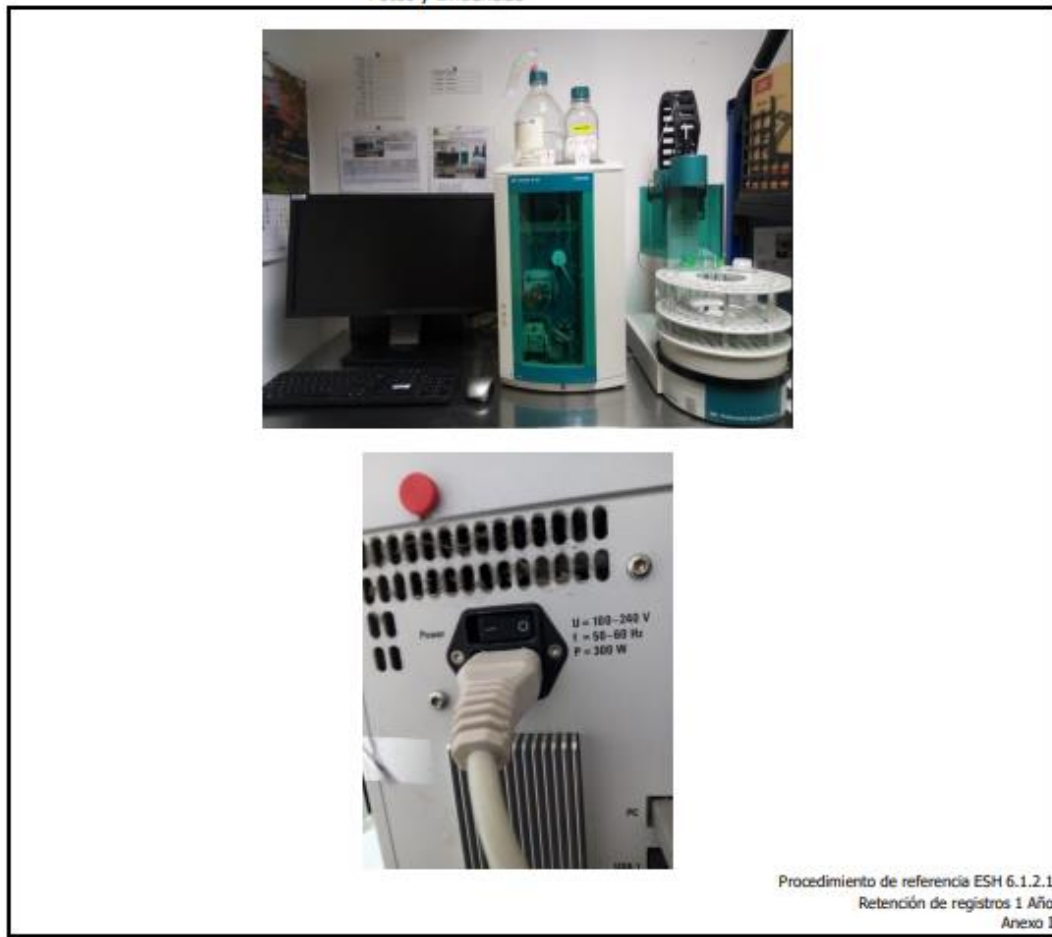



Fig. 97: Validación y verificación del cromatógrafo iónico, hoja 2.
Fuente: Creación propia, 2022.

➤ Liberación del espectrómetro infrarrojo con transformada de Fourier (FTIR).


Validación y verificación de equipos
Folio: 887

VERIFICACION DE MAQUINA Y CAMBIOS DE EQUIPO

Maquina : <u>FTIR</u>	IBT Proceso: <u>Lab. de Caracterizacion de Materiales.</u>
Modelo: <u>IRSpirit</u>	Linea: <u>N/A</u>
Presion: <u>N/A</u>	Numero de WI : <u>N/A</u>
Voltage: <u>125</u>	Numero de Serie : <u>A224157</u>

CALIDAD DE INSTALACION	SI	NO	N/A
El equipo tiene accesibilidad para Operar ?	X		
El equipo tiene accesibilidad para darle Mantenimiento periodico de acuerdo al Plan de Mtto?	X		
Los cables de suministro de energía eléctrica se encuentran debidamente cubiertos en canaletas?	X		
Las herramientas de uso se encuentran colocadas en un lugar apropiado y cerca del equipo?	X		
La presión es la especificada y tiene forma de observarse?			X
El voltaje es el especificado?	X		
Pruebe repetidamente los siguientes puntos:			
El equipo prende con el botón de encendido?	X		
El equipo se apaga con el botón de apagado?	X		
Las torretas encienden de acuerdo a la inidcación que se pretende sea comunicada?			X

SEGURIDAD INDUSTRIAL	SI	NO	N/A
Estan todos los cables en canaletas que no tengan riesgos para los trabajadores?	X		
Se realizo el proceso de Inspeccion BI Manual como lo marca el manual de seguridad. Realice repeticiones para verificar el funcionamiento al 100%	X		
Se verificaron que todas las puertas abatibles cuentan con sensor que disipe o que detenga el riesgo mecanico, Físico o cualquier otro. Verificar los equipos de servocrimper verticales no tengan caída libre colocando paro de emergencia.			X
Oprima el paro de emergencia y verifique que la maquina no tenga ninguna fuente de energía y ningún movimiento repentino de equipo.			X
Se deberá tener el sensor óptico a una distancia de 20 cm de distancia del punto de pellizco y no mas de 30° en forma vertical.			X
Se deberá oprimir los bi manuales y verificar que el electrodo mas retardado llegue a su fin de carrera antes de quitar las manos de los dispositivos.			X
Revisar visualmente que las cortinas ópticas protejan el sistema mecánico frontal, lateral y partes traseras			X
Revisar funcionamiento de cortinas ópticas			X
Verifique el sensor de cortina este activado durante 30 segundos sin tener ningún movimiento			X
Verifique que las maquina de pedal cuenten con las distancias minimas de seguridad como lo marca el manual.			X
Verifique que las cortinas ópticas prendan los Leeds de activación			X
Están correctamente identificados los botones de encendido/apagado?	X		
Los sistemas de activación de "manos fuera" funcionan? Pruebe repetidamente			X
Estan correctamente identificados, visibles y sin obstruir los paros de emergencia?			X
Estan correctamente identificados las partes del equipo que representen un riesgo al operador/técnico			X
Las advertencias de peligro o riesgo al operador/técnico estan visibles y entendibles (en español)?			X
Las guardas cubren totalmente las zonas de riesgo, deben estar fijas ? Verifique la sujeción. Cilindros deben ser protegidos de ambas carreras es decir ida y retorno.	X		X
Las guardas se activan adecuada y oportunamente? Pruebe repetidamente			X
Los pasillos y colocación del equipo permile fácil acceso del operador/técnico?	X		
Las tuberías de fluidos (agua, aire, nitrógeno, etc.) se encuentran identificados de acuerdo a los requerimientos?			X
Se encuentra identificados los contenedores/áreas de depósito de residuos peligrosos y no peligrosos?			X
Si se utiliza alguna sustancia química, se cuenta con la Hoja de Datos de Seguridad en español?			X
si se van a utilizar verifique que todos están autorizados e identificados?			X
Deberá verificar que el sistema de extracción este funcionando, y los humos generados son extraídos.			X
Verifique que no tiene ninguna parte con movimiento desprotegida			X
Verifique que el programa de mantenimiento (IOS) esta protegido con password o algún otro sistema.			X
El horno debe estar todo protegido con guardas metálicas con la finalidad de evitar toda fuga de calor			X
Verifique que todas las puertas de seguridad con interlock despresuricen una ves interrumpido el ciclo			X
Se deberá tener un sistema de extracción, este deberá tener la suficiente fuerza para extraer todos los humos que sean generados			X
El equipo tiene tanques de químicos o tanques de aire tiene identificación de acuerdo a la NOM 018 STPS.			X

Fig. 98: Validación y verificación del FTIR, hoja 1.
Fuente: Creación propia, 2022.

Afecta el sistema contra incendios?		X	
DOCUMENTOS			
Diagramas disponibles?			X
Plan de Mantenimiento disponible?			X
Alta de Máquinas en systema Maximo?			X
Analisis de ISO14001			X
Analisis deISO45001			X
Neumático			X
Eléctrico	X		
Electrónico	X		
Mecánico			X
Layout			X
Otros (Especifique)			
Nuevos Herramientales Lenar formato 2			

J. Francisco Fernandez Chavez.
Ingeniero de equipo para liberar
Octubre del 2022

Hector Curiel Robledo
Ing ESH
Octubre del 2022

Fotos y Evidencias



Procedimiento de referencia ESH 6.1.2.1
Retención de registros 1 Año
Anexo I

Fig. 99: Validación y verificación del FTIR, hoja 2.
Fuente: Creación propia, 2022.

➤ Liberación del espectrómetro de fluorescencia de rayos X (XRF).

Sensata Technologies		Validación y verificación de equipos		Folio: 888
VERIFICACION DE MAQUINA Y CAMBIOS DE EQUIPO				
Maquina :	XRF	IBT Proceso:	Lab. de Caracterizacion de Materiales.	
Modelo:	JSX1000S	Linea:	N/A	
Presion:	N/A	Numero de WI :	N/A	
Voltage:	100 / 120	Numero de Serie :	EQ1510001130113	
CALIDAD DE INSTALACION				SI NO N/A
El equipo tiene accesibilidad para Operar ?				X
El equipo tiene accesibilidad para darle Mantenimiento periodico de acuerdo al Plan de Mto?				X
Los cables de suministro de energía eléctrica se encuentran debidamente cubiertos en canaletas?				X
Las herramientas de uso se encuentran colocadas en un lugar apropiado y cerca del equipo?				X
La presión es la especificada y tiene forma de observarse?				
El voltaje es el especificado?				X
Pruebe repetidamente los siguientes puntos:				
El equipo prende con el botón de encendido?				X
El equipo se apaga con el botón de apagado?				X
Las torretas encienden de acuerdo a la indicación que se pretende sea comunicada?				X
SEGURIDAD INDUSTRIAL				
Estan todos los cables en canaletas que no tengan riesgos para los trabajadores?				X
Se realizo el proceso de inspeccion BI Manual como lo marca el manual de seguridad. Realice repeticiones para verificar el funcionamiento al 100%				X
Se verificaron que todas las puertas abatibles cuentan con sensor que disipe o que detenga el riesgo mecanico, Fisico o cualquier otro. Verificar los equipos de servocrimper verticales no tengan caída libre colocando paro de emergencia.				X
Oprima el paro de emergencia y verifique que la maquina no tenga ninguna fuente de energía y ningún movimiento repentino de equipo.				X
Se deberá tener el sensor óptico a una distancia de 20 cm de distancia del punto de pellizco y no mas de 30° en forma vertical.				X
Se deberá oprimir los bi manuales y verificar que el electrodo mas retardado llegue a su fin de carrera antes de quitar las manos de los dispositivos.				X
Revisar visualmente que las cortinas ópticas protejan el sistema mecánico frontal, lateral y partes traseras				X
Revisar funcionamiento de cortinas ópticas				X
Verifique el sensor de cortina este activado durante 30 segundos sin tener ningún movimiento				X
Verifique que las maquina de pedal cuenten con las distancias minimas de seguridad como lo marca el manual.				X
Verifique que las cortinas ópticas prendan los Leeds de activación				X
Están correctamente identificados los botones de encendido/apagado?				X
Los sistemas de activación de "manos fuera" funcionan? Pruebe repetidamente				X
Estan correctamente identificados, visibles y sin obstruir los paros de emergencia?				X
Estan correctamente identificados las partes del equipo que representen un riesgo al operador/técnico				X
Las advertencias de peligro o riesgo al operador/técnico estan visibles y entendibles (en español)?				X
Las guardas cubren totalmente las zonas de riesgo, deben estar fijas ? Verifique la sujeción. Cilindros deben ser protegidos de ambas carreras es decir ida y retorno.				X
Las guardas se activan adecuada y oportunamente? Pruebe repetidamente				X
Los pasillos y colocación del equipo permite fácil acceso del operador/técnico?				X
Las tuberías de fluidos (agua, aire, nitrógeno, etc.) se encuentran identificados de acuerdo a los requerimientos?				X
Se encuentra identificados los contenedores/áreas de depósito de residuos peligrosos y no peligrosos?				X
Si se utiliza alguna sustancia química, se cuenta con la Hoja de Datos de Seguridad en español?				X
si se van a utilizar verifique que todos están autorizados e identificados?				X
Deberá verificar que el sistema de extracción este funcionando, y los humos generados son extraídos.				X
Verifique que no tiene ninguna parte con movimiento desprotegida				X
Verifique que el programa de mantenimiento (IOS) esta protegido con password o algún otro sistema.				X
El horno debe estar todo protegido con guardas metálicas con la finalidad de evitar toda fuga de calor				X
Verifique que todas las puertas de seguridad con interlock despresuricen una ves interrumpido el ciclo				X
Se deberá tener un sistema de extracción, este deberá tener la suficiente fuerza para extraer todos los humos que sean generados				X
El equipo tiene tanques de quimicos o tanques de aire tiene identificación de acuerdo a la NOM 018 STPS.				X

Fig. 100: Validación y verificación del XRF, hoja 1.
Fuente: Creación propia, 2022.

Afecta el sistema contra incendios?		X	
DOCUMENTOS			
Diagramas disponibles?			X
Plan de Mantenimiento disponible?			X
Alta de Máquinas en sistema Maximo?			X
Análisis de ISO14001			X
Análisis de ISO45001			X
Neumático			X
Eléctrico	X		
Electrónico	X		
Mecánico			X
Layout			X
Otros (Especifique)			
Nuevos Herramientas: Lenar formato 2			

J. Francisco Fernandez Chavez.
Ingeniero de equipo para liberar
Octubre del 2022

Hector Curiel Robledo
Ing ESH
Octubre del 2022

Fotos y Evidencias



Procedimiento de referencia ESH 6.1.2.1
Retención de registros 1 Año
Anexo I

Fig. 101: Validación y verificación del XRF, hoja 2.
Fuente: Creación propia, 2022.

➤ Liberación del microscopio electrónico de barrido (SEM).

Sensata Technologies		Validación y verificación de equipos		Folio: 889	
VERIFICACION DE MAQUINA Y CAMBIOS DE EQUIPO					
Maquina :	SEM	IBT Proceso:	Lab. de Caracterizacion de Materiales.		
Modelo:	JSM-IT100	Linea:	N/A		
Presion:	N/A	Numero de WI :	N/A		
Voltage:	100	Numero de Serie :	MP1030006330633		
CALIDAD DE INSTALACION					
		SI	NO	N/A	
El equipo tiene accesibilidad para Operar ?		X			
El equipo tiene accesibilidad para darle Mantenimiento periodico de acuerdo al Plan de Mtto?		X			
Los cables de suministro de energía eléctrica se encuentran debidamente cubiertos en canaletas?		X			
Las herramientas de uso se encuentran colocadas en un lugar apropiado y cerca del equipo?		X			
La presión es la especificada y tiene forma de observarse?				X	
El voltaje es el especificado?		X			
Pruebe repetidamente los siguientes puntos:					
El equipo prende con el botón de encendido?		X			
El equipo se apaga con el botón de apagado?		X			
Las torretas encienden de acuerdo a la indicación que se pretende sea comunicada?				X	
SEGURIDAD INDUSTRIAL					
Estan todos los cables en canaletas que no tengan riesgos para los trabajadores?		X			
Se realizo el proceso de inspeccion BI Manual como lo marca el manual de seguridad. Realice repeticiones para verificar el funcionamiento al 100%		X			
Se verificaron que todas las puertas abatibles cuentan con sensor que disipe o que detenga el riesgo mecanico, Fisco o cualquier otro. Verificar los equipos de servocrimper verticales no tengan caida libre colocando paro de emergencia.				X	
Oprima el paro de emergencia y verifique que la maquina no tenga ninguna fuente de energia y ningún movimiento repentino de equipo.				X	
Se deberá tener el sensor óptico a una distancia de 20 cm de distancia del punto de pellizco y no mas de 30° en forma vertical.				X	
Se deberá oprimir los bi manuales y verificar que el electrodo mas retardado llegue a su fin de carrera antes de quitar las manos de los dispositivos.				X	
Revisar visualmente que las cortinas ópticas protejan el sistema mecánico frontal, lateral y partes traseras				X	
Revisar funcionamiento de cortinas ópticas				X	
Verifique el sensor de cortina este activado durante 30 segundos sin tener ningún movimiento				X	
Verifique que las maquina de pedal cuenten con las distancias minimas de seguridad como lo marca el manual.				X	
Verifique que las cortinas ópticas prendan los Leeds de activación				X	
Están correctamente identificados los botones de encendido/apagado?		X			
Los sistemas de activación de "manos fuera" funcionan? Pruebe repetidamente				X	
Estan correctamente identificados, visibles y sin obstruir los paros de emergencia?				X	
Estan correctamente identificados las partes del equipo que representen un riesgo al operador/técnico				X	
Las advertencias de peligro o riesgo al operador/técnico estan visibles y entendibles (en español)?				X	
Las guardas cubren totalmente las zonas de riesgo, deben estar fijas ? Verifique la sujeción. Cilindros deben ser protegidos de ambas carreras es decir ida y retorno.		X		X	
Las guardas se activan adecuada y oportunamente? Pruebe repetidamente				X	
Los pasillos y colocación del equipo permite fácil acceso del operador/técnico?		X			
Las tuberías de fluidos (agua, aire, nitrógeno, etc.) se encuentran identificados de acuerdo a los requerimientos?				X	
Se encuentra identificados los contenedores/áreas de depósito de residuos peligrosos y no peligrosos?				X	
Si se utiliza alguna sustancia química, se cuenta con la Hoja de Datos de Seguridad en español?				X	
si se van a utilizar verifique que todos están autorizados e identificados?				X	
Deberá verificar que el sistema de extracción este funcionando, y los humos generados son extraídos.				X	
Verifique que no tiene ninguna parte con movimiento desprotegida				X	
Verifique que el programa de mantenimiento (IOS) esta protegido con password o algún otro sistema.				X	
El horno debe estar todo protegido con guardas metálicas con la finalidad de evitar toda fuga de calor				X	
Verifique que todas las puertas de seguridad con interlock despresuricen una ves interrumpido el ciclo				X	
Se deberá tener un sistema de extracción, este deberá tener la suficiente fuerza para extraer todos los humos que sean generados				X	
El equipo tiene tanques de quimicos o tanques de aire tiene identificacion de acuerdo a la NOM 018 STPS.				X	

Fig. 102: Validación y verificación del SEM, hoja 1.
Fuente: Creación propia, 2022.

Afecta el sistema contra incendios?		X	
DOCUMENTOS			
Diagramas disponibles?			X
Plan de Mantenimiento disponible?			X
Alta de Máquinas en sistema Maximo?			X
Analisis de ISO14001			X
Analisis deISO45001			X
Neumático			X
Eléctrico	X		
Electrónico	X		
Mecánico			X
Layout			X
Otros (Especifique)			
Nuevos Herramentales Lenar formato 2			

J. Francisco Fernandez Chavez.
Ingeniero de equipo para liberar
Octubre del 2022

Hector Curiel Robledo
Ing ESH
Octubre del 2022

Fotos y Evidencias



Procedimiento de referencia ESH 6.1.2.1
Retención de registros 1 Año
Anexo I

Fig. 103: Validación y verificación del SEM, hoja 2.
Fuente: Creación propia, 2022.

1.3. Verificación de parámetros de iluminación y ruido de acuerdo con los requerimientos de ESH.

1.3.1. Verificación de iluminación.

Esta verificación se debe de realizar en las diferentes áreas del laboratorio, de acuerdo con la NORMA Oficial Mexicana NOM-025-STPS-2008, Condiciones de iluminación en los centros de trabajo (Anexo 15). El equipo de medición que se utiliza para esta verificación es el luxómetro.

Tabla 6: Resultados de la evaluación de iluminación por área (Creación propia, 2022).

Sensata Technologies

EVALUACION DE ILUMINACION

NORMA Oficial Mexicana NOM-025-STPS-2008, Condiciones de iluminación en los centros de trabajo.

