



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE QUÍMICA

**EVALUACIÓN DE RIESGOS QUÍMICOS Y FÍSICOS PRESENTES EN EL ÁREA DE
FUNDICIÓN DE LA CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA METALÚRGICA Y
RECOMENDACIONES PARA LA REDUCCIÓN DE RIESGOS**

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

INGENIERO QUÍMICO

PRESENTAN:

MARÍA LAURA PALACIOS OLAGARAY

JORGE ALBERTO SALINAS GONZÁLEZ

TUTOR:

DRA. MARTHA ELENA ALCÁNTARA GARDUÑO

CIUDAD UNIVERSITARIA, CD. MX. 2021



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

Índices

Índice de contenido

I. Introducción	7
II. Objetivos	8
<i>A. General</i>	8
<i>B. Particulares</i>	8
III. Tipos de metodologías de análisis de riesgos	9
<i>A. Análisis de riesgos cuantitativos</i>	9
<i>B. Análisis de riesgos cualitativos</i>	9
IV. Métodos de análisis de riesgos	9
<i>A. HAZOP (Hazard and Operability Studio) o AFO (Análisis Funcional de Operatividad)</i>	9
<i>B. Mosler</i>	9
<i>C. What if?</i>	10
<i>D. Fine</i>	10
V. Descripción de la metodología Fine	11
VI. Descripción de la metodología Mosler.	13
VII. Uso de tablas de identificación de riesgos	16
<i>Metodología Fine</i>	16
<i>Metodología Mosler</i>	17
VIII. Procesos realizados en el Área de Fundición, instalaciones de servicios, identificación del equipo utilizado y layout de laboratorio.	18
IX. Identificación y evaluación de riesgos.	26
1. <i>Preparación y control de mezclas de arenas de moldeo.</i>	26
2. <i>Fusión y tratamiento de metal líquido (aleaciones no ferrosas).</i>	30
3. <i>Fusión y tratamiento de metal líquido (aleaciones ferrosas).</i>	37
4. <i>Diseño de alimentadores y sistemas de colada.</i>	44
X. Análisis de resultados	53
XI. Recomendaciones a los riesgos identificados	54
1. <i>Preparación y control de mezclas de arenas de moldeo.</i>	55
2. <i>Fusión y Tratamiento de metal líquido (aleaciones no ferrosas).</i>	60
3. <i>Fusión y Tratamiento de Metal Líquido (aleaciones ferrosas).</i>	64
4. <i>Diseño de alimentadores y sistemas de colada.</i>	68
XII. Conclusiones	72
XIII. Referencias	73
XIV. Anexos	75
<i>ANEXO I. Lay-Out del área de Fundición.</i>	75
<i>ANEXO II.</i>	78
<i>Equipos usados en el área de Fundición.</i>	78

Índice de tablas

Tabla 1. Comparación de los métodos para análisis de riesgo.....	10
Tabla 2. Valores del factor determinante “Consecuencia”	11
Tabla 3. Valores del factor determinante “Exposición”.....	12
Tabla 4. Valores del factor determinante “Probabilidad”.....	12
Tabla 5. Clasificación de magnitud de Riesgo.....	12
Tabla 6. Escala de criterios de Función.....	13
Tabla 7. Escala de criterios de Sustitución.....	13
Tabla 8. Escala de criterios de Perturbación	14
Tabla 9. Escala de criterios de Extensión.....	14
Tabla 12. Escala de criterios de magnitud y probabilidad	16
Tabla 13. Riesgos identificados por equipo	22
Tabla 14.1 Riesgos de procesos presentes en el muestreo de arena (Fine).....	26
Tabla 14.2 Riesgos de procesos presentes en el muestreo de arena (Mosler).....	26
Tabla 15.1 Riesgos de equipos presentes en la preparación de mezclas de arena y probeta norma (Fine).	27
Tabla 15.2 Riesgos de equipos presentes en la preparación de mezclas de arena y probeta norma (Mosler).	27
Tabla 16.1 Riesgos de procesos presentes en la preparación de mezclas de arena y probeta norma (Fine).....	27
Tabla 16.2 Riesgos de procesos presentes en la preparación de mezclas de arena y probeta norma (Mosler).....	28
Tabla 17.1 Riesgos de equipos presentes en los ensayos de propiedades físicas y mecánicas de muestras (Fine).	28
Tabla 17.2 Riesgos de equipos presentes en los ensayos de propiedades físicas y mecánicas de muestras (Mosler).....	28
Tabla 18.1 Riesgos de servicios presentes en los ensayos de propiedades físicas y mecánicas de muestras (Fine).	29
Tabla 18.2 Riesgos de servicios presentes en los ensayos de propiedades físicas y mecánicas de muestras (Mosler).....	29
Tabla 19.1 Riesgos de equipos presentes en la determinación de propiedades químicas (Fine).	29
Tabla 19.2 Riesgos de equipos presentes en la determinación de propiedades químicas (Mosler).	29
Tabla 20.1 Riesgos de servicios presentes en la determinación de propiedades químicas (Fine).	30
Tabla 20.2 Riesgos de servicios presentes en la determinación de propiedades químicas (Mosler).	30
Tabla 21.1 Riesgos de equipos presentes en la modificación y refinación de aleaciones no ferrosas (Fine).	30
Tabla 21.2 Riesgos de equipos presentes en la modificación y refinación de aleaciones no ferrosas (Mosler)...	31
Tabla 22.1 Riesgos de servicios presentes en la modificación y refinación de aleaciones no ferrosas (Fine).	31
Tabla 22.2 Riesgos de servicios presentes en la modificación y refinación de aleaciones no ferrosas (Mosler). 31	
Tabla 23.1 Riesgos de procesos presentes en la modificación y refinación de aleaciones no ferrosas (Fine).....	32
Tabla 23.2 Riesgos de procesos servicios presentes en la modificación y refinación de aleaciones no ferrosas (Mosler).....	32
Tabla 24.1 Riesgos de equipos presentes en la desgasificación de aleaciones no ferrosas (Fine).....	32
Tabla 24.2 Riesgos de equipos presentes en la desgasificación de aleaciones no ferrosas (Mosler).....	33
Tabla 25.1 Riesgos de servicios presentes en la desgasificación de aleaciones no ferrosas (Fine).	33