Fecha de revisión: 03/10/2022

ITEM	IBT	LINEAS	PUNTO DE MUESTREO (OPERACION)	# DE OPERACIONES	A=ACTIVA B=BAJA	ILUMINACION (lux)										RESULTADOS	OBSERVACIONES	
						ENFUCIO	ENI (E)	ENII	ENIR (E)	ER(K)	MAPFR	ACTIVIDAD	TIEMPO	FECHA	COMENTARIOS			
1	FAL	Caracterización	SEM- EDX	1	A	SNK2B1	433	300	192	44%	216.5	D		3-Oct-22	S	S	Satisfactorio	
2	FAL	Caracterización	Fluorecencia Rayos X	1	A	SNK2B1	616	300	138	22%	308	D		3-Oct-22	S	S	Satisfactorio	
3	FAL	Caracterización	INFRARROJO CON TRANSFORMADA DE FOURIER	1	A	SNK2B1	468	300	159	34%	234	D		3-Oct-22	S	S	Satisfactorio	
4	FAL	Caracterización	Detección de Halógenos	1	A	SNK2B1	637	300	178	28%	318.5	D		3-Oct-22	S	S	Satisfactorio	
5	FAL	Metalográfico	Estación de Corte	1	A	SNK3B1	350	300	71	20%	175	D		3-Oct-22	S	S	Satisfactorio	
6	FAL	Metalográfico	Estación de Pulido	1	A	SNK3B1	524	300	103	20%	262	D		3-Oct-22	S	S	Satisfactorio	
7	FAL	Metalográfico	Estación de Corte	1	A	SNK3B1	404	300	77	19%	202	D		3-Oct-22	S	S	Satisfactorio	

1.3.2. Verificación de ruido.

Esta verificación se debe de realizar en las diferentes áreas del laboratorio, de acuerdo con la NOM-011-STPS-2001 Condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo donde se genere ruido (Anexo 16). El equipo de medición que se utiliza para esta verificación es el sonómetro.

Tabla 7: Resultados de la evaluación de los niveles de ruido por área (Creación propia, 2022).

EVALUACION DE LOS NIVELES DE RUIDO (REVISION INTERNA)

Sensata Technologies de México S. de R.L. de C.V.

NOM-011-STPS-2001 Condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo donde se genere ruido

ITEM	IBT	LINEA	OPERACION	A=ACTIVA B=BAJA	# DE OPERACIONES	dB REAL	RUIDO (dB) SENSATA	CONDICION	Mes	día	Año	OBSERVACIONES
1	FAL	Caracterización	SEM- EDM	A	1	31	61.5	Satisfactorio	Octubre	3	2022	
2	FAL	Caracterización	Fluorecencia Rayos X	A	1	42	83.05	Satisfactorio	Octubre	3	2022	
3	FAL	Caracterización	INFRARROJO CON TRANSFORMADA DE FOURIER	A	1	42	82.82	Satisfactorio	Octubre	3	2022	
4	FAL	Caracterización	Detección de Halógenos	A	1	36	71.2	Satisfactorio	Octubre	3	2022	
5	FAL	Metalográfico	Estación de Corte	A	1	36	72.35	Satisfactorio	Octubre	3	2022	
6	FAL	Metalográfico	Estación de Pulido	A	1	41	82.92	Satisfactorio	Octubre	3	2022	
7	FAL	Metalográfico	Estación de Corte									

1.5. Cumplimiento de los requerimientos de Lean Company.

Sensata Technologies a adoptado la filosofía de Lean Company en todos sus procesos, por lo cual se desarrollaron algunas herramientas de Lean para el laboratorio metalográfico y de caracterización de materiales, como son las 5's (5 SOLES en Sensata) y el Mantenimiento Autónomo (AM).

1.5.1. Implementación de los 5 SOLES en el laboratorio metalográfico y de caracterización de materiales.

En Sensata las 5's se manejan como 5 SOLES, como una estrategia de mejor comprensión para sus empleados (Fig. 104).

Para la implementación de los 5 SOLES en oficinas y laboratorios se realizó un manual de capacitación con todos los pasos a seguir para un mejor entendimiento de esta filosofía (Anexo 18).

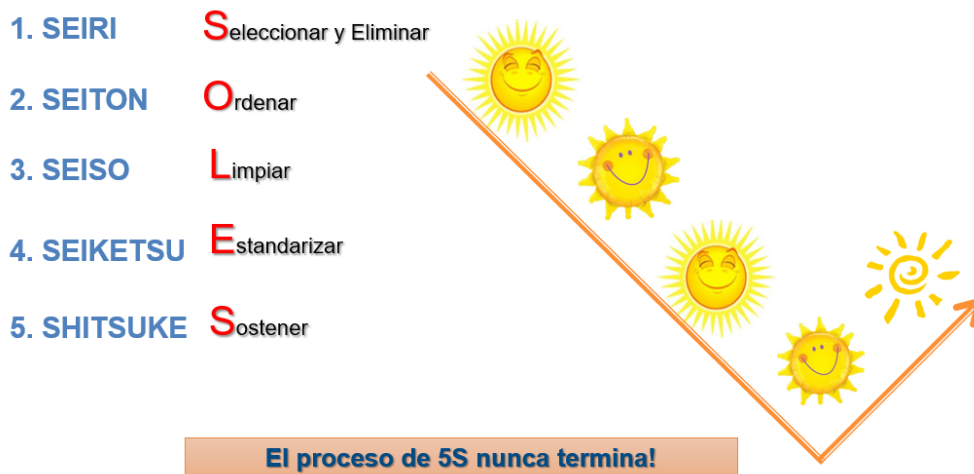




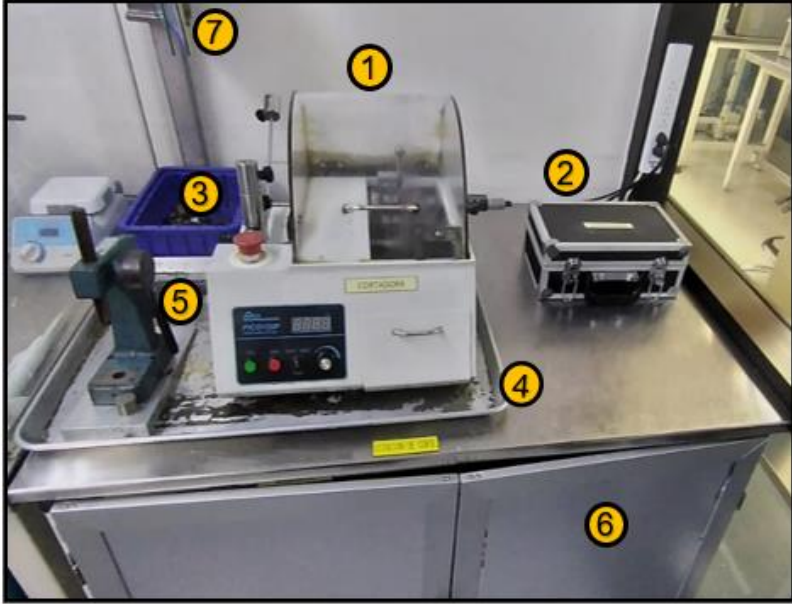
Fig. 104: Los 5 SOLES.
Fuente: Creación propia, 2022.

Para el cumplimiento de esta filosofía, se deben generar estándares de 5 SOLES para cada una de las estaciones de trabajo del laboratorio metalográfico y de caracterización de materiales, como se muestra a continuación:

➤ Estación de corte.

 **Un lugar ordenado y limpio es un lugar seguro**
Operación: Estación de Corte.
Línea: Laboratorio Metalográfico.



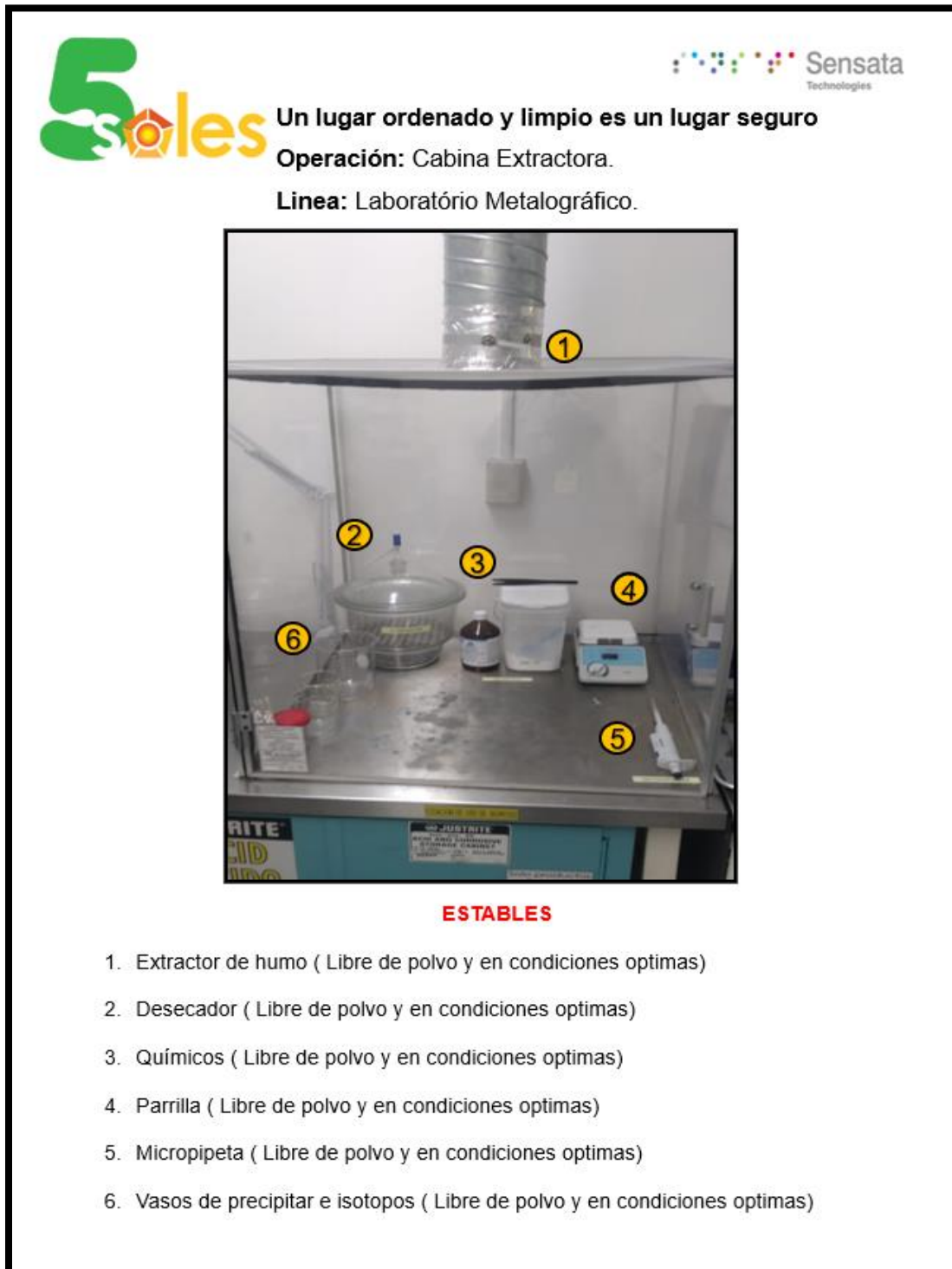


ESTABLES

1. Cortadora (Libre de polvo y en condiciones optimas)
2. Caja de Herramientas (Libre de polvo y en condiciones optimas)
3. Recipiente de scrap (Libre de polvo y en condiciones optimas)
4. Charola (Libre de polvo y en condiciones optimas)
5. Prensa (Libre de polvo y en condiciones optimas)
6. Mesa (Libre de polvo y en condiciones optimas)
7. Porta-documentos (Libre de polvo y en condiciones optimas)

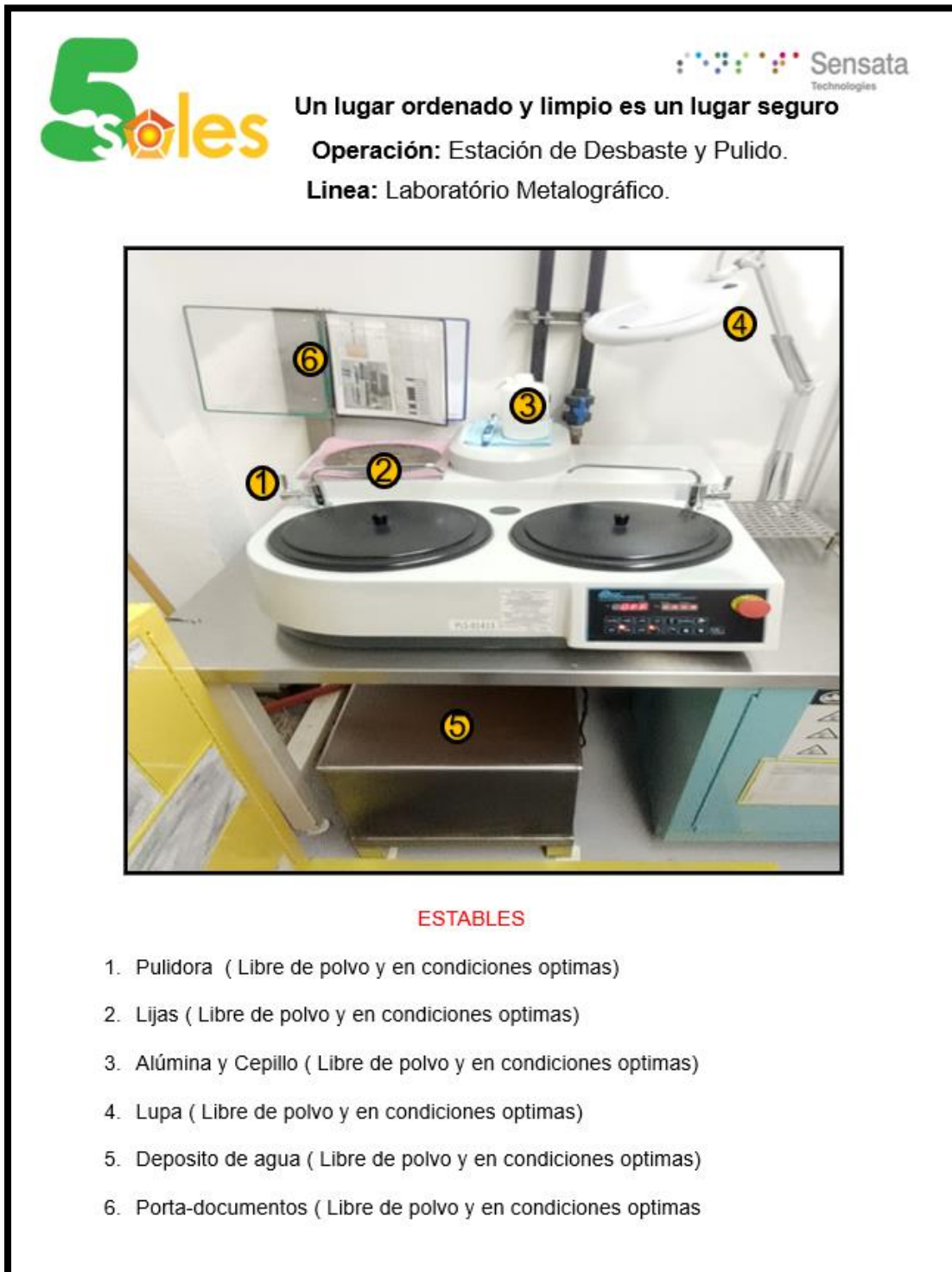
*Fig. 105: Estándar de estación de corte.
Fuente: Creación propia, 2022.*

➤ **Cabina de extracción.**



*Fig. 106: Estándar de cabina de extracción.
Fuente: Creación propia, 2022.*

➤ Estación de desbaste y pulido.




*Fig. 107: Estándar de estación de desbaste y pulido.
Fuente: Creación propia, 2022.*

➤ Estación de análisis.

5soles **Sensata**
Technologies

Un lugar ordenado y limpio es un lugar seguro
Operación: Estación de Análisis.
Línea: Laboratorio Metalográfico.



ESTABLES

1. CPU (Libre de polvo y en condiciones optimas)
2. Monitor (Libre de polvo y en condiciones optimas)
3. Teclado (Libre de polvo y en condiciones optimas)
4. Microscopio Metalográfico (Libre de polvo y en condiciones optimas)
5. Prensa (Libre de polvo y en condiciones optimas)
6. Silla (Libre de polvo y en condiciones optimas)
7. Archivo (Libre de polvo y en condiciones optimas)
8. Porta-documentos

*Fig. 108: Estándar de estación de análisis.
Fuente: Creación propia, 2022.*

➤ Escritorio 1.



Un lugar ordenado y limpio es un lugar seguro

Operación: Escritorio 1

Línea: Laboratorio de Caracterización de Materiales

ESTABLES

1. Monitor (libre de polvo y en condiciones optimas).
2. Teclado (libre de polvo y en condiciones optimas).
3. CPU (libre de polvo y en condiciones optimas).
4. Mouse (libre de polvo y en condiciones optimas).
5. Silla (libre de polvo y en condiciones optimas).
6. Fipper (libre de polvo y en condiciones optimas).
7. Lapicera (Libre de polvo y en condiciones optimas).

Fig. 109: Estándar de escritorio 1.
Fuente: Creación propia, 2022.

➤ Escritorio 2.



Fig. 110: Estándar de escritorio 2.
Fuente Creación propia, 2022.

➤ Estacion visual.



Un lugar ordenado y limpio es un lugar seguro
Operación: Estación visual
Línea: Laboratorio de Caracterización de Materiales



ESTABLES

1. Lampara (libre de polvo y en condiciones optimas).
2. Hoja Estándar (libre de polvo y en condiciones optimas).
3. Objetos Temporales (libre de polvo y en condiciones optimas).
4. Material a Terminado (libre de polvo y en condiciones optimas).
5. Material Scrap (libre de polvo y en condiciones optimas).
6. Silla (libre de polvo y en condiciones optimas).
7. Estereoscopio (libre de polvo y en condiciones optimas).
8. Monitor plano (libre de polvo y en condiciones optimas).
9. Teclado (libre de polvo y en condiciones optimas).
10. Mouse (libre de polvo y en condiciones optimas).
11. Cajones de papelería e insumos (libre de polvo y en condiciones optimas).

Fig. 111: Estándar de estación visual.
Fuente: Creación propia, 2022.

➤ IC análisis.