Tabla 25.2 Riesgos de servicios presentes en la desgasificación de aleaciones no ferrosas (Mosler).....	33
Tabla 26.1 Riesgos de procesos presentes en la desgasificación de aleaciones no ferrosas (Fine).	33
Tabla 26.2 Riesgos de procesos presentes en la desgasificación de aleaciones no ferrosas (Mosler).	34
Tabla 27.1 Riesgos de equipos presentes en análisis químico preliminar de aleaciones no ferrosas (Fine).....	34
Tabla 27.2 Riesgos de equipos presentes en análisis químico preliminar de aleaciones no ferrosas (Mosler). ...	35
Tabla 28.1 Riesgos de servicios presentes en análisis químico preliminar de aleaciones no ferrosas (Fine).....	35
Tabla 28.2 Riesgos de servicios presentes en análisis químico preliminar de aleaciones no ferrosas (Mosler)...	36
Tabla 29.1 Riesgos de procesos presentes en análisis químico preliminar de aleaciones no ferrosas (Fine).	36
Tabla 29.2 Riesgos de procesos presentes en análisis químico preliminar de aleaciones no ferrosas (Mosler)...	36
Tabla 30.1 Riesgos de equipos presentes en escorificación para aleaciones ferrosas (Fine).....	37
Tabla 30.2 Riesgos de equipos presentes en escorificación para aleaciones ferrosas (Mosler).....	37
Tabla 31.1 Riesgos de servicios presentes en escorificación para aleaciones ferrosas (Fine).	37
Tabla 31.2 Riesgos de servicios presentes en escorificación para aleaciones ferrosas (Mosler).....	38
Tabla 32.1 Riesgos de procesos presentes en escorificación para aleaciones ferrosas (Fine).	38
Tabla 32.2 Riesgos de procesos presentes en escorificación para aleaciones ferrosas (Mosler).	38
Tabla 33.2 Riesgos de procesos presentes en análisis químico preliminar para aleaciones ferrosas (Mosler)....	39
Tabla 34.1 Riesgos de equipos presentes en inoculación para aleaciones ferrosas (Fine).....	39
Tabla 34.2 Riesgos de equipos presentes en inoculación para aleaciones ferrosas (Mosler).	39
Tabla 35.1 Riesgos de servicios presentes en inoculación para aleaciones ferrosas (Fine).....	39
Tabla 35.2 Riesgos de servicios presentes en inoculación para aleaciones ferrosas (Mosler).....	40
Tabla 36.1 Riesgos de equipos presentes en nodulización para aleaciones ferrosas (Fine).....	40
Tabla 36.2 Riesgos de equipos presentes en nodulación para aleaciones ferrosas (Mosler).	40
Tabla 37.1 Riesgos de servicios presentes en inoculación para aleaciones ferrosas (Fine).....	40
Tabla 37.2 Riesgos de servicios presentes en inoculación para aleaciones ferrosas (Mosler).....	41
Tabla 38.1 Riesgos de procesos presentes en inoculación para aleaciones ferrosas (Fine).	41
Tabla 38.2 Riesgos de procesos presentes en inoculación para aleaciones ferrosas (Mosler).....	41
Tabla 39.1 Riesgos de equipos presentes en análisis para aleaciones ferrosas (Fine).	41
Tabla 39.2 Riesgos de equipos presentes en tratamiento y análisis para aleaciones ferrosas (Mosler).....	42
Tabla 40.1 Riesgos de servicios presentes en tratamiento y análisis para aleaciones ferrosas (Fine).	42
Tabla 40.2 Riesgos de servicios presentes en tratamiento y análisis para aleaciones ferrosas (Mosler).	43
Tabla 41.1 Riesgos de procesos presentes en tratamiento y análisis para aleaciones ferrosas (Fine).....	43
Tabla 41.2 Riesgos de procesos presentes en tratamiento y análisis para aleaciones ferrosas (Mosler).	43
Tabla 42.1 Riesgos de equipo presentes en diseño metalúrgico (Fine).	44
Tabla 42.2 Riesgos de equipos presentes en diseño metalúrgico (Mosler).....	45
Tabla 43.1 Riesgos de servicios presentes en diseño metalúrgico (Fine).	46
Tabla 43.2 Riesgos de servicios presentes en diseño metalúrgico (Mosler).....	46
Tabla 44.1 Riesgos de procesos presentes en diseño metalúrgico (Fine).	46
Tabla 44.1 Riesgos de procesos presentes en diseño metalúrgico (Mosler).	46
Tabla 45.1 Riesgos de equipos presentes en diseño de alimentadores (Fine).....	47
Tabla 45.2 Riesgos de equipos presentes en diseño de alimentadores (Mosler).....	48

Tabla 46.1 Riesgos de servicios presentes en diseño de alimentadores (Fine).	49
Tabla 46.2 Riesgos de servicios presentes en diseño de alimentadores (Mosler).	49
Tabla 47.1 Riesgos de procesos presentes en diseño de alimentadores (Fine).	49
Tabla 47.1 Riesgos de procesos presentes en diseño de alimentadores (Mosler).	49
Tabla 48.1 Riesgos de equipos presentes en diseño de colada y análisis de defectos (Fine).	50
Tabla 48.2 Riesgos de equipos presentes en diseño de colada y análisis de defectos (Mosler).	51
Tabla 49.1 Riesgos de servicios presentes en diseño de colada y análisis de defectos (Fine).	52
Tabla 49.2 Riesgos de servicios presentes en diseño de colada y análisis de defectos (Mosler).	52
Tabla 50.1 Riesgos de procesos presentes en diseño de colada y análisis de defectos (Fine).	52
Tabla 50.2 Riesgos de procesos presentes en diseño de colada y análisis de defectos (Mosler).	52
Tabla 51. Recomendaciones para los riesgos identificados en el procedimiento de <i>Muestreo de arena</i> .	55
Tabla 52. Recomendaciones para los riesgos identificados en el procedimiento de <i>Distribución de tamaño de partículas de arena</i> .	55
Tabla 53. Recomendaciones para los riesgos identificados en el procedimiento de <i>Preparación de mezclas de arena de moldeo y probeta norma</i> .	55
Tabla 54. Recomendaciones para los riesgos identificados en el procedimiento de <i>Ensayos de propiedades físicas y mecánicas</i> .	57
Tabla 55. Recomendaciones para los riesgos identificados en el procedimiento de <i>Ensayos de propiedades químicas</i> .	59
Tabla 56. Recomendaciones para los riesgos identificados en el procedimiento de <i>Modificación y refinación</i> .	60
Tabla 57. Recomendaciones para los riesgos identificados en el procedimiento de <i>Desgasificación</i> .	62
Tabla 58. Recomendaciones para los riesgos identificados en el procedimiento de <i>Tratamiento y análisis</i> .	63
Tabla 59. Recomendaciones para los riesgos identificados en el procedimiento de <i>Escorificación</i> .	64
Tabla 60. Recomendaciones para los riesgos identificados en el procedimiento de <i>Análisis Químico Preliminar</i> .	65
Tabla 61. Recomendaciones para los riesgos identificados en el procedimiento de <i>Inoculación</i> .	65
Tabla 62. Recomendaciones para los riesgos identificados en el procedimiento de <i>Nodulización</i> .	66
Tabla 63. Recomendaciones para los riesgos identificados en el procedimiento de <i>Análisis químico preliminar</i> .	66
Tabla 64. Recomendaciones para los riesgos identificados en el procedimiento de <i>Diseño metalúrgico</i> .	68
Tabla 65. Recomendaciones para los riesgos identificados en el procedimiento de <i>Diseño de alimentadores</i> .	69
Tabla 66. Recomendaciones para los riesgos identificados en el procedimiento de <i>Diseño de colada y análisis de defectos</i> .	70

Índice de figuras

Figura 1. Primer paso en la tabla de identificación de riesgos (Fine).	16
Figura 2. Segundo paso en la tabla de identificación de riesgos (Fine).	16
Figura 3. Tercer paso en la tabla de identificación de riesgos (Fine).	17
Figura 4. Cuarto paso en la tabla de identificación de riesgos (Fine).	17
Figura 5. Primer paso en la identificación de riesgos (Mosler).	17
Figura 6. Segundo paso en la identificación de riesgos (Mosler).	17
Figura 7. Tercer paso en la identificación de riesgos (Mosler).	18
Figura 8. Cuarto paso en la identificación de riesgos (Mosler).	18
Figura 9. Quinto paso en la identificación de riesgos (Mosler).	18

I. Introducción

En el ámbito de la industria de transformación hay exposición a peligros que son inherentes a las actividades que se realizan y, a pesar de siempre estar presentes, tienen la posibilidad de que un peligro se convierta en una afectación para los individuos, los bienes o el medio ambiente. La probabilidad de que ocurra un accidente es definida como riesgo, y depende en gran parte de cada individuo reducirlo para contar con espacios de trabajo más seguros.

Los espacios de los laboratorios y talleres universitarios destinados a las actividades de aprendizaje práctico en pequeña escala de los procesos productivos no están exentos de estos riesgos, por lo que cumplir con las normas existentes en materia de seguridad, resulta fundamental para contar con espacios de aprendizaje que permitan, tanto al docente como al estudiante, llevar a cabo las actividades académicas con el menor nivel de riesgo posible.

La gestión de riesgos es un tema que se ha vuelto fundamental en los últimos años, ya que a cualquier nivel la prevención resulta siempre más rentable que la corrección, existiendo múltiples maneras de calcular y analizar los riesgos presentes, unas con mayor exigencia de datos que otras.

Para la correcta gestión de los riesgos y prevenir cualquier lesión o incidente, es necesario identificar los riesgos existentes y realizar el análisis de los mismos. Antes de entrar al análisis de riesgo, se debe diferenciar claramente el riesgo del peligro, ya que son dos conceptos que en ocasiones se confunden. La definición de cada uno se indica a continuación (ISO, 2020):

- Peligro: Exposición simple o combinada capaz de causar un efecto adverso sobre la salud o la vida.
- Riesgo: Consecuencia negativa de la imprevisibilidad de un evento o probabilidad de que un peligro se manifieste.

Si bien los riesgos se pueden presentar de distintas maneras y en diferentes ámbitos como económicos, biológicos o ambientales, en el desarrollo de este proyecto se realizará un enfoque en el análisis para riesgos ocupacionales y de proceso.

En general, se puede distinguir tres aspectos a evaluar dentro de un análisis de riesgo:

- Condiciones de operación que pueden ocasionar accidentes (fallas en tuberías, conexiones flexibles, filtros, válvulas, recipientes, bombas, compresores o tanques, etc.).
- Condiciones de salud y bienestar ocupacional de los operarios, que puedan repercutir sobre la seguridad de los mismos.
- Condiciones geográficas del sitio de la instalación que la hagan más o menos susceptible a fenómenos naturales.