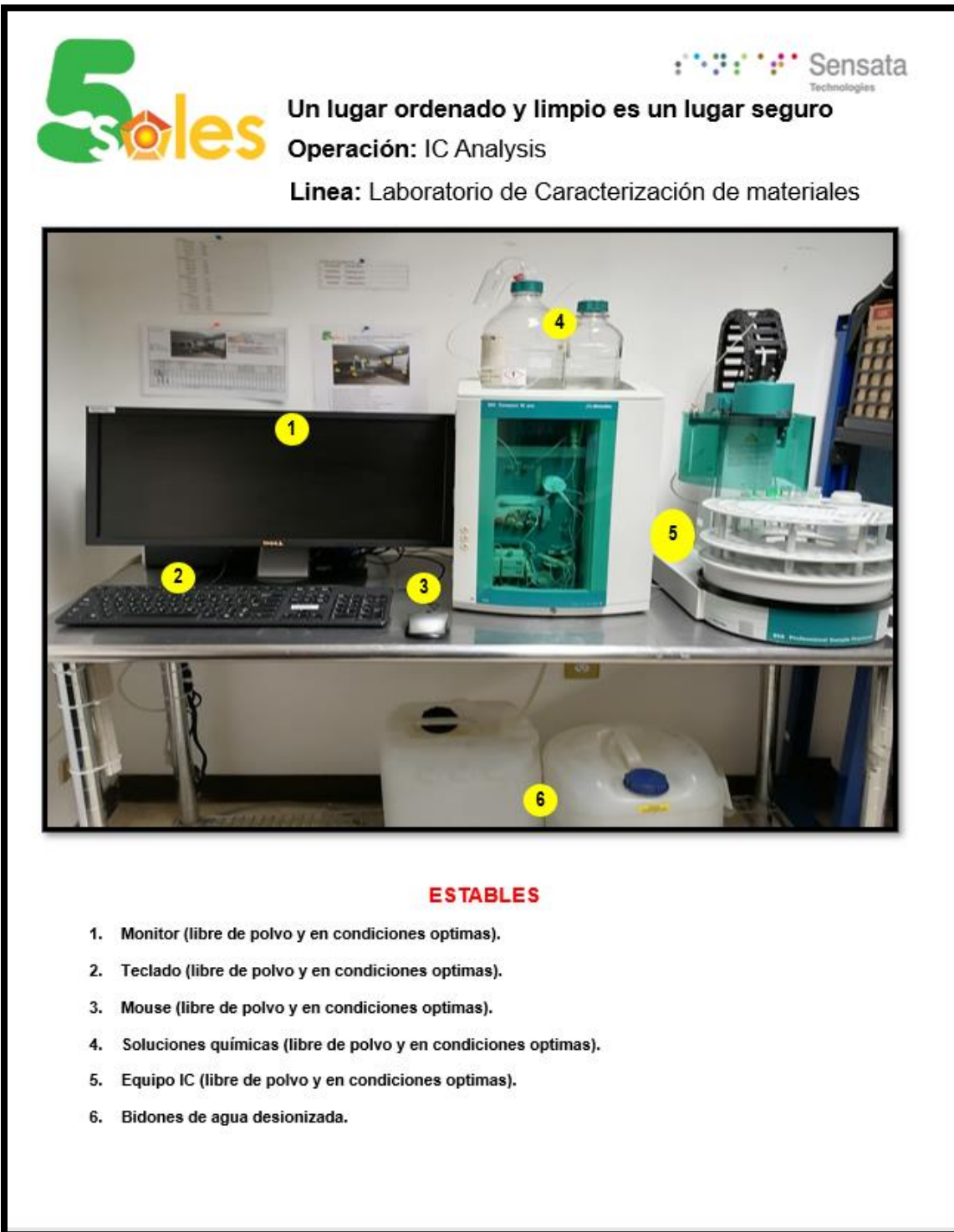


Fig. 112: Estándar de IC Análisis.
Fuente: Creación propia, 2022.

➤ XRF & FTIR análisis.

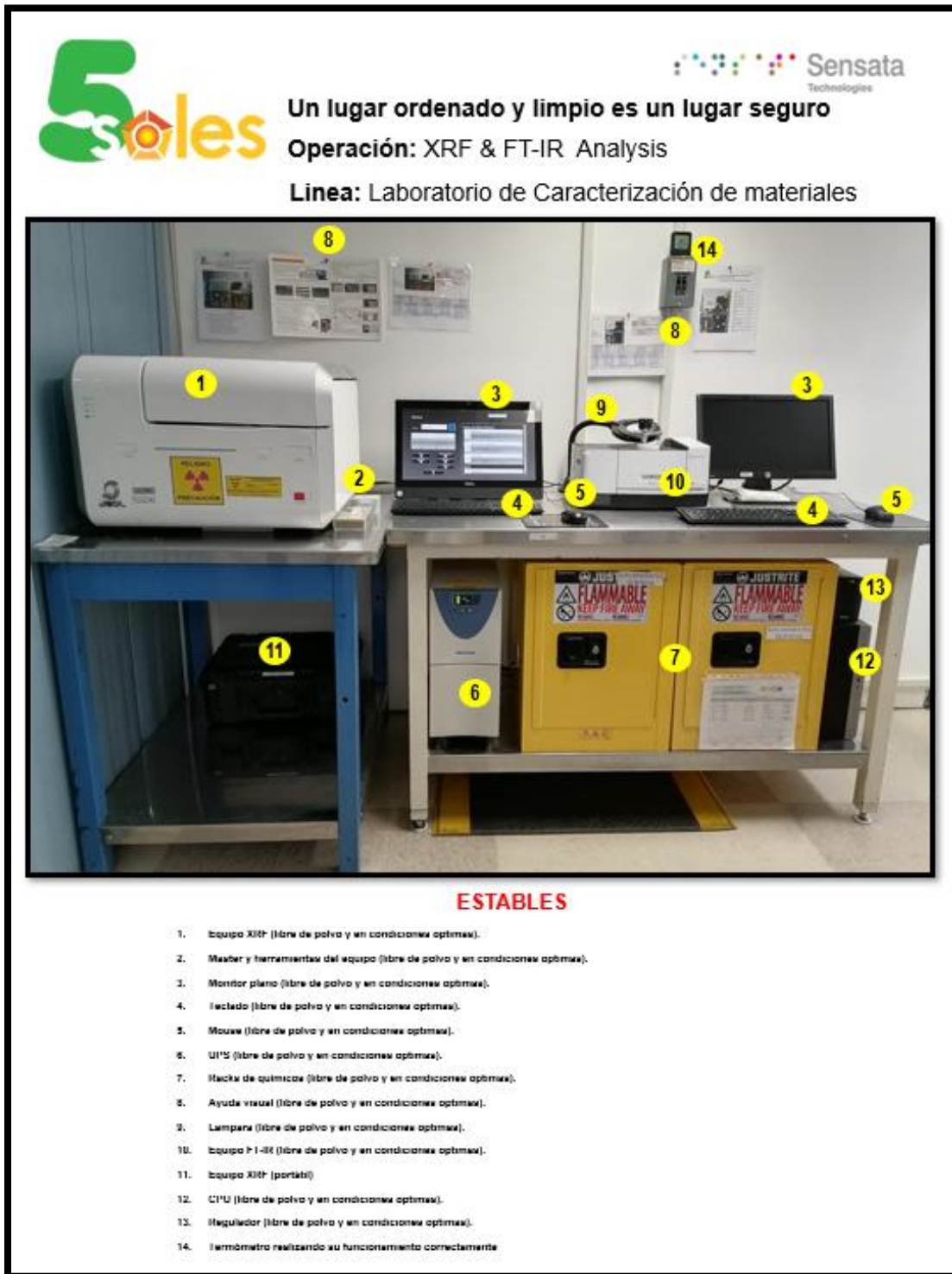




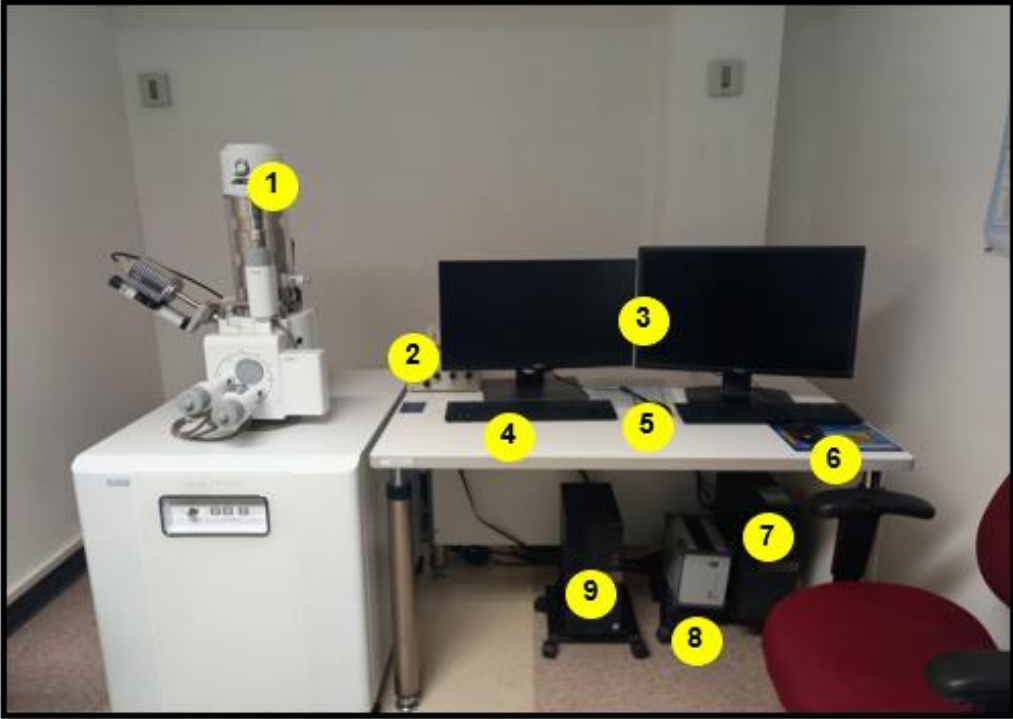
Fig. 113: Estándar de XRF & FTIR Análisis.
 Fuente: Creación propia, 2022.

➤ 1.5.1.10. SEM-EDX análisis.





Un lugar ordenado y limpio es un lugar seguro
Operación: SEM-EDX Analysis
Línea: Laboratorio de Caracterización de Materiales



ESTABLES


1. Equipo SEM-EDX (libre de polvo y en condiciones optimas).
2. Amplificador de señal (libre de polvo y en condiciones optimas).
3. Monitores planos (libre de polvo y en condiciones optimas).
4. Teclado (libre de polvo y en condiciones optimas).
5. Formato de registro (libre de polvo y en condiciones optimas).
6. Mouse (libre de polvo y en condiciones optimas).
7. CPU (libre de polvo y en condiciones optimas).
8. EDX-UPS (libre de polvo y en condiciones optimas).
9. CPU (libre de polvo y en condiciones optimas).

*Fig. 114: Estándar SEM-EDX Análisis.
Fuente: Creación propia, 2022.*

1.6. Implementación de Mantenimiento Autónomo (AM) en el laboratorio metalográfico y de caracterización de materiales.

Para el cumplimiento de esta filosofía en Sensata, se debe generar un formato de Mantenimiento Autónomo (AM) con las instrucciones a seguir para cada una de las estaciones de trabajo del laboratorio metalográfico y de caracterización de materiales, como se muestra a continuación:

➤ Estación de corte.



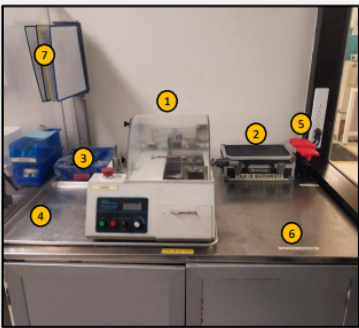
Estándares de Mantenimiento/Inspección

Mantenimiento Autónomo Mantenimiento Planeado

NO WORK

MITO EFECTUADO

MITO NO EFECTUADO



Grupo / Equipo	Laboratorio Metalográfico.
Máquina	Estación de corte
ELABORÓ:	J. Francisco Fernández Chávez
SUPERVISOR:	Juan José Torres Castañón
Fecha y No. de hoja	

# PEND.	FUNCION
1	Cortadora (villeta de calibración vigente)
2	Caja de Herramientas (Libre de suciedad)
3	Scrap (Libre de suciedad)
4	Charola (Libre de suciedad)
5	Llaves Allen(Libre de suciedad y en buen estado)
6	Mesa de trabajo (Libre de suciedad)
7	Porta-documentos (Libre de suciedad)

NOTA: REALIZAR MANTENIMIENTO AUTÓNOMO AL EMPEZAR EL TURNO


# Pts	OPERACION	METODO	HERRAMIENTAS	CRITERIO	TIEMPO	TURNO	DA	SEM
1	LIMPEZA Y VERIFICAR	MANUAL-VISUAL	SERVITALLA Y LIMPIADOR	DEBE DE RESPETAR EL ESTANDAR.	30 SEG	X		
2	LIMPEZA	MANUAL-VISUAL	SERVITALLA Y LIMPIADOR	DEBE DE RESPETAR EL ESTANDAR.	30 SEG			X
3	LIMPEZA	MANUAL-VISUAL	SERVITALLA Y LIMPIADOR	DEBE DE RESPETAR EL ESTANDAR.	30 SEG	X		
4	LIMPEZA	MANUAL-VISUAL	SERVITALLA Y LIMPIADOR	DEBE DE RESPETAR EL ESTANDAR.	30 SEG	X		
5	LIMPEZA Y VERIFICAR	MANUAL-VISUAL	SERVITALLA Y LIMPIADOR	DEBE DE RESPETAR EL ESTANDAR.	30 SEG	X		
6	LIMPEZA	MANUAL-VISUAL	SERVITALLA Y LIMPIADOR	DEBE DE RESPETAR EL ESTANDAR.	30 SEG	X		
7	LIMPEZA	MANUAL-VISUAL	SERVITALLA Y LIMPIADOR	DEBE DE RESPETAR EL ESTANDAR.	30 SEG	X		

DIA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31				
OPERA	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3		
R																																			
A																																			
D																																			
O																																			
R																																			
A																																			
D																																			

NOTA: SI POR ALGUNA RAZON EL MANTENIMIENTO NO FUE EFECTUADO, ESPECIFICA EL MOTIVO EN LA COLUMNA DEL DIA

Fig. 115: AM de estación de corte.
Fuente: Creación propia, 2022.

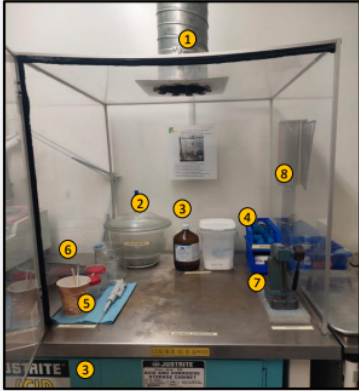
➤ **Cabina de extracción.**



Estándares de Mantenimiento/Inspección

Mantenimiento Autónomo Mantenimiento Planeado

Grupo / Equipo	Laboratorio Metalográfico.
Máquina	Uso de Químicos/Cabina de Extracción.
ELABORÓ:	J. Francisco Fernández Chávez
SUPERVISOR:	Juan José Torres Castañón
Fecha y No. de hoja	



NO WORK

MITTO EFECTUADO

MITTO NO EFECTUADO

PEND. FUNCION

1	Extractor de humo en (Buen estado)
2	Desecador (Libre de suciedad)
3	Químicos (Libre de suciedad y en buen estado)
4	Porta-Herramientas (Libre de suciedad y en buen estado)
5	Micropipeta (Libre de suciedad y en buen estado)
6	Vasos de presipitar e isotopos (Libre de suciedad y en buen estado)
7	Prensa (Libre de suciedad y en buen estado)
8	Porta-documentos (Libre de suciedad y en buen estado)


NOTA: REALIZAR MANTENIMIENTO AUTONOMO AL EMPEZAR EL TURNO


# Pto	OPERACION	METODO	HERRAMIENTAS	CRITERIO	TIEMPO	TURNO	DIA	JOB
1	LIMPIEZA	MANUAL/VISUAL	N/A	DEBE DE RESPETAR EL ESTANDAR	30 SEG	X		
2	LIMPIEZA	MANUAL/VISUAL	N/A	DEBE DE RESPETAR EL ESTANDAR	2 MIN	X		
3	VERIFICAR Y LIMPIEZA	MANUAL/VISUAL	N/A	DEBE DE RESPETAR EL ESTANDAR	30 SEG	X		
4	LIMPIEZA	MANUAL/VISUAL	SERVITOALLA Y LIMPIADOR	DEBE DE RESPETAR EL ESTANDAR	30 SEG	X		
5	VERIFICAR Y LIMPIEZA	MANUAL/VISUAL	N/A	DEBE DE RESPETAR EL ESTANDAR	30 SEG	X		
6	LIMPIEZA	MANUAL/VISUAL	SERVITOALLA Y LIMPIADOR	DEBE DE RESPETAR EL ESTANDAR	30 SEG	X		
7	LIMPIEZA	MANUAL-VISUAL	SERVITOALLA Y LIMPIADOR	DEBE DE RESPETAR EL ESTANDAR	30 SEG	X		
8	LIMPIEZA	MANUAL-VISUAL	SERVITOALLA Y LIMPIADOR	DEBE DE RESPETAR EL ESTANDAR	30 SEG	X		

REFERENCIA: C1100
FECHA: 10/15/2022
REVISION: A
ELABORO: J. Francisco Fernández Chávez

Fig. 116: AM de cabina de extracción.
Fuente: Creación propia, 2022.

➤ Estación de desbaste y pulido.





Estándares de Mantenimiento/Inspección

Mantenimiento Autónomo	Mantenimiento Planeado
Grupo / Equipo	Laboratorio Metalográfico.
Máquina	Estacion de Desbaste y Pulido
ELABORÓ:	J. Francisco Fernández Chávez
SUPERVISOR:	Juan José Torres Castañón
Fecha y No. de hoja	

# PEND.	FUNCION
1	Pulidora en buen estado
2	Lijas libre de suciedad y en buen estado
3	Alúmina y Cepillo libre de suciedad y en buen estado
4	Lupa libre de suciedad y en buen estado
5	Deposito de agua libre en buen estado

NO WORK

MTTTO EFECTUADO

MTTTO NO EFECTUADO

NOTA: REALIZAR MANTENIMIENTO AUTONOMO AL EMPEZAR EL TURNO

# Pta	OPERACION	METODO	HERRAMIENTAS	CRITERIO	TIEMPO	TURNO	DIA	JOB
1	VERIFICAR	MANUAL-VISUAL	SERVITOALLA Y LIMPIADOR	DEBE DE RESPETAR EL ESTANDAR	2 MN	X		
2	LIMPIEZA Y VERIFICAR	MANUAL-VISUAL	LIQUIDO	DEBE DE RESPETAR EL ESTANDAR	20 MN	X		
3	LIMPIEZA Y VERIFICAR	VISUAL	N/A	DEBE DE RESPETAR EL ESTANDAR	30 SEG	X		
4	VERIFICAR	VISUAL	SERVITOALLA Y LIMPIADOR	DEBE DE RESPETAR EL ESTANDAR	30 SEG	X		
5	VERIFICAR	VISUAL	SERVITOALLA Y LIMPIADOR	DEBE DE RESPETAR EL ESTANDAR	31 SEG	X		


DIA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	
# pta	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2
1																																
2																																
3																																
4																																
O P E R A D O R																																

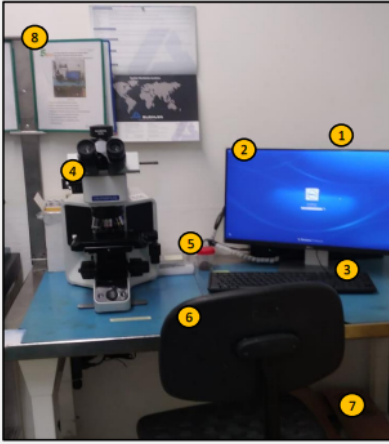
NOTA: SI POR ALGUNA RAZON EL MANTENIMIENTO NO FUE EFECTUADO, ESPECIFICA EL MOTIVO EN LA COLUMNA DEL DIA

REFERENCIA: C1100
FECHA : 10/15/2022
REVISION: A
ELABORO: J. Francisco Fernández Chávez

Fig. 117: AM de estación de desbaste y pulido.
Fuente: Creación propia, 2022.

➤ Microscopio metalográfico.