Una vez realizado el análisis, se planifica la respuesta a los riesgos, ya que las respuestas deben adecuarse a la importancia y clasificación de cada riesgo. Para elegir la respuesta más adecuada, pueden tomarse una o varias estrategias que tengan la mayor probabilidad de eficacia. Las estrategias que normalmente abordan los riesgos que pueden tener impacto negativo en caso de materializarse son: (PMI, 2013)

1. Evitar: En esta estrategia de respuesta a los riesgos, las acciones realizadas se enfocan en eliminar por completo la amenaza o proteger a la organización de su impacto. Estas acciones pueden incluir un cambio en el personal, en la instalaciones o en la dirección de la organización.
2. Transferir: Esta estrategia consiste en trasladar el impacto de una amenaza a un tercero, junto con la responsabilidad de la respuesta, por medio de un contrato o acuerdo. La transferencia no elimina el riesgo, ni implica que se deje de ser el propietario del riesgo. Por lo general, implica el pago de una prima de riesgo a la parte que lo asume, esto es más eficaz cuando se trata de la exposición de riesgos financieros. Las herramientas de esta estrategia pueden incluir el uso de seguros, garantías de cumplimiento, fianzas, etc.
3. Mitigar: Dentro de esta estrategia, lo que se busca es actuar para reducir la probabilidad de ocurrencia o impacto de un riesgo. Implica reducir al umbral aceptable la probabilidad y/o el impacto de un riesgo. Es más eficaz adoptar acciones tempranas para reducir la probabilidad del riesgo que actuar una vez materializado. Las herramientas utilizadas pueden ser el adoptar procesos más sencillos, realizar más pruebas o seleccionar un proveedor más estable.
4. Aceptar: En esta última estrategia, se reconoce el riesgo y no se toma ninguna medida a menos que el riesgo se materialice. Se adopta esta estrategia cuando no es posible ni rentable abordar un riesgo específico o no se ha podido identificar ninguna otra estrategia adecuada. Puede realizarse de manera pasiva, que es cuando no requiere ninguna acción, más que documentar el riesgo. Y puede realizarse de manera activa, donde la más común consiste en establecer una reserva para contingencias para manejar los riesgos.

En este proyecto se analizarán, usando como base el manual de prácticas de la asignatura de *Fundición*, de la carrera de Ingeniería Química Metalúrgica, lo indicado en las normas oficiales mexicanas (NOMs) aplicables y de un análisis mediante los métodos Mosler y Fine, los riesgos que existen en dicho laboratorio y las consecuencias que pueden generarse en caso de un accidente que involucre equipos y/o materiales manejados en este lugar. Asimismo, se propondrán mejoras a los procesos prácticos que son llevados a cabo, así como a las instalaciones, para reducir a un mínimo la probabilidad de que ocurra un accidente que pueda afectar a las personas y las instalaciones.

II. Objetivos

A. General

Identificar las áreas de oportunidad en materia de seguridad de la asignatura de *Fundición* de la carrera de Ingeniería Química Metalúrgica, utilizando los métodos Mosler y Fine, con el fin de identificar y reducir las condiciones de riesgo que pueden provocar un accidente durante la ejecución de prácticas experimentales de docencia e investigación.

B. Particulares

- Identificar, de acuerdo con lo plasmado en el manual de prácticas de las asignaturas de *Fundición*, de la carrera de Ingeniería Química Metalúrgica (IQM), las situaciones de mayor riesgo que pueden presentarse durante la ejecución de un procedimiento experimental.

- Identificar las condiciones de seguridad aplicables a la asignatura de *Fundición* de la carrera de IQM, tomando como base las condiciones de seguridad establecidas por las normas oficiales mexicanas (NOM) emitidas por la Secretaría del Trabajo y Previsión Social (STPS).
- Aplicar los métodos Mosler y Fine para analizar los riesgos químicos y físicos que sean identificados, y así proponer las mejoras a los procedimientos experimentales e instalaciones para reducir la probabilidad de ocurrencia de un accidente que pueda afectar a las personas o las instalaciones.

III. Tipos de metodologías de análisis de riesgos

Existen distintas metodologías de análisis de riesgos, pero en general se pueden dividir en los siguientes grupos (WeLiveSecurity, 2015):

A. Análisis de riesgos cuantitativos

Tiene como propósito asignar valores numéricos a riesgos específicos. Tiene ventajas como son arrojar una probabilidad numérica a los riesgos lo cual genera un panorama mucho más preciso y dar la oportunidad de atacar los riesgos de una manera mucho más eficiente, pero tiene la desventaja de que exige datos numéricos como es la frecuencia de los accidentes, lo cual puede resultar complicado por los registros históricos de incidentes que se requieren. De la misma manera las consecuencias deben ser catalogadas con datos exactos para conocer el daño que pueden causar.

B. Análisis de riesgos cualitativos

Esta metodología no exige valores numéricos, por ejemplo, de frecuencia de los accidentes, sino que suele clasificarse en escalas como puede ser alto, medio o bajo riesgo. No requiere de datos históricos exactos, y da una idea muy clara de que tan tolerables pueden ser los riesgos para actuar de manera efectiva sobre estos.

La principal diferencia entre estos dos análisis es la cantidad y exactitud de datos que exigen para desarrollar los análisis, pero en el momento de definir cuál de los dos métodos conviene, es necesario considerar los objetivos que deben cumplirse y los datos con los que se cuenta para su desarrollo; por ejemplo, si se quiere utilizar una metodología cuantitativa pero no se cuenta con datos confiables, puede resultar menos eficiente que el aplicar una metodología cualitativa.

IV. Métodos de análisis de riesgos

A. HAZOP (Hazard and Operability Studio) o AFO (Análisis Funcional de Operatividad)

El HAZOP o AFO es una técnica de identificación de riesgos inductiva basada en la premisa de que los accidentes se producen como consecuencia de una desviación de las variables de proceso con respecto de los parámetros normales de operación. La característica principal del método es que se realiza por un equipo multidisciplinario de trabajo.

La técnica consiste en analizar sistemáticamente las causas y las consecuencias de las desviaciones de las variables de proceso, planteadas a través de unas palabras guía (Freedman, 2013).

B. Mosler

Con la aplicación del método Mosler se busca identificar las amenazas a la que están expuestos los activos de una empresa y estimar el riesgo relativo que implica cada una de ellas en función de la probabilidad de su manifestación y la magnitud de sus consecuencias considerando escalas desde locales hasta catástrofes nacionales (Navarro, 2019).

C. What if?

Como su nombre lo sugiere, este método consiste en cuestionarse el resultado de la presencia de sucesos indeseados que pueden provocar consecuencias adversas. Exige el planteamiento de las posibles desviaciones desde el diseño, construcción y modificaciones de operación de una determinada instalación.

Requiere un conocimiento básico del sistema y la disposición mental para combinar o sintetizar las desviaciones posibles ya comentadas, por lo que normalmente es necesaria la presencia de personal con amplia experiencia para llevarlo a cabo (Calle, 2020).

D. Fine

El método Fine consiste en la determinación del Nivel Estimado de Riesgo Potencial partiendo del valor obtenido del producto de tres factores (Consecuencias, Exposición, Probabilidad), cada factor tiene un valor determinado por la metodología que depende de las características del puesto, los sistemas de seguridad instalados, equipos de protección utilizados, tiempos de exposición al riesgo y gravedad de la posible lesión para cada uno de los riesgos a valorar.

Esta metodología es considerada mixta ya que toma factores cualitativos y cuantitativos, es ideal para análisis que buscan identificar situaciones de alto riesgo sin ser muy exhaustivo.

Tabla 1. Comparación de los métodos para análisis de riesgo.

HAZOP	Mosler	What if	Fine
-Cuantitativo -Muy detallado -Dificultad alta -Exige muchos datos	-Cualitativo -Detalle medio -Dificultad media -Exige muchos datos	-Cualitativo -Detalle bajo -Dificultad baja -Exige pocos datos	-Mixto -Detalle medio -Dificultad mediana -Exige mediana cantidad de datos

Dentro de los múltiples métodos existentes, la metodología que es más útil para laboratorios de docencia e investigación, debido a la facilidad en el tratamiento de datos para el análisis y evaluación de los riesgos, es el método Fine. Ya que este método de análisis de riesgos es de tipo mixto puede aplicarse a cualquier tipo de organización y está orientado hacia la identificación, análisis y evaluación de una serie de riesgos, que pueden llegar a comprometer el desarrollo normal de las actividades propias de una organización (Gemma, 2020).

En este trabajo se seleccionó el método de Fine, ya que la exigencia de datos requeridos no es tan grande y permite identificar de manera sencilla los puntos de riesgo más alto para actuar sobre ellos. Este método no profundiza demasiado en el detalle del riesgo analizado, pero para el alcance de este documento es de gran utilidad ya que nos permitirá identificar de manera general los riesgos más importantes.

El método se desarrolla a partir del resultado de la estimación de los riesgos que originan los peligros o factores de riesgo identificados y aporta una valoración cuantitativa del riesgo en función de la probabilidad y consecuencias determinadas (Cirujano, 2000).

El resultado final de este método clasifica cuáles son los riesgos que son prioritarios para ser valorados y así proponer medidas de mitigación. Esto optimiza la gestión del riesgo y los recursos con los que se cuenta para ello, conlleva a una reducción de pérdidas y brinda la posibilidad de tomar decisiones adecuadas y objetivas (Cirujano, 2000).

La principal ventaja de este método es que brinda la posibilidad de comparar situaciones derivadas de las diferentes condiciones de trabajo y aporta una visión de los riesgos que se pueden materializar en la organización, lo que sirve para el desarrollo o implementación de recomendaciones.

V. Descripción de la metodología Fine

El análisis de los riesgos potenciales generados en la maquinaria y equipo consiste en dos etapas (STPS, 2020):

5. Revisión exhaustiva de la maquinaria en estudio. En esta etapa se describe la localización de la maquinaria, las partes en movimiento, generación de calor y electricidad estática de la maquinaria y equipo; las superficies cortantes, proyección y calentamiento de la materia prima, subproducto y producto terminado, el manejo y condiciones de la herramienta.
6. Evaluación (daño y gravedad de los daños y probabilidad de ocurrencia) de acuerdo con la metodología descrita a continuación.

Se emplean tres conceptos (Manel, 2015):

1. Consecuencias: Se definen como el daño, debido al riesgo que se considera, más grave razonadamente posible.
2. Exposición: Es la frecuencia con que se presenta la situación de riesgo, siendo tal que el primer acontecimiento indeseado iniciaría la secuencia del accidente.
3. Probabilidad: La posibilidad de que, una vez presentada la situación de riesgo, se origine el accidente. Habrá que tener en cuenta la secuencia completa de acontecimientos que desencadenan el accidente.

A continuación, se presentan las Tablas 2, 3 y 4, que corresponden a la relación de consecuencia, exposición y probabilidad respectivamente:

Tabla 2. Valores del factor determinante “Consecuencia” (Manel, 2015).

<i>Clasificación</i>	<i>Consecuencias</i>	<i>C</i>
1	Catástrofe, numerosas muertes (más de 5 muertes)	100
2	Varias muertes (de 2 a 5 muertes)	50
3	Muerte (una persona)	25
4	Lesiones graves (invalidez, amputaciones)	15
5	Lesiones con baja (fracturas, quemaduras menores de primer o segundo grado)	5
6	Heridas leves (contusiones, golpes, pequeños daños como descomposturas de equipo que se puede reparar fácilmente)	1

Tabla 3. Valores del factor determinante “Exposición” (Manel, 2015).