Estándares de Mantenimiento/Inspección

Mantenimiento Autónomo	Mantenimiento Planeado
Grupo / Equipo	Laboratorio Metalográfico.
Máquina	Microscopio Metalográfico.
ELABORO:	J. Francisco Fernández Chávez
SUPERVISOR:	Juan José Torres Castañón
Fecha y No. de hoja	

# PEND.	FUNCION
1	CPU (Libre de suciedad)
2	Monitor(Libre de suciedad)
3	Teclado (Libre de suciedad)
4	Microscopio óptico (Funcionando correctamente)
5	Herramienta de trabajo (Libre de suciedad)
6	Silla (Libre de suciedad)
7	Archivo (Libre de suciedad)
8	Porta-Documentos (Libre de suciedad)

NO WORK

MTTTO EFECTUADO

MTTTO NO EFECTUADO

NOTA: REALIZAR MANTENIMIENTO AUTONOMO AL EMPEZAR EL TURNO

# Pte	OPERACION	METODO	HERRAMIENTAS	CRITERIO	TIEMPO	TURNO	DIA	JOB
1	LIMPEZA	MANUAL-VISUAL	SERVITOALLA Y LIMPIADOR	DEBE DE RESPETAR EL ESTANDAR	1 MN	X		
2	LIMPEZA	MANUAL-VISUAL	SERVITOALLA Y LIMPIADOR	DEBE DE RESPETAR EL ESTANDAR	1 MN	X		
3	LIMPEZA	MANUAL-VISUAL	SERVITOALLA Y LIMPIADOR	DEBE DE RESPETAR EL ESTANDAR	1 MN	X		
4	LIMPEZA	MANUAL-VISUAL	SERVITOALLA Y LIMPIADOR	DEBE DE RESPETAR EL ESTANDAR	1 MN	X		
5	LIMPEZA	MANUAL-VISUAL	SERVITOALLA Y LIMPIADOR	DEBE DE RESPETAR EL ESTANDAR	1 MN	X		
6	LIMPEZA	MANUAL-VISUAL	SERVITOALLA Y LIMPIADOR	DEBE DE RESPETAR EL ESTANDAR	1 MN	X		
7	LIMPEZA	MANUAL-VISUAL	SERVITOALLA Y LIMPIADOR	DEBE DE RESPETAR EL ESTANDAR	30 SEG	X		
8	LIMPEZA	MANUAL-VISUAL	SERVITOALLA Y LIMPIADOR	DEBE DE RESPETAR EL ESTANDAR	2 MN	X		


DIA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31		
#pte	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
1																																	
2																																	
3																																	
4																																	
5																																	
6																																	
7																																	
8																																	
O P E R A D O R																																	

NOTA: SI POR ALGUNA RAZON EL MANTENIMIENTO NO FUE EFECTUADO, ESPECIFICA EL MOTIVO EN LA COLUMNA DEL DIA

REFERENCIA: C1100
FECHA: 10/15/2022
REVISION: A
ELABORO: J. Francisco Fernández Chávez

Fig. 118: AM de microscopio metalográfico.
Fuente Creación propia, 2022.

➤ IC análisis.

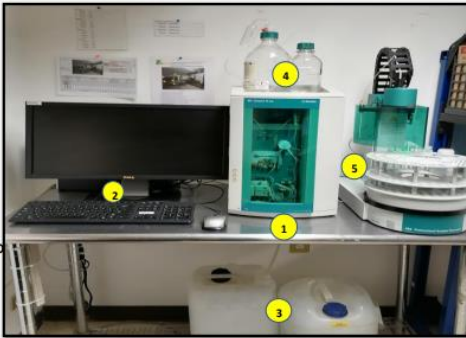


Estándares de Mantenimiento/Inspección

	Mantenimiento Autónomo	Mantenimiento Planeado
Grupo / Equipo	IC Analysis	
Máquina	IC	
ELABORADO:	J. Francisco Fernández Chávez	
SUPERVISOR:	Juan José Torres Castañón	
Fecha y No. de hoja		

# PEND.	FUNCION
1	Area y equipo de trabajo libre de basura y polvo
2	Computadora realizando su funcionamiento correctamente
3	Bidones de agua sin derrames.
4	Soluciones químicas (libre de polvo y en condiciones óptimas).
5	Equipo IC (libre de polvo y en condiciones óptimas).

NO WORK
 MTTO EFECTUADO
 MTTO NO EFECTUADO



NOTA: REALIZAR MANTENIMIENTO AUTONOMO AL EMPEZAR EL TURNO

# Pto	OPERACION	METODO	HERRAMIENTAS	CRITERIO	TIEMPO	TURNO	DIA	JOB
1	LIMPIEZA Y VERIFICAR	MANUAL-VISUAL	SERVITOALLA Y LIMPIADOR	DEBE DE RESPETAR EL ESTANDAR.	2 MIN		X	
2	LIMPIEZA Y VERIFICAR	MANUAL-VISUAL	SERVITOALLA Y LIMPIADOR	DEBE DE RESPETAR EL ESTANDAR.	1 MIN		X	
3	VERIFICAR	VISUAL	NA	DEBE DE RESPETAR EL ESTANDAR.	20 SEG		X	
4	VERIFICAR	VISUAL	NA	DEBE DE RESPETAR EL ESTANDAR.	20 SEG		X	
5	LIMPIEZA Y VERIFICAR	MANUAL-VISUAL	SERVITOALLA Y LIMPIADOR	DEBE DE RESPETAR EL ESTANDAR.	1 MIN		X	


DIA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
1																															
2																															
3																															
4																															
5																															

NOTA: SI POR ALGUNA RAZON EL MANTENIMIENTO NO FUE EFECTUADO, ESPECIFICA EL MOTIVO EN LA COLUMNA DEL DIA

REFERENCIA:	FECHA : 10/15/2022	REVISION:A	ELABORADO: J. Francisco Fernández Chávez
-------------	--------------------	------------	--


Fig. 119: AM de IC análisis.
Fuente: Creación propia, 2022.

➤ XRF & FTIR análisis.



Estándares de Mantenimiento/Inspección

Mantenimiento Autónomo	Mantenimiento Planeado
Grupo / Equipo	XRF & FT-IR
Máquina	XRF & FT-IR
ELABORO:	J. Francisco Fernández Chávez
SUPERVISOR:	Juan José Torres Castañón
Fecha y No. de hoja	



# PEND.	FUNCIÓN
1	Equipo XRF realizando su funcionamiento correctamente
2	Equipo FR-IR realizando su funcionamiento correctamente
3	Termometro realizando su funcionamiento correctamente
4	Racks de químicos (libre de polvo y en condiciones óptimas).
5	UPS (libre de polvo y en condiciones óptimas).
6	Equipo XRF (portátil)
7	Computadora (libre de polvo y en condiciones óptimas)
8	Computadora (libre de polvo y en condiciones óptimas)
9	Lámpara (libre de polvo y en condiciones óptimas).
10	CPU (libre de polvo y en condiciones óptimas).
11	Regulador (libre de polvo y en condiciones óptimas).

NO WORK

MTTO EFECTUADO

MTTO NO EFECTUADO

NOTA: REALIZAR MANTENIMIENTO AUTONOMO AL EMPEZAR EL TURNO


# Pta	OPERACION	METODO	HERRAMIENTAS	CRITERIO	TIEMPO	TURNO	DIA	JOB																									
1	LIMPIEZA Y VERIFICAR	MANUAL-VISUAL	SERVITOALLA Y LIMPIADOR	DEBE DE RESPETAR EL ESTANDAR.	2 MIN		X																										
2	VERIFICAR	VISUAL	N/A	DEBE DE RESPETAR EL ESTANDAR.	20 SEG		X																										
3	VERIFICAR	VISUAL	N/A	DEBE DE RESPETAR EL ESTANDAR.	20 SEG		X																										
DIA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31		
1																																	
2																																	
3																																	
O P E R A D O R																																	

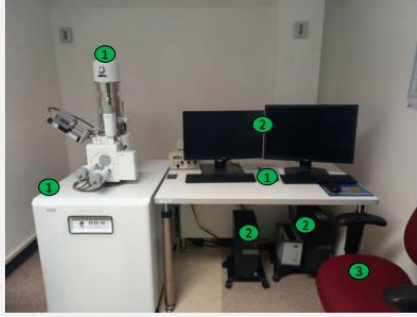
NOTA: SI POR ALGUNA RAZON EL MANTENIMIENTO NO FUE EFECTUADO, ESPECIFICA EL MOTIVO EN LA COLUMNA DEL DIA

REFERENCIA:	FECHA: 10/15/2022	REVISION: A	ELABORO: J. Francisco Fernández Chávez
-------------	-------------------	-------------	--

Fig. 120: AM de XRF & FTIR análisis.
Fuente: Creación propia, 2022.

➤ SEM análisis.





Estándares de Mantenimiento/Inspección

	Mantenimiento Autónomo	Mantenimiento Planeado
Grupo / Equipo	SEM-EDX Analysis	
Máquina	SEM-EDX	
ELABORO:	J. Francisco Fernández Chávez	
SUPERVISOR:	Juan José Torres Castañón	
Fecha y No. de hoja		

# PEND.	FUNCION
1	Area y equipo de trabajo libre de basura y polvo
2	Computadora realizando su funcionamiento correctamente
3	Silla libre de basura y polvo

NO WORK

MTTTO EFECTUADO

MTTTO NO EFECTUADO

NOTA: REALIZAR MANTENIMIENTO AUTONOMO AL EMPEZAR

# Pte	OPERACION	METODO	HERRAMIENTAS	CRITERIO	TIEMPO	TURNO	DIAS	JOB																								
1	LIMPIEZA Y VERIFICAR	MANUAL-VISUAL	SERVITOALLA Y LIMPIADOR	DEBE DE RESPETAR EL ESTANDAR.	2 MN		X																									
2	LIMPIEZA Y VERIFICAR	MANUAL-VISUAL	SERVITOALLA Y LIMPIADOR	DEBE DE RESPETAR EL ESTANDAR.	20 SEG		X																									
3	LIMPIEZA Y VERIFICAR	MANUAL-VISUAL	SERVITOALLA Y LIMPIADOR	DEBE DE RESPETAR EL ESTANDAR.	20 SEG		X																									
DIAS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	
O P E R A D O R																																

NOTA: SI POR ALGUNA RAZON EL MANTENIMIENTO NO FUE EFECTUADO, ESPECIFICA EL MOTIVO EN LA COLUMNA DEL DIA

REFERENCIA:
FECHA : 10/15/2022
REVISION:A
ELABORO: J. Francisco Fernández Chávez

Fig. 121: AM de SEM análisis.
Fuente: Creación propia, 2022.

1.7. Puesta en marcha del laboratorio metalográfico y de caracterización de materiales.

El día 15 de noviembre del 2022 se pone en marcha el laboratorio metalográfico y de caracterización de materiales. Para esto se generaron algunos formatos de registro para el control de entradas, realización de análisis y salidas de requerimientos, además de formatos para reportes.

A continuación, se muestran los requerimientos que fueron solicitados del 15 al 30 de noviembre del 2022, así como el primer análisis de cada equipo, en los formatos mencionados anteriormente.

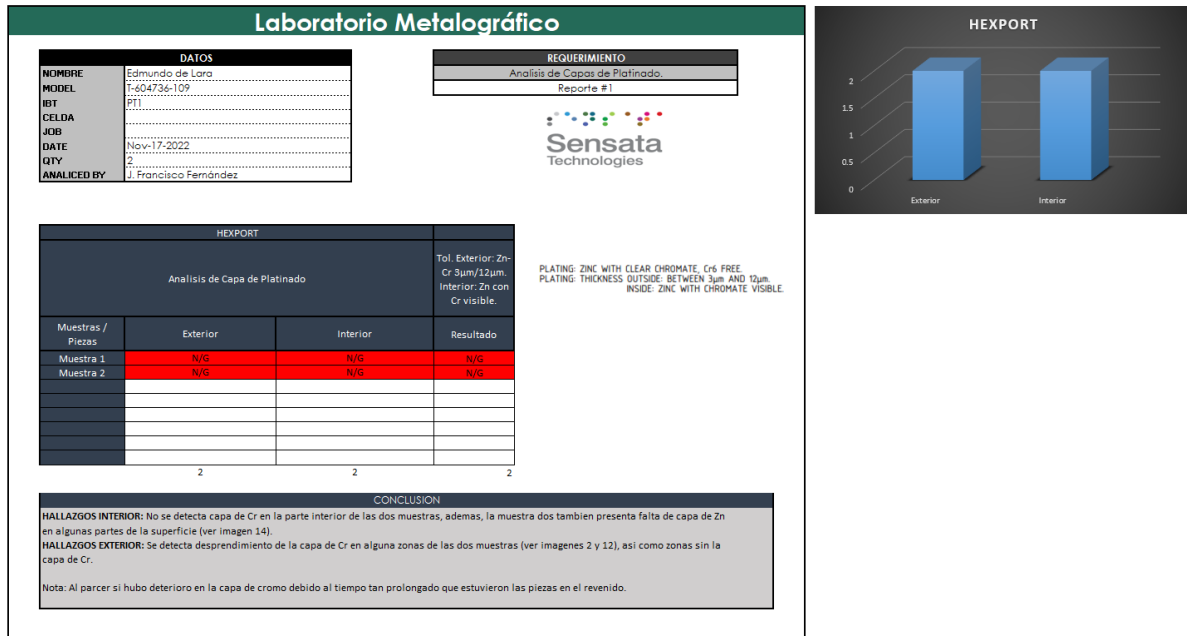
1.7.1. Laboratorio metalográfico.

➤ Requerimiento #1 del laboratorio metalográfico.

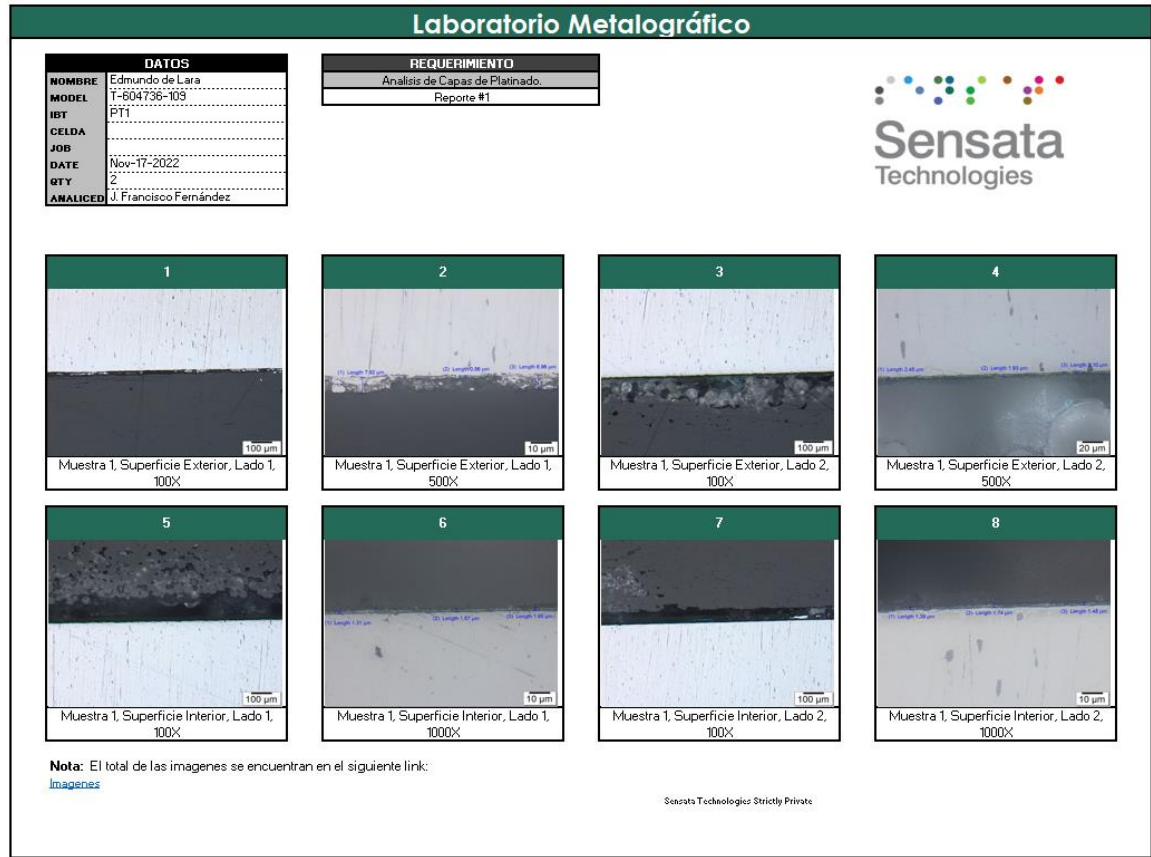
Tabla 9: Formato de registro de requerimientos para el laboratorio metalográfico (Creación propia, 2022).

Requerimientos	Prioridad	IBT (CC)	Realizado por	Status
Seccionar Piezas	1. Paro de Línea (Yield)	PT1	J. Francisco Fernández	Open
Encapsular Pieza	2. Paro/Rechazo de Cliente (Care)	PT2	Daniel Velazquez	In Process
Análisis/Esesor de Platinado	3. Contención Afectación 5/Paro de Línea	HVOR	Juan José Torres	Close
Análisis de Microestructura	4. Contención Evidencia /Rechazo de Material	AC	Lab. Caracterizacion	
Análisis de Soldadura	5. Pruebas de Ingeniería / PPAP's	CSE		
Dureza		IS		
Seccionar Piezas-GIGAVAC		TCIS		
Análisis de Soldadura-GIGAVAC		TSP		
Análisis Químico		MEC, APT, HVOR, IS		
Otro		MEC, MSP, OA		
		PPP		
		JEP		
		SQA		
		PC		
		TPMS		
		HVAC		
		PP		
		GIGAVAC		
		SALL		
		Hexmáke		

REQUERIMIENTOS PARA EL LABORATORIO METALOGRAFICO											
Solicitó	Modelo	Piezas	Requerimientos	Fecha de Solicitud	Prioridad	IBT	Realizado por	Fecha de Entrega	Status	Comentarios	
Edmundo de Lara	T-604736-109	2	Análisis/Esesor de Platinado	11/17/2022	1. Paro de Línea (Yield)	PT1	J. Francisco Fernández	11/17/2022	Close		
Flor Silva	37226-5	2	Encapsular Pieza	11/17/2022	2. Paro/Rechazo de Cliente (Care)	TCIS	J. Francisco Fernández	11/17/2022	Close		
Moises Medina	T-605617-001	2	Análisis/Esesor de Platinado	11/18/2022	1. Paro de Línea (Yield)	AC	J. Francisco Fernández	11/18/2022	Close		
Eduardo Inda	19128-1	6	Seccionar Piezas	11/18/2022	5. Pruebas de Ingeniería / PPAP's	SQA	J. Francisco Fernández	11/18/2022	Close		
Flor Silva	37226-5	1	Encapsular Pieza	11/18/2022	2. Paro/Rechazo de Cliente (Care)	TCIS	J. Francisco Fernández	11/18/2022	Close		
Flor Silva	37037-7	1	Encapsular Pieza	11/18/2022	2. Paro/Rechazo de Cliente (Care)	TCIS	J. Francisco Fernández	11/18/2022	Close		
Luz Macías	16CP2-8	1	Seccionar Piezas	11/19/2022	2. Paro/Rechazo de Cliente (Care)	HVOR	J. Francisco Fernández	11/19/2022	Close		
Flor Silva	37037-7	1	Encapsular Pieza	11/19/2022	2. Paro/Rechazo de Cliente (Care)	TCIS	J. Francisco Fernández	11/19/2022	Close		
Andrés Durán	81CP04-04	9	Seccionar Piezas	11/20/2022	5. Pruebas de Ingeniería / PPAP's	PT1	J. Francisco Fernández	11/20/2022	Close		
Flor Silva	37226-5	2	Encapsular Pieza	11/23/2022	2. Paro/Rechazo de Cliente (Care)	TCIS	J. Francisco Fernández	11/23/2022	Close		
Luz Luna	Varios	15	Análisis de Soldadura	11/23/2022	5. Pruebas de Ingeniería / PPAP's	PT1	J. Francisco Fernández		In Process		
Guillermo Trujillo	25501-119MC	1	Otro	11/25/2022	2. Paro/Rechazo de Cliente (Care)	HVOR	J. Francisco Fernández	11/25/2022	Close		
Flor Silva	37226-5	1	Encapsular Pieza	11/25/2022	2. Paro/Rechazo de Cliente (Care)	TCIS	J. Francisco Fernández	11/25/2022	Close		
Flor Silva	37037-7	1	Encapsular Pieza	11/25/2022	2. Paro/Rechazo de Cliente (Care)	TCIS	J. Francisco Fernández	11/25/2022	Close		
Guillermo Trujillo	5024-0759	4	Seccionar Piezas	11/26/2022	2. Paro/Rechazo de Cliente (Care)	HVOR	J. Francisco Fernández	11/26/2022	Close		
Flor Silva	37226-5	2	Encapsular Pieza	11/27/2022	2. Paro/Rechazo de Cliente (Care)	TCIS	J. Francisco Fernández		In Process		
Saúl Fuentes	37700-1	5	Análisis/Esesor de Platinado	11/30/2022	3. Contención Afectación 5/Paro de Línea	AC	J. Francisco Fernández		Open		
Flor Silva	37037-7	1	Encapsular Pieza	11/28/2022	2. Paro/Rechazo de Cliente (Care)	TCIS	J. Francisco Fernández		In Process		
Flor Silva	37037-7	1	Encapsular Pieza	11/30/2022	2. Paro/Rechazo de Cliente (Care)	TCIS	J. Francisco Fernández		Open		



*Fig. 122: Reporte del primer requerimiento del laboratorio metalográfico, hoja 1.
Fuente: Creación propia, 2022.*



*Fig. 123: Reporte del primer requerimiento del laboratorio metalográfico, hoja 2.
Fuente: Creación propia, 2022.*

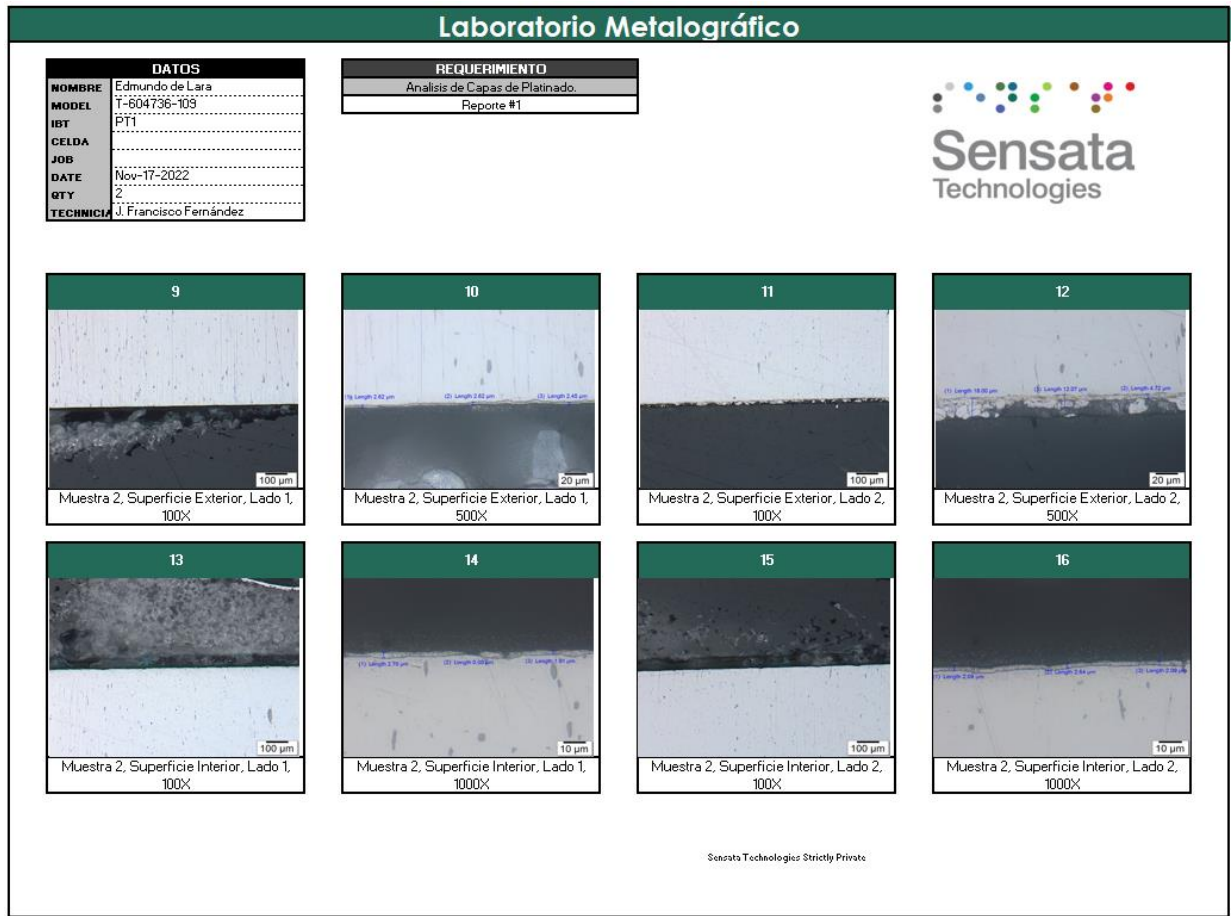


Fig. 124: Reporte del primer requerimiento del laboratorio metalográfico, hoja 3.
Fuente: Creación propia, 2022.

Tabla 10: Formato general de resultados (Creación propia, 2022).

Identification										Reports														
Order	Requested by	Entry date	Item	Job	Cell	IBT	Test type (Normal/CIQ17/Edge Clip)	Samples	M/C samples	Entry date	Status	Reports	BUBBLES IN SOLDER OR MISSING SOLDER	INTERMETALLICS OR INTERPHASE VS. MODULE PCB CSE OR TRUE HOLD	Solder	WITHOUT PLATING LAYER	POSICION DE TERMINALES VS. PADS	CRACKS	Welding	Raw Material	PLATING THICKNESS	HARDNESS	Other	
													INTERMETALLIC OR INTERPHASE VS. TERMINALS OR COMPONENT	INTERPHASE	CRACKS	CRACKS	CRACKS	CRACKS	CRACKS	CRACKS	CRACKS	CRACKS	CRACKS	CRACKS
1	Edmundo de Lara	Nov-17-2022	T-604736-109	48339753	19	PT1	Normal	2	2	Nov-17-2020	OK	REPORT												
2	Moses Medina	Nov-17-2022	T-605617-001	48259472	4	PTAC	Normal	2	0	Nov-18-2020	OK	REPORT												
3	Luz Luna	Nov-23-2022	Varios	48280254	5	PT1	CIQ17	15																
4	Saul Fuentes	Nov-30-2022	37700-1	48259419	6	PTAC	Normal	5																

1.7.2. Laboratorio de caracterización de materiales.

➤ Requerimiento #1 del cromatógrafo iónico (IC).

Tabla 11: Formato de registro de requerimientos para el cromatógrafo iónico (Creación propia, 2022).

Internal Order	Required by	JOB	HALOGENOS					RESULTADOS	
			Date logged in	# Part	Qty	Done Test Date	Status	Comments	Report ID
1	Elizabeth Cruz	48310533-C	17-Nov-22	82cp73-02.82	5	17-Nov-22	Closed	Muestras de Noviembre	20X17
2							Open		
3							Open		
4							Open		
5							Open		

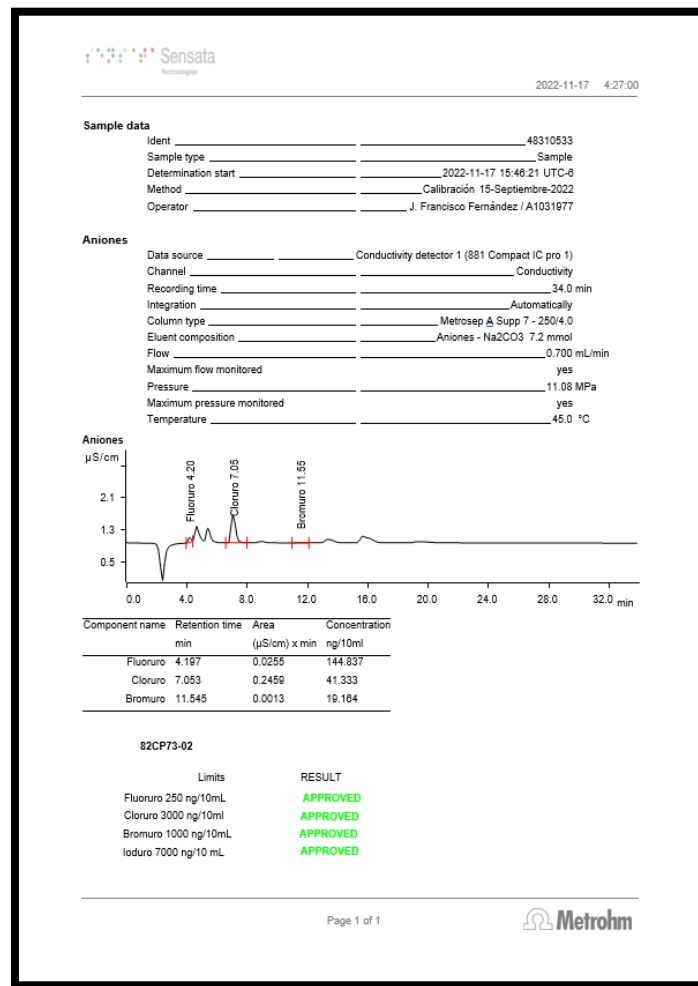


Fig. 125: Reporte del primer requerimiento del cromatógrafo iónico. Fuente Creación propia, 2022.

➤ **Requerimiento #1 del espectrómetro infrarrojo con transformada de Fourier (FTIR).**

Tabla 12: Formato de registro de requerimientos para el espectrómetro infrarrojo con transformada de Fourier (FTIR), (Creación propia, 2022).

Internal Order	Required by	BU/LINE	Date logged in	Date Start Test	# Part	Qty	Done Test Date	Status	Comments	TECH LAL	Report ID	NO TROUBLE FOUND	CAUSE NOT FOUND	COMPOSITION OUT SPEC	HUMAN HAIR	ORGANICO	INORGANICO	PLASTICO	CAUCHO	SILICON	ACETITE	FIBRA	CERAMICO
1	Luis Sanchez	HVQR	16-Nov-22	16-Nov-22	44mcp3-2	1	17-Nov-22	Closed	Analisis de composicion quimica	A1000211	22X17	0	1										
2	Adriana Macias	CSE	19-Nov-22	22-Nov-22	2876-IM1 CAPE-781088	1	22-Nov-22	Closed	Analisis de composicion quimica	A1000211	22X22	0											
3	Adriana Macias	CSE	23-Nov-22	23-Nov-22	2876-IM1 CAPE-784038	1	24-Nov-22	Closed	Analisis de composicion quimica	A1000211	22X24	0											
4								Closed				0											
5								Closed				0											
6								Closed				0											
7								Closed				0											
8								Closed				0											
9								Closed				0											
10								Closed				0											
11								Closed				0											
12								Closed				0											
13								Closed				0											
14								Closed				0											
15								Closed				0											
16								Closed				0											
17								Closed				0											
18								Closed				0											
19								Closed				0											
20								Closed				0											
21								Closed				0											
22								Closed				0											



Fig. 126: Reporte del primer requerimiento del espectrómetro infrarrojo con transformada de Fourier, slide 1. Fuente: Creación propia, 2022.

Content

- FT-IR analysis to:
- Item 4MPP3-2
- Sample

2 | Sensata Proprietary Information. Strictly Confidential.

 Sensata
Technologies

Fig. 127: Reporte del primer requerimiento del espectrómetro infrarrojo con transformada de Fourier, slide 2.
Fuente: Creación propia, 2022.

Objective

Composition analysis

Sample Analysis

- To identify the chemical composition of contamination on a sample from HVOR.

Summary

- The Materials Characterization Laboratory received a sample from HVOR.
- The sample was analyzed with the FT-IR equipment.
- The ID obtained on the equipment was got using a cross search to the FT-IR's library.
- The library of the FT-IR shows the most approximate results.
- The FTIR analysis identified the samples like:

- **4MPP3-2**
 - Sample: **Polychloro-trifluoro-ethylene.**

Note: This report is only like internal reference because the requisitioner did not provide the specifications of the material.

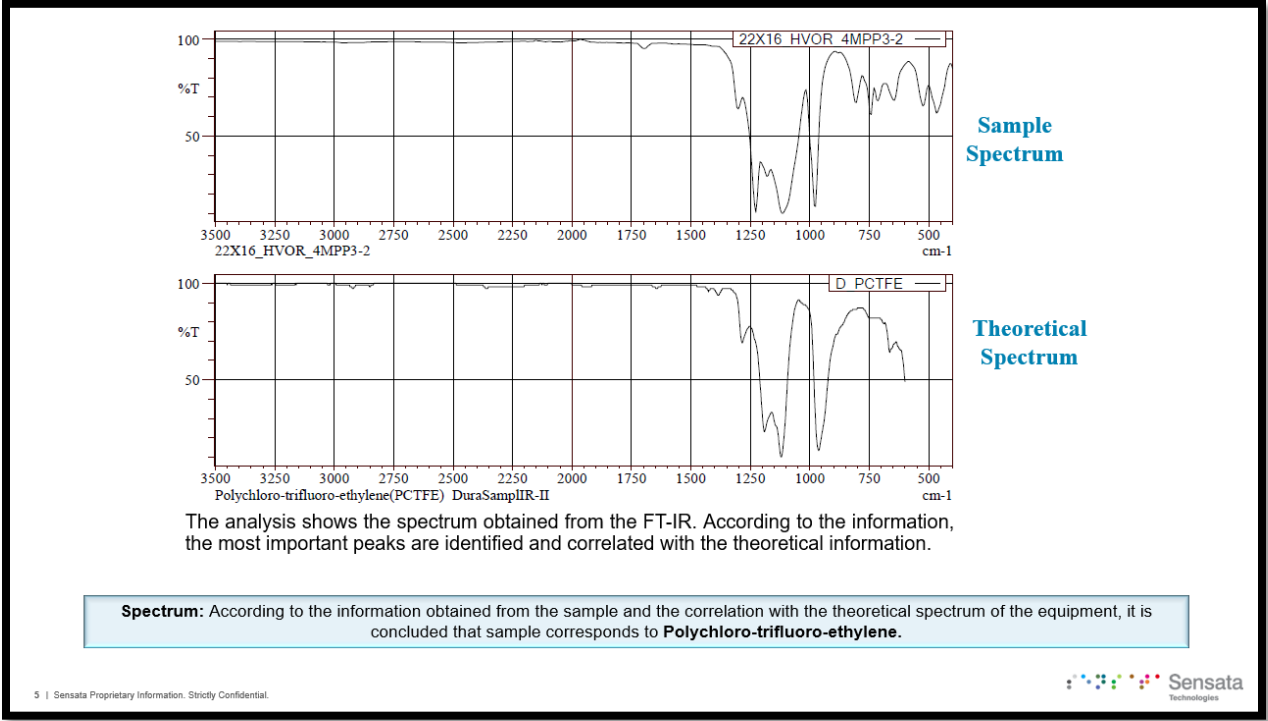
2 | Sensata Proprietary Information. Strictly Confidential.

 Sensata
Technologies

Fig. 128: Reporte del primer requerimiento del espectrómetro infrarrojo con transformada de Fourier, slide 3.
Fuente: Creación propia, 2022.



*Fig. 129: Reporte del primer requerimiento del espectrómetro infrarrojo con transformada de Fourier, slide 4.
Fuente: Creación propia, 2022.*



*Fig. 130: Reporte del primer requerimiento del espectrómetro infrarrojo con transformada de Fourier, slide 4.
Fuente: Creación propia, 2022.*

➤ **Requerimiento #1 del espectrómetro de fluorescencia de rayos X (XRF).**

Tabla 13: Formato de registro de requerimientos para el espectrómetro de fluorescencia de rayos X (XRF), (Creación propia, 2022).

Internal Order	Required by	BU/LINE	XRF ANALYSIS		# Part	Qty	Done Test Date	Status	Comments	TECH FAL	Report ID	Total Failures			
			Date logged in	Date start test								NO TROUBLE FOUND	CAUSE NOT FOUND	COMPOSITION OUT SPEC	OXIDE CONFIRMATION
1	Gerardo Macias	GIGAVAC	15-Nov-22	15-Nov-22	789	3	16-Nov-22	Closed	Flatinado	A1000211	22X16	0	0	0	0
2	Juan José Valencuela	GIGAVAC	16-Nov-22	16-Nov-22	301	2	17-Nov-22	Closed	Composicion quimica	A1000211	22X17	0	0	0	0
3	Ernesto Macias	PP	15-Nov-22	16-Nov-22	3324-2	4	16-Nov-22	Closed	Composicion quimica & Flatinado	A1000211	22X18	0	0	0	0
4	Jessica Paola Moran	GIGAVAC	23-Nov-22	23-Nov-22	2783	3	24-Nov-22	Closed	Flatinado	A1000211	22X24	0	0	0	0
5	Ernesto Macias	PP	23-Nov-22	23-Nov-22	17803-28892-28893	6	24-Nov-22	Closed	Flatinado	A1000211	22X24	0	0	0	0
6								Closed				0	0	0	0
7								Closed				0	0	0	0
8								Closed				0	0	0	0
9								Closed				0	0	0	0
10								Closed				0	0	0	0
11								Closed				0	0	0	0
12								Closed				0	0	0	0
13								Closed				0	0	0	0
14								Closed				0	0	0	0
15								Closed				0	0	0	0
16								Closed				0	0	0	0
17								Closed				0	0	0	0
18								Closed				0	0	0	0
19								Closed				0	0	0	0
20								Closed				0	0	0	0
21								Closed				0	0	0	0
22								Closed				0	0	0	0

Sensata
Technologies

Material Characterization Laboratory

Chemical characterization
XRF Chemical analysis
Report: 22X16_0798_CARE-789774_XRF

Author: J. Francisco Fernández
Requester: Gerardo Macias

Fig. 131: Reporte del primer requerimiento del espectrómetro de fluorescencia de rayos X, slide 1.
Fuente: Creación propia, 2022.

CONTENT

- XRF analysis to:
- Item: 0789
- Sample 1
- Sample 2
- Sample 3

2 | Sensata Proprietary Information. Strictly Confidential.

 Sensata
Technologies

Fig. 132: Reporte del primer requerimiento del espectrómetro de fluorescencia de rayos X, slide 2.
Fuente: Creación propia, 2022.

Objective

Composition analysis

Plating Thickness Dimensional

- To verify the plating thickness of samples from GIGAVAC

Summary

- The Materials Characterization Laboratory received 3 samples from GIGAVAC for measure the plating thickness.
- The pieces were analyzed with the XRF equipment.
- Reference to the drawing 0789, [GOLD PLATE 0.000002" MINIMUM OVER NICKEL PER QQ-N-290 0.00005"]
- The analysis shows:
 - The Nickel (Ni) plating layer and Gold (Au) plating layer on all samples are on spec.

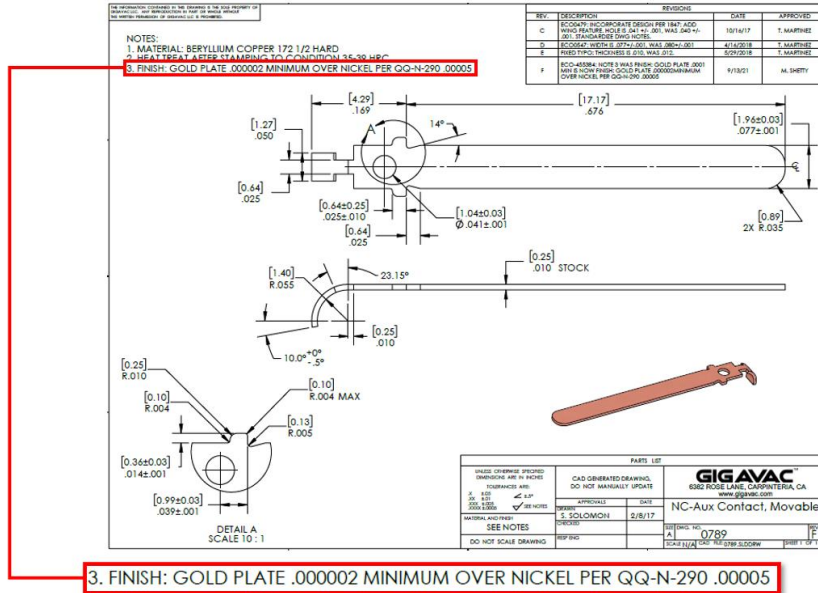
Part Number	Sample	Thickness Gold (Au) 0.000002" Min (0.05µm)	Thickness Nickel (Ni) 0.00005" (1.27µm)
0789	1	0.0000047" (0.1210)	0.000064" (1.64)
	2	0.0000041" (0.1042)	0.000056" (1.43)
	3	0.0000041" (0.1042)	0.000054" (1.39)

3 | Sensata Proprietary Information. Strictly Confidential.

 Sensata
Technologies

Fig. 133: Reporte del primer requerimiento del espectrómetro de fluorescencia de rayos X, slide 3.
Fuente: Creación propia, 2022.