<i>Clasificación</i>	<i>Exposición</i>	<i>E</i>
1	Continuamente (2 o más veces al día)	10
2	Frecuentemente (aproximadamente una vez al día)	6
3	Ocasionalmente (de una vez a la semana a una vez al mes)	3
4	Irregularmente (de una vez al mes a una vez al año)	2
5	Raramente (cada bastantes años)	1
6	Remotamente (no se sabe que haya ocurrido, pero no se descarta)	0.5

Tabla 4. Valores del factor determinante “Probabilidad” (Manel, 2015).

<i>Clasificación</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>P</i>
1	Es el resultado más probable y esperado	10
2	Es completamente posible, nada extraño	6
3	Sería una consecuencia o coincidencia rara pero posible	3
4	Coincidencia muy rara	1
5	Coincidencia extremadamente remota	0.5
6	Coincidencia prácticamente imposible, jamás ha ocurrido	0.1

Una vez que se ha clasificado estos tres factores, se realiza el producto de estos de acuerdo con la ponderación de la última columna como se muestra a continuación

$$MAGNITUD\ DEL\ RIESGO = CONSECUENCIAS * EXPOSICIÓN * PROBABILIDAD$$

$$MR = C * E * P$$

Con el puntaje de la magnitud del riesgo (MR), este es clasificado, de acuerdo con la Tabla 5, para determinar su grado y las acciones que deben ser tomadas.

Tabla 5. Clasificación de magnitud de Riesgo (Manel, 2015).

<i>Magnitud del Riesgo</i>	<i>Clasificación</i>	<i>Acción</i>
400 o más	Muy Alto	Detención inmediata
200 - 400	Alto	Corrección inmediata
70 - 200	Notable	Corrección urgente
20 - 70	Moderado	Debe corregirse
20 o menos	Bajo o Aceptable	Tolerable

Una vez clasificado el riesgo en una de estas categorías, se puede determinar cuáles requieren de medidas de control para una reducción o mitigación del riesgo, si se encuentran clasificados como Muy Alto o Alto; aquellos riesgos clasificados como Notable, Moderado o Bajo/Aceptable, pueden quedar en un segundo nivel de prioridad. Los criterios presentados anteriormente se muestran de manera general para cualquier tipo de industria o institución, y pueden ser adaptados (como lo será en este trabajo) para adecuarlo de la mejor manera a las instalaciones en las que se realizará el análisis.

VI. Descripción de la metodología Mosler.

Etapa 1. Definición del Riesgo

En esta primera fase se define qué tipo de riesgo o riesgos se analizan. Los tipos de riesgo existentes pueden clasificarse como (CIVITTAS, 2012):

1. Riesgos físicos
2. Riesgos químicos
3. Riesgos eléctricos

Para el caso de laboratorios de docencia e investigación, particularmente en el caso del Área de Fundición, se analizarán los dos tipos de riesgos indicados anteriormente.

Etapa 2. Análisis del riesgo

El análisis de riesgo se basa en seis criterios o variables de magnitud y probabilidad, que definirán el concepto que estén relacionados con el riesgo y darán una serie de valores numéricos que al final se relacionarán en una tabla.

Criterio de Función (F): Evalúa la consecuencia negativa o el daño que puede alterar la actividad institucional o personal. Algunas preguntas que pueden hacerse sobre los daños causados son (CIVITTAS, 2012):

- a. ¿Cómo pueden afectar a clientes y empleados?
- b. ¿Cómo pueden afectar a las instalaciones?
- c. ¿Cómo pueden afectar económicamente a la empresa o institución?

Tabla 6. Escala de criterios de Función (UNAM, 2010).

<i>Puntaje</i>	<i>Consecuencia</i>	<i>Altera la actividad Institucional</i>
1	Muy levemente grave	Muy corto plazo (Horas)
2	Levemente grave	Corto plazo (días)
3	Medianamente	Mediano plazo (semanas)
4	Grave	Largo plazo (semanas/meses)
5	Muy grave	Muy largo plazo (meses/años)

Criterio de Sustitución (S): Mide la facilidad con que pueden reponerse los bienes o reparar el daño en caso de que se produzca alguna de las amenazas y se debe responder a la pregunta ¿En qué grado se puede sustituir el bien afectado? Algunas preguntas que se pueden hacer son (CIVITTAS, 2012):

- a. El bien por sustituir, ¿se puede encontrar?
- b. Los trabajos de sustitución, ¿serán rápidos?
- c. La actividad en la empresa, ¿continuará?

Tabla 7. Escala de criterios de Sustitución (UNAM, 2010).

<i>Puntaje</i>	<i>Consecuencia</i>	<i>Los bienes o daños se reparan o sustituyen en:</i>
1	Muy fácil	Inmediatamente (Bienes y

<i>Puntaje</i>	<i>Consecuencia</i>	<i>Los bienes o daños se reparan o sustituyen en:</i>
2	Fácil	recursos disponibles) 1 a 3 semanas (Recursos disponibles)
3	Sin muchas dificultades	Hasta 1 mes (Solicitud de trámite de recursos)
4	Difícil	Mayor a 1 mes (Presupuesto especial)
5	Muy difícil	Irreparable, insustituible

Criterio de Perturbación (P): El grado de perturbación y los efectos psicológicos que produciría en la actividad e imagen de la empresa. Algunas de las preguntas que se pueden hacer son (CIVITTAS, 2012):

Los daños en la imagen de la entidad,

- ¿Causan perturbaciones en el personal?
- ¿Causan perturbaciones en los clientes?
- ¿Causan perturbaciones en el sector?

Tabla 8. Escala de criterios de Perturbación (UNAM, 2010).

<i>Puntaje</i>	<i>Consecuencia</i>	<i>Impacto en la imagen</i>
1	Perturbaciones muy leves	Individual y en su entorno
2	Perturbaciones leves	Reacción de grupo
3	Perturbaciones limitadas	Área de una entidad o dependencia
4	Perturbaciones graves	Entidad o dependencia
5	Perturbaciones muy graves	Impacta en medios de Comunicación

Criterio de Extensión (E): El alcance geográfico de los daños, según su amplitud, desde un nivel local hasta internacional. Algunas preguntas que se pueden hacer son (CIVITTAS, 2012):

- ¿Cuáles han sido las afectaciones en la imagen de la entidad?
- ¿Cuáles y de qué magnitud han sido los daños económicos?
- ¿Cuáles y de qué magnitud ha sido el daño a los bienes?

Tabla 9. Escala de criterios de Extensión (UNAM, 2010).

<i>Puntaje</i>	<i>Consecuencia</i>	<i>Impacto geográfico</i>
1	De carácter individual	En una persona, individual
2	De carácter local	Un área de la organización (departamento)
3	De carácter regional	Una entidad o dependencia de la organización
4	De carácter nacional	En toda la organización a nivel nacional
5	De carácter internacional	En toda la organización a nivel internacional

Criterio de Agresión (A): Probabilidad de que el riesgo se manifieste o materialice en la instalación o empresa que se está analizando. Algunas preguntas que se pueden hacer son (CIVITTAS, 2012):

- ¿Cómo es el nivel de delincuencia en el sector y/o en el territorio?
- ¿Las instalaciones se encuentran aisladas o en zona de actividad de fenómenos naturales?
- ¿Existen materiales peligrosos o gran cantidad de elementos técnicos que puedan afectar a la organización o sus procesos?

Tabla 10. Escala de criterios de Agresión (UNAM, 2010).

<i>Puntaje</i>	<i>Consecuencia</i>	<i>Frecuencia de ocurrencia</i>
1	Muy baja	Nula
2	Baja	Anual
3	Media	Mensual
4	Alta	Semanal
5	Muy alta	Diaria

Criterio de Vulnerabilidad (V): Probabilidad de los daños que puede producir el riesgo una vez materializado hacia la instalación, empresa o personas. Algunas preguntas que se pueden hacer son (CIVITTAS, 2012):

- ¿Los daños hacia la instalación, bienes o personas pueden evitarse con las medidas de seguridad existentes?
- ¿Existe auxilio presente en la zona, no perteneciente a la instalación, para la atención del incidente?
- ¿Las pérdidas materiales están aseguradas?

Tabla 11. Escala de criterios de Vulnerabilidad (UNAM, 2010).

<i>Puntaje</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Condición de vulnerabilidad del elemento</i>
1	Muy baja	No requiere mayor protección
2	Baja	Bien protegido
3	Media	Parcialmente o mal protegido
4	Alta	Sin protección
5	Muy alta	Sin protección y muy vulnerable

Etapas 3. Evaluación del Riesgo

El objetivo de esta etapa es cuantificar el riesgo considerado. Para ello, es necesario determinar los valores de los coeficientes (F, S, P, E, A y V) indicados previamente en la etapa 2.

Posteriormente, la determinación del valor del carácter del riesgo (C) se lleva a cabo mediante las siguientes ecuaciones y los valores de los coeficientes antes mencionados (Tandem, 2020):

- El cálculo del carácter del riesgo (C) se obtiene con la suma de la importancia del suceso (I) y los daños ocasionados (D):

$$C = I + D$$

donde:

$$I = F \text{ (Criterio de función)} * S \text{ (Criterio de sustitución)}$$

$$D = P \text{ (Criterio de perturbación)} * E \text{ (Criterio de extensión)}$$

- El cálculo de probabilidad (PR) se obtiene con la multiplicación del Criterio de Agresión (A) por el de Vulnerabilidad (V):

$$PR = A * V$$

donde:

$$A = \text{Criterio de agresión}$$

$$V = \text{Criterio de vulnerabilidad}$$

- La cuantificación del riesgo considerado (ER) se obtiene con la multiplicación de los valores C y PR:

$$ER = C * PR$$

Etapas 4. Cálculo y clasificación del riesgo

Por último, se clasifica el riesgo en alguna de las siguientes categorías en función de la cuantificación del riesgo considerado (ER), con el fin de proponer medidas de mitigación específicas para cada uno.

Tabla 12. Escala de criterios de magnitud y probabilidad (Tandem, 2020).

<i>Cuantificación del riesgo considerado (ER)</i>	<i>Clase de Riesgo</i>
2 a 250	Muy bajo
251 a 500	Bajo
501 a 750	Normal
751 a 1000	Grande
1001 a 1250	Elevado

Una vez clasificado el riesgo en una de estas categorías, se puede determinar cuáles requieren de medidas de control para una reducción o mitigación del riesgo, si se encuentran clasificados como Grande o Elevado; aquellos riesgos clasificados como Normal, Pequeño o Muy bajo, pueden quedar en un segundo nivel de prioridad. Los criterios presentados anteriormente se muestran de manera general para cualquier tipo de industria o institución, y pueden ser adaptados (como lo será en este trabajo) para adecuarlo de la mejor manera a las instalaciones en las que se realizará el análisis de riesgos.

VII. Uso de tablas de identificación de riesgos

Metodología Fine

Para la identificación y evaluación de riesgos para este trabajo se elaboró un archivo de Excel que nos permite realizar una evaluación rápida y nos indica si se deben aplicar cambios de acuerdo con los criterios mencionados anteriormente.

A continuación, se enlista como debe usarse el archivo el cual será anexado como archivo digital.