Drawing

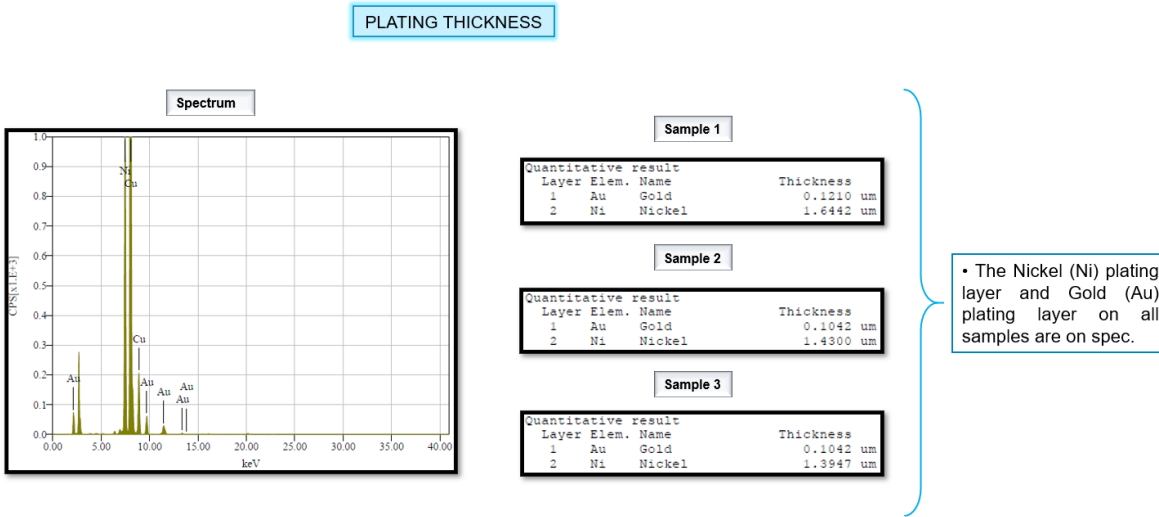


4 | Sensata Proprietary Information. Strictly Confidential.



Fig. 134: Reporte del primer requerimiento del espectrómetro de fluorescencia de rayos X, slide 4.
 Fuente: Creación propia, 2022.

Plating Thickness (0789)



5 | Sensata Proprietary Information. Strictly Confidential.



Fig. 135: Reporte del primer requerimiento del espectrómetro de fluorescencia de rayos X, slide 5.
 Fuente: Creación propia, 2022.

CONTENT

- **Visual, micro-visual and chemical analysis to:**

- Item: 36833-3
 - Sample -6
 - Sample -7

2 | Sensata Proprietary Information. Strictly Confidential.



*Fig. 137: Reporte del primer requerimiento del microscopio electrónico de barrido, slide 2.
Fuente: Creación propia, 2022.*

Objective

Composition analysis

Visual and chemical analysis

- To verify the chemical composition of a possible contamination on the samples from TCIS.

Summary

- The Materials Characterization Laboratory received 2 samples from TCIS.
- The samples were analyzed visually and chemically with the SEM-EDX equipment.
- The micro-visual and chemical analysis show:
 - **36833-3**
 - Sample -6: **Carbon compounds**; Residues of several materials (Al, Si, S, Cl, K and Ca).
 - Sample -7: **Carbon compounds**; Residues of several materials (Al, S, Cl, K and Ti).

3 | Sensata Proprietary Information. Strictly Confidential.



*Fig. 138: Reporte del primer requerimiento del microscopio electrónico de barrido, slide 3.
Fuente: Creación propia, 2022.*

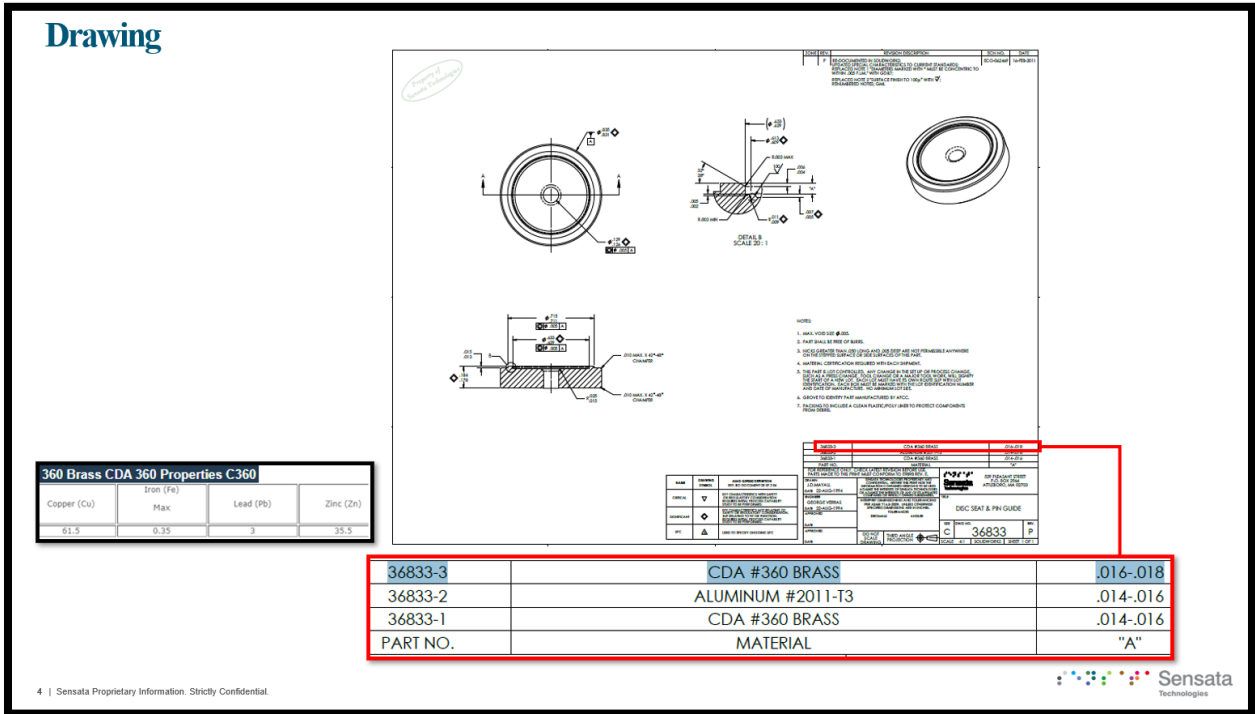


Fig. 139: Reporte del primer requerimiento del microscopio electrónico de barrido, slide 4.
Fuente: Creación propia, 2022.

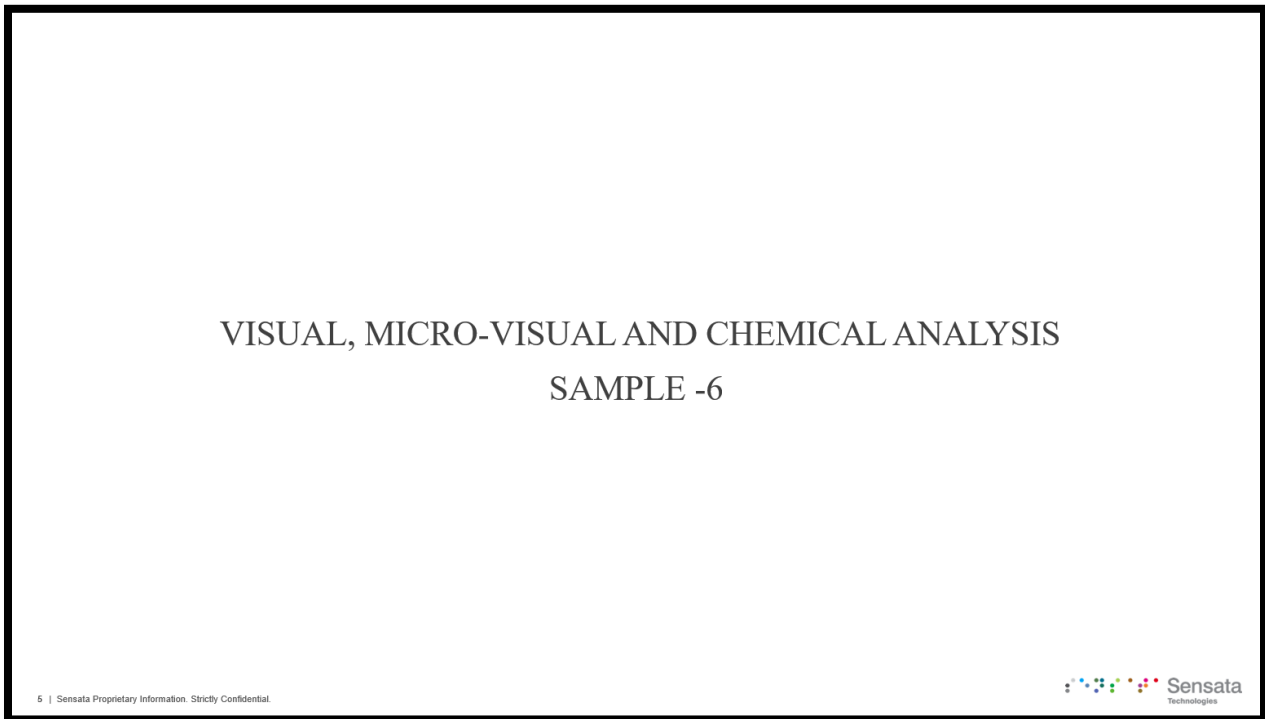
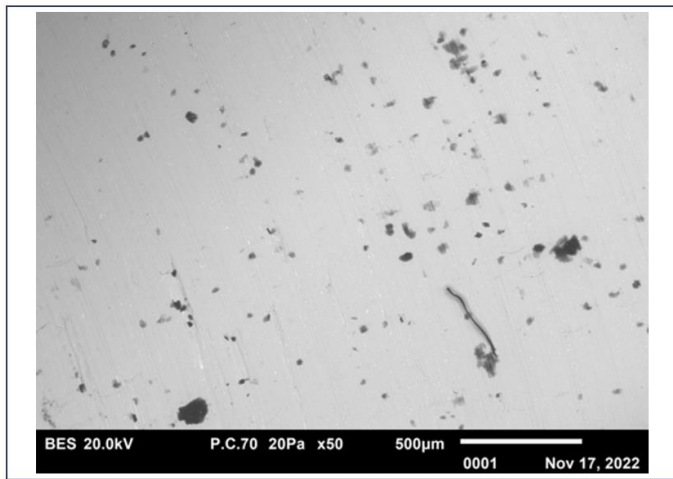


Fig. 140: Reporte del primer requerimiento del microscopio electrónico de barrido, slide 5.
Fuente: Creación propia, 2022.

Micro-visual analysis



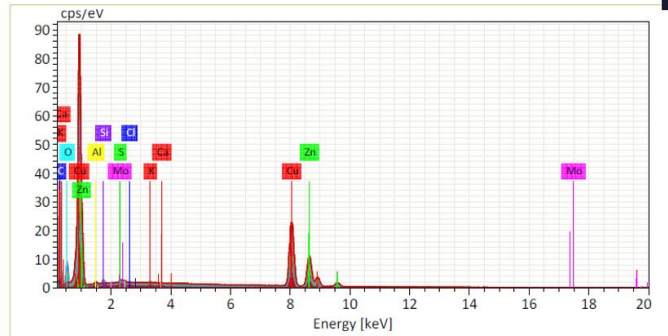
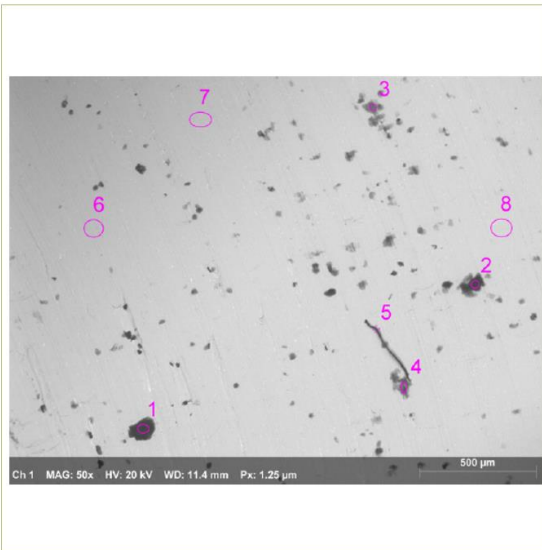
SEM View at x50

6 | Sensata Proprietary Information. Strictly Confidential.

Sensata Technologies

Fig. 141: Reporte del primer requerimiento del microscopio electrónico de barrido, slide 6.
Fuente: Creación propia, 2022.

Micro-chemical analysis



Spectrum	C	O	Al	Si	S	Cl	K	Ca	Cu	Zn
1	51.40	10.20	0.15	0.08			0.55		23.16	13.38
2	49.19	8.97	0.21		0.30	0.11	0.35		26.30	14.57
3	36.49	6.26	0.17						36.34	20.20
4	36.90	7.17	0.16					0.31	34.89	19.86
5	54.23	16.27		0.46				0.34	17.96	10.31
6	10.77	1.69							55.17	31.59
7	10.18	1.48							55.87	31.52
8	10.98	1.48	0.55						54.63	31.46

- Carbon compounds
- Residues of several materials (Al, Si, S, Cl, K and Ca)

• Comment: The chemical analysis shows Carbon compounds; Residues of several materials (Al, Si, S, Cl, K and Ca).

7 | Sensata Proprietary Information. Strictly Confidential.

Sensata Technologies

Fig. 142: Reporte del primer requerimiento del microscopio electrónico de barrido, slide 7.
Fuente: Creación propia, 2022.

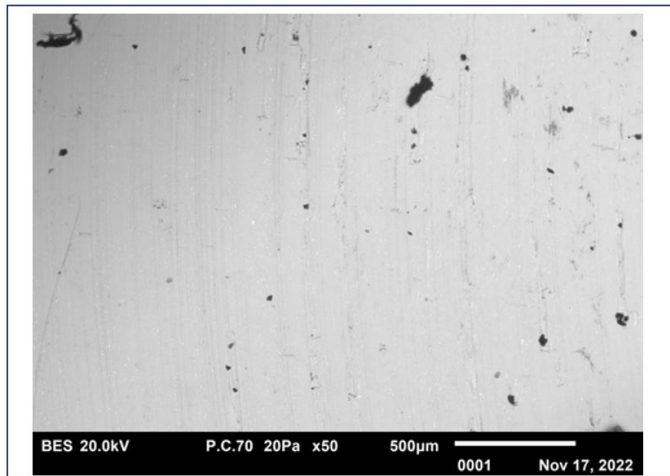
VISUAL, MICRO-VISUAL AND CHEMICAL ANALYSIS SAMPLE -7

8 | Sensata Proprietary Information. Strictly Confidential.



*Fig. 143: Reporte del primer requerimiento del microscopio electrónico de barrido, slide 8.
Fuente: Creación propia, 2022.*

Micro-visual analysis



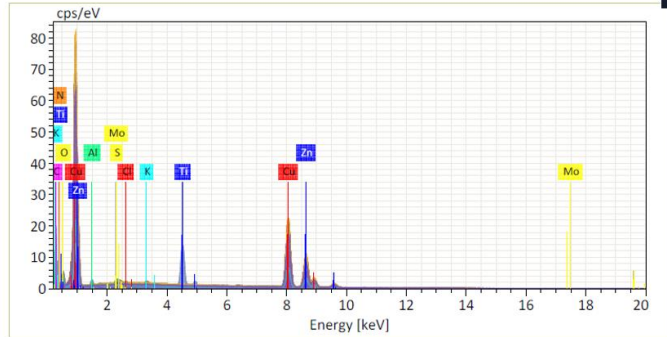
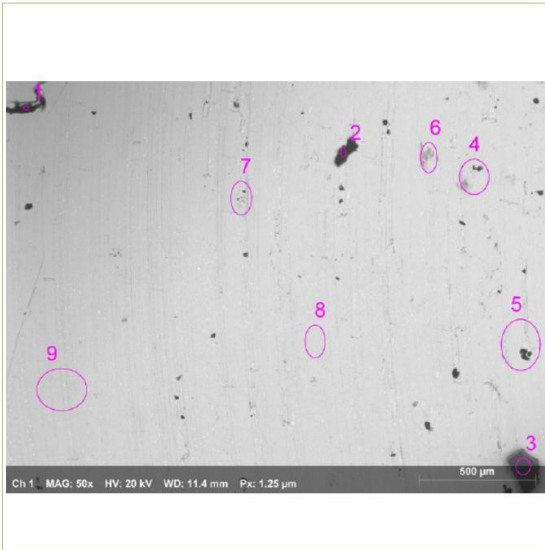
SEM View at x50

9 | Sensata Proprietary Information. Strictly Confidential.



*Fig. 144: Reporte del primer requerimiento del microscopio electrónico de barrido, slide 9.
Fuente: Creación propia, 2022.*

Micro-chemical analysis



Normalized mass concentration [%]										
Spectrum	C	N	O	Al	S	Cl	K	Ti	Cu	Zn
1	54.20	10.50	1.19	0.34				21.38	12.39	
2	39.23	6.14			0.27	0.17		34.23	19.48	
3	33.12	7.00	12.80	1.38				14.34	19.90	11.46
4	17.07		3.86						50.07	28.32
5	17.41		2.51						50.92	28.27
6	15.48		5.69						49.54	28.33
7	18.07		2.76						49.88	28.28
8	13.38		2.47						53.90	30.26
9	13.67		1.45						54.71	30.18

- Carbon compounds
- Residues of several materials (Al, S, Cl, K and Ti)

• Comment: The chemical analysis shows Carbon compounds; Residues of several materials (Al, S, Cl, K and Ti).

Fig. 145: Reporte del primer requerimiento del microscopio electrónico de barrido, slide 10.
Fuente: Creación propia, 2022.

CAPÍTULO 6. CONCLUSIONES.

1. CONCLUSIONES DEL PROYECTO.

En primer lugar, me gustaría decir que fue una fortuna haber tenido la oportunidad de realizar las residencias profesionales en una empresa de clase mundial como Sensata Technologies y en un proyecto tan completo como la implementación y puesta en marcha de un laboratorio metalográfico y de caracterización de materiales.

El resultado obtenido para este proyecto es satisfactorio, ya que se logró la implementación y puesta en marcha del laboratorio metalográfico y de caracterización de materiales a pesar del poco tiempo con el que se contaba para la realización del proyecto, sin embargo, queda pendiente el seguimiento a algunos de los objetivos planteados, que precisamente por el tiempo disponible para desarrollar el proyecto, no se han cumplido aún; este seguimiento a resultados se continuará durante los siguientes 6 meses, que es el tiempo en el que se tiene planeado se logren.

Cabe mencionar que hubo un objetivo del cual se obtuvieron buenos resultados inmediatamente después de la puesta en marcha del laboratorio; este fue el de reducir el tiempo de respuesta en la realización del análisis para identificar la causa raíz de algunos problemas recurrentes durante mucho tiempo en las líneas de producción de APT, principalmente en las celdas de soldadura, esta reducción en tiempo fue de 15 días a solo 2 días en los primeros requerimientos analizados.

CAPITULO 7: COMPETENCIAS.

1. COMPETENCIAS DESARROLLADAS Y/O APLICADAS EN EL PROYECTO.

En la ejecución de las actividades del proyecto de residencias profesionales, se tuvo la oportunidad de desarrollar y aplicar algunas de las competencias profesionales que han sido definidas en el perfil del ingeniero industrial por el Tecnológico Nacional de México como son:

1.1. Ética.

En la actualidad es difícil que una sola persona logre concluir cualquier tipo de investigación, por lo cual, se usan teorías ya existentes que si no se pide autorización para su uso el científico puede caer en una práctica ajena a la ética llamada robo intelectual o plagio científico.

1.2. Fundamentos de investigación.

El trabajo de revisión bibliográfica constituye una etapa fundamental de todo proyecto de investigación y debe garantizar la obtención de la información más relevante en el campo de estudio de un universo de documentos que puede ser demasiado extenso. Dado que en la actualidad se dispone de mucha información científica y su crecimiento es exponencial, el problema de investigar es precedido por el cómo manejar tanta información de forma eficiente.

1.3. Propiedad de los materiales.

El objetivo principal de la ciencia de los materiales es el conocimiento básico de la estructura interna, las propiedades y la elaboración de materiales. La ingeniería de los materiales se interesa principalmente por el empleo del conocimiento fundamental y aplicado acerca de los materiales, de modo que éstos puedan ser convertidos en los productos que la sociedad necesita o desea.

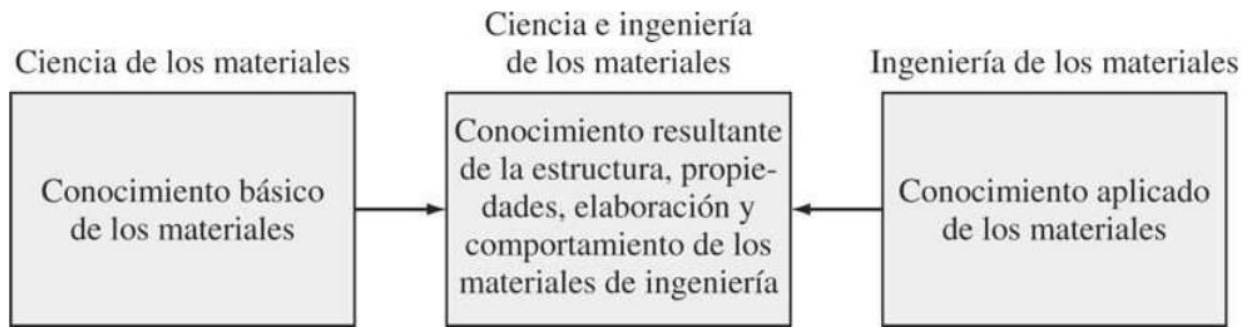


Fig. 146: Ciencia e ingeniería de los materiales.
Fuente: Hashemi, W. F. (2006). *Fundamentos de la ciencia e ingeniería de materiales*. Mc Graw Hill.

1.4. Seguridad e higiene industrial.

La Seguridad e Higiene Industrial es un área normativa dentro de las reglas de una empresa, encargada de reducir los riesgos dentro de la misma. Es obligatorio para los patrones garantizar la seguridad a los subordinados, y estos mismos deben acatar las normas establecidas en función de su propia seguridad en ejercicio de su labor. La parte más importante que cuidar son sin duda los trabajadores, quienes de alguna forma son los más expuestos a los accidentes, así como también a la maquinaria, los insumos y el medio ambiente.

1.5. Metrología y normalización / Gestión de los sistemas de calidad.

De acuerdo con la ISO:

➤ Normalización.

Es el proceso de formular y aplicar reglas con el propósito de realizar en orden una actividad específica para el beneficio y con la obtención de una economía de conjunto óptimo tomando en cuenta las características funcionales y los requisitos de seguridad.

El objetivo fundamental de la normalización es elaborar normas que permitan controlar y obtener un mayor rendimiento de los materiales y de los métodos de producción, para lograr un mejor nivel de vida.

➤ **Norma.**

Es el documento establecido por consenso y aprobado por un organismo reconocido, que proporciona para uso común y repetido, reglas directrices o características para ciertas actividades o sus resultados, con el fin de conseguir un grado óptimo en un contexto dado.

1.6. Administración de proyectos.

➤ **Proyecto.**

Es la suma de esfuerzos que en forma temporal se utilizan para generar un PRODUCTO O SERVICIO en particular o ÚNICO y que se desarrolla gradualmente y/o en etapas.

➤ **Administración de proyectos.**

Es una metodología usada a nivel mundial, por empresas e instituciones para alcanzar objetivos en un tiempo determinado y consiste en aplicar conocimientos, habilidades, herramientas y técnicas, para cumplir con las expectativas y objetivos (cronograma, presupuesto y requisitos de calidad acordados).

1.7. Control estadístico de la calidad.

1.7.1. Herramientas administrativas (Diagrama de flujo).

El diagrama de flujo es una representación gráfica que indica las actividades que constituyen un proceso dado y en el cual se da la ordenación de los elementos. Es la forma más fácil y mejor de comprender cómo se lleva a cabo cualquier proceso.

Se puede dibujar tanto el diagrama de flujo del proceso primario como el de procesos paralelos o alternativos.

De esta manera se puede representar la sucesión de acontecimientos que ocurren para la realización de un producto (desde los materiales hasta los productos). Esto permite, que cada persona sepa que se hace antes y que se va a hacer después de la actividad o la tarea que ejecuta.

1.8. Taller de investigación.

Esta asignatura apoya el proceso de titulación de los estudiantes; aporta elementos a través de la realización, culminación terminación y defensa de un proyecto de investigación, lo anterior busca que el futuro profesionista desarrolle habilidades que le permitan la integración de proyectos en su ámbito profesional.

1.9. Tópicos Lean.

1.9.1. 5's.

Las 5's constituyen una disciplina para lograr mejoras en la productividad del lugar de trabajo mediante la estandarización de hábitos de orden y limpieza. Esto se logra al implementar cambios en los procesos en cinco etapas, cada una de las cuales servirá de fundamento a la siguiente, para así mantener sus beneficios en el largo plazo.

1.9.2. Mantenimiento autónomo.

El mantenimiento autónomo (AM) es el concepto de dar a los operarios de las máquinas la responsabilidad de mantener los equipos y la maquinaria que manejan en lugar de depender de los técnicos de mantenimiento para cumplir con las tareas rutinarias de mantenimiento preventivo. El mantenimiento autónomo es uno de los 8 pilares del Mantenimiento Productivo Total (TPM).

CAPITULO 8: FUENTES DE INFORMACIÓN.

1. BIBLIOGRAFÍA

- Faraldos, M. (2011). *Técnicas de análisis y caracterización de materiales* (2a. ed.). Madrid, Spain: Editorial CSIC Consejo Superior de Investigaciones Científicas. Recuperado de <https://elibro.net/es/ereader/parteaga>
- Socconini Pérez Gómez, L. V. (2019). *Lean Company: más allá de la manufactura*. Barcelona, Marge Books. Recuperado de <https://elibro.net/es/ereader/parteaga>
- Hashemi, W. F. (2006). *Fundamentos de la ciencia e ingeniería de materiales*. Mc Graw Hill.
- Munoz, I. M. (2021). *TEORÍA GENERAL Y HERRAMIENTAS BÁSICAS*. Pabellon de Artaga, Ags. Retrieved Noviembre 30, 2022

2. REFERENCIAS

- BRUKER. (2022). <https://www.bruker.com/>. Retrieved Octubre 23, 2022, from Guía de espectroscopía infrarroja: <https://www.bruker.com/es/products-and-solutions/infrared-and-raman/ft-ir-routine-spectrometer/what-is-ft-ir-spectroscopy.html>
- hashemi, W. F. (2006). *Fundamentos de la ciencia e ingeniería de materiales*. Mc Graw Hill.
- Malvern panalytical. (2022). <https://www.malvernpanalytical.com/>. Retrieved Octubre 23, 2022, from Fluorescencia de rayos X (XRF): <https://www.malvernpanalytical.com/es/products/technology/xray-analysis/x-ray-fluorescence>
- Metalinspec. (2021, Agosto 18). *blog.metalinspec*. Retrieved Septiembre 28, 2021, from Caso de éxito - Análisis de Falla y Caracterización de Materiales: <https://www.blog.metalinspec.com.mx/post/caso-de-exito-analisis-de-falla-y-caracterizacion-de-materiales>
- Metalinspec. (2022, Septiembre 26). *blog.metalinspec*. Retrieved Septiembre 28, 2022, from Caso de éxito - Análisis de Falla en tubos soldados de Aluminio: <https://www.blog.metalinspec.com.mx/post/caso-de-exito-analisis-de-falla-en-tubos-soldados-de-aluminio>
- Metalinspec. (2022, Septiembre 29). *blog.metalinspec*. Retrieved Octubre 1, 2022, from Caso de Éxito - Análisis de falla en soldadura de la Industria Automotriz: <https://www.blog.metalinspec.com.mx/post/caso-de-exito-analisis-de-falla-en-soldadura-en-la-industria-automotriz>
- Metalinspec. (2022, Septiembre 26). *blog.metalinspec*. Retrieved from Caso de éxito - Análisis de falla en producto terminado: <https://www.blog.metalinspec.com.mx/post/caso-de-exito-analisis-de-falla-en-producto-terminado>
- Metalinspec. (2022, Agosto 12). *blog.metalinspec.com.mx*. Retrieved Octubre 17, 2022, from ¿Qué es y para qué sirve el análisis metalográfico?: <https://www.blog.metalinspec.com.mx/post/que-es-para-que-sirve-el-analisis-metalografico>

- Metalinspec. (2022). <https://www.blog.metalinspec.com.mx/>. Retrieved Octubre 23, 2022, from Microscopio electrónico de barrido: <https://www.blog.metalinspec.com.mx/que-es-y-como-funciona-un-microscopio-electronico-de-barrido>
- Metrohm. (2022, Agosto). <https://www.metrohm.com/>. Retrieved Octubre 23, 2022, from Detectores para IC: https://www.metrohm.com/es_ar/products/ion-chromatography/detectors-for-IC.html
- Munoz, I. M. (2021). *TEORÍA GENERAL Y HERRAMIENTAS BÁSICAS*. Pabellon de Artaga, Ags. Retrieved Noviembre 30, 2022
- Struers. (n.d.). <https://www.struers.com/>. Retrieved Octubre 16, 2022, from Struers Ensuring Certainty: <https://www.struers.com/es-ES/Knowledge/Microscopy#>

CAPITULO 9: ANEXOS.

1. ANEXOS.

Debido a el tamaño de la mayoría de los documentos agregados, solo se muestra en cada caso la caratula o primera página de cada uno de los documentos.

Anexo 1: Instructivo para la generación de requerimientos de compra.



**NORMA
INTERNACIONAL**

**ISO
45001**

Primera edición
2018-03

**Sistemas de administración/gestión
en seguridad y salud ocupacional—
Requerimientos con guías para uso**



Numero de Referencia
ISO 45001: 2018

NORMA
INTERNACIONAL

ISO
14001

Traducción oficial
Official translation
Traduction officielle

Tercera edición
2015-09-15

**Sistemas de gestión ambiental —
Requisitos con orientación para su uso**

*Environmental management systems — Requirements with
guidance for use*

*Systèmes de management environnemental — Exigences et lignes
directrices pour son utilisation*

Publicado por la Secretaría Central de ISO en Ginebra, Suiza, como traducción oficial en español avalada por el *Translation Working Group*, que ha certificado la conformidad en relación con las versiones inglesa y francesa.

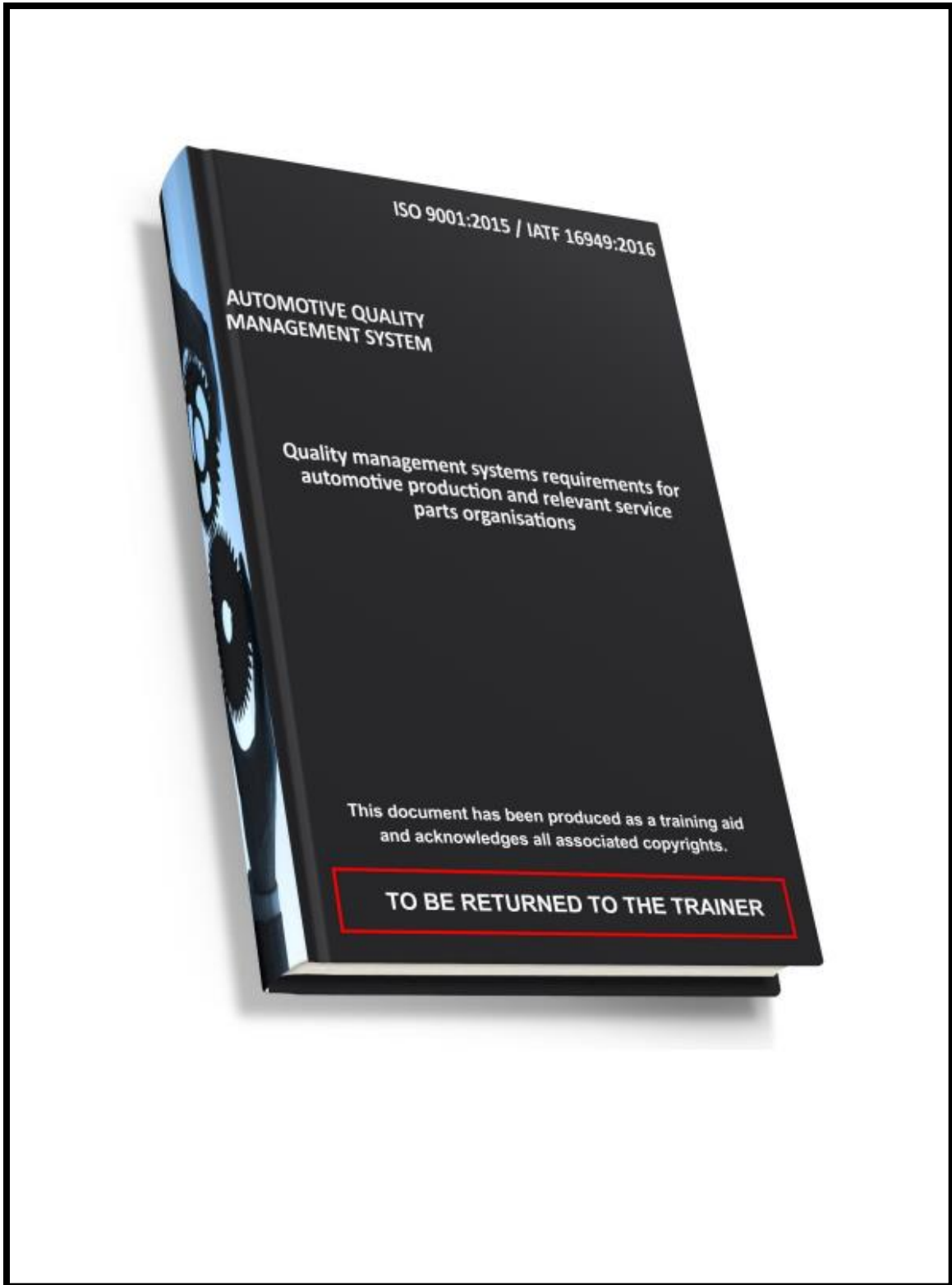


Licensed to
ISO Store
Single use

MELENDEZ VILLARREAL / JOSE MIGUEL MELENDEZ VILLARREAL (cieconsulta)
Downloaded: 2015-09-16
Copying and networking prohibited.

Número de referencia
ISO 14001:2015 (traducción oficial)

© ISO 2015



Anexo 5: Agile PC - Introduction training.



Anexo 6: Agile - document creation.





Anexo 8: Procedimiento general del laboratorio metalográfico.

SENSATA TECHNOLOGIES MEXICO		
Proceso: Procedimiento General Estandarizado	Numero de documento: 83900	REVISION: A
TITULO: Procedimiento General Laboratorio Metalográfico	Impresiones de este documento no son copias controladas. Asegúrese de usar la última revisión	HOJA: 1 DE 4 FECHA: 18/Octubre/2022

1. **Objetivo:** Definir el flujo de proceso, actividades, funciones y responsabilidades necesarias para llevar a cabo el proceso de realización de análisis metalográfico.
2. **Alcance:** Este procedimiento aplica las áreas indicadas de acuerdo con la tabla de Requerimientos Vs. Procesos

Procesos: Ref. 4.4_01	Todos los procesos de Sensata Technologies Aguascalientes
Unidad de Negocio: Performance Sensing (PS), y/o Sensing Solutions (SS)	PS, SS
Actividades en específico	NA
Excepción	NA
3. **Referencias:**

[4.4_01 Processes Maps](#), QMS Aguascalientes, [4.4.2_01 Quality management system and its Processes](#), [7.5.3_01 Control of documented Information \(Procedures\)](#), [7.5.3_02 Control of documented Information \(Records\)](#), [ISO9001](#) (Revisión Vigente), [IATF16949](#) (Revisión Vigente), [AS9100](#) (Revisión Vigente), [C1200](#) Sistema de medición para el área de calibración, [C1300](#) Calibración de equipos de medición y prueba, [C3200](#) Alcance de laboratorio de calibración.
4. **Definiciones:** Colocar la definición de los conceptos usados en el procedimiento.

[7.5.3_01/02](#) QRA Acronyms List.
[ISO 9000](#) Fundamentos y vocabularios (Revisión Vigente).
[MSA](#) Measurement System Analysis (Análisis del Sistema de Medición).
[APQP](#) Advance Product Quality Planning.
[NPD](#) New Products Development.
[CM](#) Change Management.
[XE = Excepcion](#) Cuando un lineamiento general no sea aplicable a una línea de producción por particularidades específicas del proceso, producto o industria se indicarán con las siglas XE seguidas de la designación de área definiendo las consideraciones necesarias.
[MSDS](#) Hoja de Datos de Seguridad del Material.
[IPC](#) Aceptabilidad de Ensamblados Electronicos.
[CQI 17 \(SSA\)](#) Proceso Especial (Evaluación del Sistema de Soldadura).
[Metalografía](#) Es la ciencia que estudia las características micro estructurales o constitutivas de un metal o aleación relacionándolas con las propiedades físicas, químicas y mecánicas.
[Ataque Químico](#) El ataque es hecho por inmersión o fregado con algodón embebido en la mezcla de químicos durante algunos segundos hasta que la estructura o defecto sea revelada.
5. **Procedimiento:**
 - 5.1 Lineamientos adicionales: NA

7.5.3_01/03 Rev. T

Anexo 9: Procedimiento para precalentar el equipo de halógenos a 45°C y corrida de blancos.

SENSATA TECHNOLOGIES MEXICO		
Proceso: Manufactura	Numero de documento:	REVISION: A
TITULO: Procedimiento para precalentar el equipo de Halógenos a 45°C y Corrida de Blancos.	Impresiones De Este Documento No Son Copias Controladas. Asegúrese de usar la última revisión	HOJA: 1 de 9 FECHA: 30/Octubre/2022

- Objetivo:** Estabilizar el equipo a una temperatura de 45°C para realizar las primeras corridas de prueba en blancos.
- Alcance:** Este procedimiento aplica para modelos de APT que requieran análisis de contaminación por Halógenos.

Procesos:	Laboratorio de Caracterización de Materiales.
Unidad de Negocio: Performance Sensing, Sensing Solutions	APT
Actividades en específico	Análisis de contaminación de Halógenos

Excepción	NA
-----------	----

3. Referencias:

- [4.4_01](#) Process Maps.
- [4.2.2_01](#) Quality management system and its Processes.
- [7.5.3_01](#) Control of documented Information (Procedures).
- [7.5.3_02](#) Control of documented Information (Records).
- [ISO9001](#) (Revisión Vigente).
- [IATF16949](#) (Revisión Vigente).
- [AS9100](#) (Revisión Vigente).

4. Definiciones:

- [7.5.3_01/02](#) QRA Acronyms List.
- [ISO 9000](#) Fundamentos y vocabularios (Revisión Vigente).
- Halógenos:** Elementos químicos (no metales) que tienen la propiedad de formar sales, oxido y ser tóxicos y característicos en olor.
- Equipo IC:** Cromatógrafo de Iones adaptado para la identificación y cuantificación de Halógenos.
- Pizeta:** Instrumento de laboratorio para almacenar y manejar agua desionizada o cualquier otro líquido.
- Espectro:** Curva arrojada por un equipo de caracterización donde se identifican y/o cuantifican elementos químicos.

5. Procedimiento:

- 5.1 Puesta a punto del equipo y estabilización de temperatura.

7.5.3_01/03 Rev. U

Anexo 10: Procedimiento para preparar pruebas de detección de halógenos.

SENSATA TECHNOLOGIES MEXICO		
Proceso: Manufactura	Numero de documento:	REVISION: A
TITULO: Procedimiento para preparar pruebas de detección de Halógenos.	Impresiones De Este Documento No Son Copias Controladas. Asegúrese de usar la última revisión	HOJA: 1 de 11 FECHA: 30/Octubre/2022

- Objetivo:** Preparar las muestras que se desean analizar en el equipo de Halógenos.
- Alcance:** Este procedimiento aplica para modelos de APT que requieran análisis de contaminación por Halógenos.

Procesos:	Laboratorio de Caracterización de Materiales.
Unidad de Negocio: Performance Sensing, Sensing Solutions	APT
Actividades en específico	Análisis de contaminación de Halógenos
Excepción	NA

3. Referencias:

- [4.4_01](#) Process Maps.
- [4.2.2_01](#) Quality management system and its Processes.
- [7.5.3_01](#) Control of documented Information (Procedures).
- [7.5.3_02](#) Control of documented Information (Records).
- [ISO9001](#) (Revisión Vigente).
- [IATF16949](#) (Revisión Vigente).
- [AS9100](#) (Revisión Vigente).

4. Definiciones:

- [7.5.3_01/02](#) QRA Acronyms List.
- [ISO 9000](#) Fundamentos y vocabularios (Revisión Vigente).
- Halógenos:** Ubicados en el grupo VII A de la tabla periódica comúnmente conocidos como los productores de sales.
- Equipo IC:** Cromatógrafo de Iones adaptado para la identificación y cuantificación de Halógenos.
- Pizeta:** Instrumento de laboratorio para almacenar y manejar agua desionizada o cualquier otro líquido.
- Espectro:** Curva arrojada por un equipo de caracterización donde se identifican y/o cuantifican elementos químicos.
- Blancos:** Agua desionizada.
- Hexport:** Pieza metálica utilizada en los procesos de APT.
- Estándares:** Diluciones que calibran el equipo cada vez que se corre una muestra.

7.5.3_01/03 Rev. U

Anexo 11: Procedimiento para preparar estándares, ácido sulfúrico, carbonato de sodio y corrida de estándares de prueba.

SENSATA TECHNOLOGIES MEXICO		
Proceso: Manufactura	Numero de documento:	REVISION: A
TITULO: Procedimiento para preparar estándares, ácido sulfúrico, carbonato de sodio y Corrida de estándares de prueba.	Impresiones De Este Documento No Son Copias Controladas. Asegúrese de usar la última revisión	HOJA: 1 de 11 FECHA: 30/Octubre/2021

- Objetivo:** Preparar los concentrados de Carbonato de Sodio, Ácido Sulfúrico y Estándares necesarios para la prueba de Halógenos.
- Alcance:** Este procedimiento aplica para modelos de APT que requieran análisis de contaminación por Halógenos.

Procesos:	Laboratorio de Caracterización de Materiales.
Unidad de Negocio: Performance Sensing, Sensing Solutions	APT
Actividades en específico	Análisis de contaminación de Halógenos
Excepción	NA

3. Referencias:

- [4.4 01](#) Process Maps.
- [4.2.2 01](#) Quality management system and its Processes.
- [7.5.3 01](#) Control of documented Information (Procedures).
- [7.5.3 02](#) Control of documented Information (Records).
- [ISO9001](#) (Revisión Vigente).
- [IATF16949](#) (Revisión Vigente).
- [AS9100](#) (Revisión Vigente).

4. Definiciones:

- [7.5.3 01/02](#) QRA Acronyms List.
- [ISO 9000](#) Fundamentos y vocabularios (Revisión Vigente).
- Halógenos:** Ubicados en el grupo VII A de la tabla periódica comúnmente conocidos como los productores de sales.
- Equipo IC:** Cromatógrafo de Iones adaptado para la identificación y cuantificación de Halógenos.
- Pizeta:** Instrumento de laboratorio para almacenar y manejar agua desionizada o cualquier otro líquido.
- Espectro:** Curva arrojada por un equipo de caracterización donde se identifican y/o cuantifican elementos químicos.
- Hexport:** Pieza metálica (Latón) utilizada en los procesos de APT.

5. Procedimiento:

7.5.3_01/03 Rev. U

Anexo 12: Procedimiento para la operación del equipo de fluorescencia R-X - XRF.

SENSATA TECHNOLOGIES MEXICO		
Proceso: CARACTERIZACION DE MATERIALES	Numero de documento:	REVISION: A
TITULO: Procedimiento para la operación del equipo de fluorescencia R-x XRF.	IMPRESIONES DE ESTE DOCUMENTO NO SON COPIAS CONTROLADAS Asegúrese de usar la última revisión.	HOJA: 1 de 10 FECHA: 28/Dec/2020

- Objetivo:** Certificación de personal especializado en obtener imágenes con base a muestras, análisis químico, interpretación de resultados y reportes en el microscopio electrónico de barrido SEM.
- Alcance:** Este procedimiento aplica para todos los negocios y áreas de soporte.

Procesos:	Laboratorio de Caracterización de Materiales
Unidad de Negocio: Performance Sensing, Sensing Solutions	PS (APT)
Actividades en específico	Procedimiento para la certificación en la operación de microscopio electrónico de barrido SEM
Excepción	N/A (ver procedimiento para excepciones)

- Referencias:** [4.4 01](#) Processes Maps, [4.2.2 01](#) Quality management system and its Processes, [7.5.3 01](#) Control of documented Information (Procedures), [7.5.3 02](#) Control of documented Information (Records), [ISO9001](#) (Revisión Vigente), [IATF16949](#) (Revisión Vigente).

4. Definiciones:

APT: Automotive Pressure Transducer
MCL: Material Characterization Laboratory
XRF: X-Ray Fluorescence (Analyzer)

5. Procedimiento:

5.1 Equipo y herramienta

- Bata antiestática abotonada
- Guantes de nitrilo Lentes de seguridad
- Pinzas finas de punta
- Cups de diferentes tipos
- Películas plásticas (filme)
- Alcohol Isopropílico/Acetona
- Formatos
- Fixture

Anexo 13: Procedimiento para la certificación en la operación del microscopio electrónico de barrido SEM.

SENSATA TECHNOLOGIES MEXICO		
Proceso: CARACTERIZACION DE MATERIALES	Numero de documento:	REVISION: A
TITULO: Procedimiento para la certificación en la operación del microscopio electrónico de barrido SEM	IMPRESIONES DE ESTE DOCUMENTO NO SON COPIAS CONTROLADAS Asegúrese de usar la última revisión.	HOJA: 1 de 11 FECHA: 28/Octubre/2022

1. **Objetivo:** Certificación de personal especializado en obtener imágenes con base a muestras, análisis químico, interpretación de resultados y reportes en el microscopio electrónico de barrido SEM.

2. **Alcance:** Este procedimiento aplica para todos los negocios y áreas de soporte.

Procesos:	Laboratorio de Caracterización de Materiales
Unidad de Negocio: Performance Sensing, Sensing Solutions	PS (APT)
Actividades en específico	Procedimiento para la certificación en la operación de microscopio electrónico de barrido SEM

Excepción	N/A (ver procedimiento para excepciones)
-----------	--

3. **Referencias:** [4.4 01](#) Processes Maps, [4.2.2 01](#) Quality management system and its Processes, [7.5.3 01](#) Control of documented Information (Procedures), [7.5.3 02](#) Control of documented Information (Records), [ISO9001](#) (Revisión Vigente), [IATF16949](#) (Revisión Vigente), [AS9100](#) (Revisión Vigente).

4. **Definiciones:**
 APT: Automotive Pressure Transducer
 MCL: Material Characterization Laboratory
 SEM: Scanning Electron Microscope

5. **Procedimiento:**

5.1 **Equipo y herramienta**

1. Bata antiestática abotonada
2. Guantes de nitrilo
3. Cinta y círculos de grafito
4. Pinzas finas de punta
5. Fixture de diferentes tipos
6. Vernier
7. Formatos

5.2 **Diagrama de Flujo SEM**

Rev. A

1

Anexo 14: Procedimiento ESH 6.2.1 (Identificación de peligro, evaluación de riesgo y oportunidades).

SENSATA TECHNOLOGIES MEXICO		
Proceso: ESH	Numero de documento: ESH 6.1.2.1	REVISION: C
TITULO: Identificación de peligro, evaluación de riesgo y oportunidades	Impresiones de este documento no son copias controladas Asegúrese de usar la última revisión	HOJA 1 DE 8 FECHA: 20/Oct/2022

1.0 Objetivo:

Establecer y mantener un procedimiento para Sensata Technologies de México S. de R.L de C.V planta Aguascalientes, con el cual se puedan identificar los peligros de sus actividades rutinarias y no rutinaria, evaluar los riesgos de los procesos, productos y servicios que puedan ser controlados y/o influenciados, determinando la significancia para la continua identificación de peligros, evaluación de riesgo, y determinación de los controles necesarios.

2.0 Alcance: Este procedimiento es aplicable a todas las áreas y actividades rutinarias y no rutinarias de Sensata Technologies de México planta Aguascalientes que impactan a la Seguridad y Salud.

Procesos: Ref.	Todos los procesos de Sensata Technologies Aguascalientes
Unidad de Negocio:	PS, SS, Hexmake
Actividades en específico:	NA

Excepción:	NA
------------	----

3.0 Referencias:

ISO45001: 2018 Norma de Sistemas de gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo.
 Procedimientos para liberación de maquinaria y equipo ESH 13.42 Programa para el IMP
 ESH 13.52 Programa de seguridad para contratistas

4.0 Definiciones

SST: Sistema de Salud en el Trabajo.

Enfermedad de trabajo: Estado patológico o condición identificable, adversidad física o mental que tenga su origen y/o empeore por una actividad, situación de trabajo, relacionado con el medio en el que el personal presta sus servicios.

Accidente o Lesión: Evento no deseado que da lugar a pérdida de la vida o lesiones, daños a la propiedad o al medio ambiente de trabajo.

Peligro: Fuente o situación con potencial de daño en términos de lesión o enfermedad a la propiedad, al ambiente de trabajo o a la combinación de ambos.

Identificación de peligro: El proceso para reconocer que existe peligro y define sus características.

Riesgo: Combinación de la posibilidad de la ocurrencia de un evento peligroso o exposición y la severidad de lesión o enfermedad que pueden ser causados por el evento o la exposición.

Evaluación de riesgo: Proceso de evaluar el riesgo que se presenta durante algún peligro, tomando en cuenta la adecuación de cualquier control existente, y decidiendo si el riesgo es o no aceptable.

Actividades rutinarias: Son aquellas que se realizan frecuentemente, diarias y trabajos normales y que adicionalmente están directamente relacionadas con el desarrollo del objeto social de la empresa.

Actividades no rutinarias: Son de una frecuencia irregular, ocasionales o no planificadas esto quiere decir que no son ciclicas, no están determinadas cronológicamente y no obedecen a una condición o necesidad prevista por la empresa.

Contratistas: Organización externa que proporciona servicios a la organización de acuerdo con las especificaciones, términos y condiciones acordadas.

IMP: Integrated Move Plan.
ESH: Environmental, Safety, Health.

Anexo 15: NORMA Oficial Mexicana NOM-025-STPS-2008, Condiciones de iluminación en los centros de trabajo.

NORMA Oficial Mexicana NOM-025-STPS-2008, Condiciones de iluminación en los centros de trabajo.

Al margen un sello con el Escudo Nacional, que dice: Estados Unidos Mexicanos.- Secretaría del Trabajo y Previsión Social.

JAVIER LOZANO ALARCON, Secretario del Trabajo y Previsión Social, con fundamento en los artículos 16 y 40 fracciones I y XI de la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal; 512, 523 fracción I, 524 y 527 último párrafo de la Ley Federal del Trabajo; 3o., fracción XI, 38 fracción II, 40 fracción VII, 46, 47 fracción IV, 51 cuarto párrafo y 52 de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización; 28 y 34 del Reglamento de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización; 4o., del 95 al 98 del Reglamento Federal de Seguridad, Higiene y Medio Ambiente de Trabajo; 3, 5 y 19 del Reglamento Interior de la Secretaría del Trabajo y Previsión Social, y

CONSIDERANDO

Que con fecha 27 de septiembre de 2005, en cumplimiento de lo previsto por el artículo 46 fracción I de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización, la Secretaría del Trabajo y Previsión Social presentó ante el Comité Consultivo Nacional de Normalización de Seguridad y Salud en el Trabajo, el Anteproyecto de Modificación de la presente Norma Oficial Mexicana y que el citado Comité lo consideró correcto y acordó que se publicara como Proyecto en el Diario Oficial de la Federación;

Que con objeto de cumplir con lo dispuesto en los artículos 69-E y 69-H de la Ley Federal de Procedimiento Administrativo, el Anteproyecto correspondiente fue sometido a la consideración de la Comisión Federal de Mejora Regulatoria, la que dictaminó favorablemente en relación al mismo;

Que con fecha 5 de junio de 2008, en cumplimiento del Acuerdo por el que se establecen la organización y Reglas de Operación del Comité Consultivo Nacional de Normalización de Seguridad y Salud en el Trabajo, y de lo previsto por el artículo 47 fracción I de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización, se publicó en el Diario Oficial de la Federación el Proyecto de Modificación de la Norma Oficial Mexicana NOM-025-STPS-1999, Condiciones de Iluminación en los centros de trabajo, para quedar como PROY-NOM-025-STPS-2005, Condiciones de Iluminación en los centros de trabajo, a efecto de que, dentro de los siguientes 60 días naturales a dicha publicación, los interesados presentaran sus comentarios al Comité;

Que habiendo recibido comentarios de diez promoventes, el Comité referido procedió a su estudio y resolvió oportunamente sobre los mismos, publicandolos en el Diario Oficial de la Federación el 12 de diciembre de 2008, en cumplimiento a lo previsto por el artículo 47 fracción III de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización;

Que derivado de la incorporación de los comentarios presentados al Proyecto de Modificación de la Norma Oficial Mexicana NOM-025-STPS-1999, Condiciones de Iluminación en los centros de trabajo, para quedar como PROY-NOM-025-STPS-2005, Condiciones de Iluminación en los centros de trabajo, así como de la revisión final del propio proyecto, se realizaron diversas modificaciones con el propósito de dar claridad, congruencia y certeza jurídica en cuanto a las disposiciones que aplican en los centros de trabajo, y

Que en atención a las anteriores consideraciones y toda vez que el Comité Consultivo Nacional de Normalización de Seguridad y Salud en el Trabajo otorgó la aprobación respectiva, se expide la siguiente:

**NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-025-STPS-2008, CONDICIONES
DE ILUMINACION EN LOS CENTROS DE TRABAJO**

INDICE

1. Objetivo
2. Campo de aplicación
3. Referencias
4. Definiciones
5. Obligaciones del patrón
6. Obligaciones de los trabajadores
7. Niveles de iluminación para tareas visuales y áreas de trabajo
8. Reconocimiento de las condiciones de iluminación

Anexo 16: NORMA Oficial Mexicana NOM-011-STPS-2001, Condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo donde se genere ruido.

NORMA Oficial Mexicana NOM-011-STPS-2001, Condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo donde se genere ruido.

Al margen un sello con el Escudo Nacional, que dice: Estados Unidos Mexicanos.- Secretaría del Trabajo y Previsión Social.

CARLOS MARIA ABASCAL CARRANZA, Secretario del Trabajo y Previsión Social, con fundamento en los artículos 16 y 40 fracciones I y XI de la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal; 512, 523 fracción I, 524 y 527 último párrafo de la Ley Federal del Trabajo; 3o. fracción XI, 38 fracción II, 40 fracción VII, 41, 43 a 47 y 52 de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización; 28 y 34 del Reglamento de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización; 3o., 4o. y 76 a 78 del Reglamento Federal de Seguridad, Higiene y Medio Ambiente de Trabajo; 3o., 5o. y 22 fracciones III, VIII y XVII del Reglamento Interior de la Secretaría del Trabajo y Previsión Social, y

CONSIDERANDO

Que con fecha 6 de julio de 1994 fue publicada en el **Diario Oficial de la Federación** la Norma Oficial Mexicana NOM-011-STPS-1993, Relativa a las condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo donde se genere ruido;

Que esta dependencia a mi cargo, con fundamento en el artículo cuarto transitorio primer párrafo del Reglamento Federal de Seguridad, Higiene y Medio Ambiente de Trabajo, publicado en el **Diario Oficial de la Federación** el 21 de enero de 1997, ha considerado necesario realizar diversas modificaciones a la referida norma oficial mexicana, las cuales tienen como finalidad adecuarla a las disposiciones establecidas en el ordenamiento reglamentario mencionado;

Que con fecha 26 de septiembre de 2000, en cumplimiento de lo previsto en el artículo 46 fracción I de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización, la Secretaría del Trabajo y Previsión Social presentó ante el Comité Consultivo Nacional de Normalización de Seguridad, Higiene y Medio Ambiente Laboral, el anteproyecto de modificación de la presente Norma Oficial Mexicana, y que el citado Comité lo consideró correcto y acordó que se publicará como proyecto en el **Diario Oficial de la Federación**;

Que con objeto de cumplir con lo dispuesto en los artículos 69-E y 69-H de la Ley Federal de Procedimiento Administrativo, el anteproyecto correspondiente fue sometido a la consideración de la Comisión Federal de Mejora Regulatoria, la que dictaminó favorablemente en relación al mismo;

Que con fecha 4 de mayo de 2001, en cumplimiento del Acuerdo del Comité y de lo previsto en el artículo 47 fracción I de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización, se publicó en el **Diario Oficial de la Federación** el Proyecto de Modificación de la presente Norma Oficial Mexicana, a efecto de que, dentro de los 60 días naturales a dicha publicación, los interesados presentaran sus comentarios al Comité Consultivo Nacional de Normalización de Seguridad, Higiene y Medio Ambiente Laboral;

Que habiendo recibido comentarios de cuatro promoventes, el Comité referido procedió a su estudio y resolvió oportunamente sobre los mismos, publicando esta dependencia las respuestas respectivas en el **Diario Oficial de la Federación** el 27 de diciembre de 2001, en cumplimiento a lo previsto por el artículo 47 fracción III de la Ley Federal

Anexo 17: Instructivo para la evaluación de aspectos e impactos ambientales.



Anexo 18: Instructivo para la implementación de los 5 SOLES en el laboratorio metalográfico y de caracterización de materiales.



CAPITULO 10: GLOSARIO.

1. GLOSARIO.

- UL (Underwriters Laboratories) – Suscriptores en laboratorios.
- SEM (Scanning Electronic Microscope) - Microscopio Electrónico de Barrido.
- Al - Aluminio.
- H - Hidrogeno.
- C - Carbón.
- O - Oxigeno.
- N - Nitrógeno.
- Be - Berilio.
- U - Uranio.
- Al₂O₃ - Oxido de aluminio.
- Test Box – Caja de Pruebas.
- CSE (Capasiting Sensing Elements) – Elementos Sensores de Capacitancia.
- SENT (Single Edge Nibble Transmission) – Transmisión Nibble de un solo Borde.
- APT (Automotive Pressure Transducer) – Transductor de Presión Automotriz.
- APT Chart – Gráficos APT.
- RLC (Resistance, Inductance, Capacitance) – Resistencia, Inductancia, Capacitancia.
- Tap-Plug Test – Prueba de tapón.
- EMC (Electromagnetic Compatibility) – Compatibilidad Electromagnética.
- Leak Tester – Prueba de fuga.
- Yield - Rendimiento del proceso.
- IC (Ion Chromatograph) – Cromatógrafo Iónico.
- FTIR (Fourier Transform Infrared Spectrometer) - Espectrómetro Infrarrojo con Transformada de Fourier.
- IR (Infrared Spectroscopy) - Espectroscopía Infrarroja.
- XRF (X-Ray Fluorescence) - Fluorescencia de Rayos X.
- OES (Optical Emission Spectroscopy) - Espectroscopia de Emisión Óptica.
- ICP (Inductive Coupling Plasma) - Plasma de Acoplamiento Inductivo.
- WDXRF (Wavelength Dispersion Systems) - Sistemas de Dispersión de Longitud de Onda.
- EDXRF (Energy Dispersion Systems) - Sistemas de Dispersión de Energía.
- Dimples - Hoyos.
- ASTM E 112 - Método de prueba estándar para el promedio del Tamaño de Grano.
- HCl - Ácido Clorhídrico.
- ESH (Enviromental Safety and Healt) – Medio Ambiente, Salud y Seguridad.
- ISO (International Organization for Standardization) – Organization Internacional de Estandarización.

- NOM – Normas Oficiales Mexicanas.
- IATF (International Automotive Task Force) - Grupo Operativo Internacional del Automóvil.
- PC (Product Collaboration) – Colaboración de Productos.
- ESOP (Engineering Standard Operation Process) – Proceso de Operación Estándar de Ingeniería.