1. En la columna 1 se identifica en primer lugar el proceso, equipo o servicio que será evaluado.

Elemento	Causa/Efecto	Tipo de riesgo	Consecuencia (C)	Exposición (E)	Probabilidad (P)	Magnitud del riesgo	Clasificación	Acción
Apisonadora de arena								

Figura 1. Primer paso en la tabla de identificación de riesgos (Fine).

2. En las columnas 2 y 3, respectivamente, se identifican las posibles causas/efectos que pueden representar un riesgo y el tipo de riesgo que fue evaluado.

Elemento	Causa/Efecto	Tipo de riesgo	Consecuencia (C)	Exposición (E)	Probabilidad (P)	Magnitud del riesgo	Clasificación	Acción
Apisonadora de arena	Aplastamiento de dedos o manos por falta de atención	Físico (mecánico por aplastamiento)						

Figura 2. Segundo paso en la tabla de identificación de riesgos (Fine).

3. A continuación, en las columnas 4 a 7 se coloca el valor para la ponderación de consecuencia, exposición y probabilidad, esto se realiza utilizando las tablas 2, 3 y 4 como guía.

Elemento	Causa/Efecto	Tipo de riesgo	Consecuencia (C)	Exposición (E)	Probabilidad (P)	Magnitud del riesgo	Clasificación	Acción
Apisonadora de arena	Aplastamiento de dedos o manos por falta de atención	Físico (mecánico por aplastamiento)	6	3	2	18		

Figura 3. Tercer paso en la tabla de identificación de riesgos (Fine).

- Una vez colocada la ponderación, la tabla determinará automáticamente en las columnas 8 y 9 la clasificación del riesgo y la acción que debe ser o no tomada. El código para programarlo puede ser revisado en el archivo; para su determinación se utiliza la fórmula para el grado de magnitud del riesgo mencionada en la metodología (RIESGO=CONSECUENCIAS * EXPOSICIÓN * PROBABILIDAD), además de la tabla 5 para poder clasificar y mostrar la acción requerida.

Elemento	Causa/Efecto	Tipo de riesgo	Consecuencia (C)	Exposición (E)	Probabilidad (P)	Magnitud del riesgo	Clasificación	Acción
Apisonadora de arena	Aplastamiento de dedos o manos por falta de atención	Físico (mecánico por aplastamiento)	6	3	2	18	Aceptable	Tolerable

Figura 4. Cuarto paso en la tabla de identificación de riesgos (Fine).

Metodología Mosler

Para calcular la cuantificación del riesgo y asignar automáticamente su clase, para cada elemento considerado se seleccionan, entre una lista desplegable, los valores de causa-efecto, tipo de riesgo, función, sustitución, perturbación, extensión, agresión y vulnerabilidad, con lo cual se asigna automáticamente un puntaje predefinido que genera el valor de la cuantificación del riesgo y la clase de riesgo.

El archivo de Excel que se utilizó puede encontrarse anexo en la versión digital de esta tesis y puede ser utilizado para los fines que al usuario le convengan.

El uso de este archivo es sencillo y se encuentra descrito a continuación:

- Colocar (escribir) en la primera columna el elemento que se va a calificar (por ejemplo, equipo, proceso, etc.)

No.	Elemento	Causa-Efecto	Tipo de riesgo	Función (F)	Sustitución (S)	Perturbación (P)	Extensión (E)	Agresión (A)	Vulnerabilidad (V)	Cuantificación de riesgo	Clase de riesgo
1	Apisonadora de arena										
2											
3											
4											
5											

Figura 5. Primer paso en la identificación de riesgos (Mosler).

- En la segunda columna colocar (escribir) la causa efecto asociada con el riesgo, esto para ejemplificar un escenario y con esto poder realizar la evaluación de los criterios.

No.	Elemento	Causa-Efecto	Tipo de riesgo	Función (F)	Sustitución (S)	Perturbación (P)	Extensión (E)	Agresión (A)	Vulnerabilidad (V)	Cuantificación de riesgo	Clase de riesgo
1	Apisonadora de arena	Aplastamiento de dedos o manos por falta de atención al trabajar									
2											
3											
4											
5											

Figura 6. Segundo paso en la identificación de riesgos (Mosler).

3. En la tercera columna seleccionar el tipo de riesgo que se encuentra asociado a este elemento (por ejemplo, riesgo físico, riesgo térmico).

No.	Elemento	Causa-Efecto	Tipo de riesgo	Función (F)	Sustitución (S)	Perturbación (P)	Extensión (E)	Agresión (A)	Vulnerabilidad (V)	Cuantificación de riesgo	Clase de riesgo
1	Apisonadora de arena	Aplastamiento de dedos o manos por falta de atención al trabajar	Físico (mecánico por aplastamiento)								
2											
3											
4											
5											

Figura 7. Tercer paso en la identificación de riesgos (Mosler).

4. De acuerdo con las observaciones realizadas durante la visita al área analizada, se seleccionaron en las listas desplegables los puntajes para cada elemento de evaluación (función, sustitución, extensión, agresión y vulnerabilidad). El detalle de estos criterios se encuentra para su consulta en las tablas 2 a 7 de este documento.

No.	Elemento	Causa-Efecto	Tipo de riesgo	Función (F)	Sustitución (S)	Perturbación (P)	Extensión (E)	Agresión (A)	Vulnerabilidad (V)	Cuantificación de riesgo	Clase de riesgo
1	Apisonadora de arena	Aplastamiento de dedos o manos por falta de atención al trabajar	Físico (mecánico por aplastamiento)	Días	Inmediatamente	Reacción de grupo	Individual	Mensual	No requiere mayor protección		
2											
3											
4											
5											

Figura 8. Cuarto paso en la identificación de riesgos (Mosler).

5. Una vez que han sido seleccionadas las opciones de los criterios la tabla automáticamente arrojará una cuantificación del riesgo considerado junto con la clase de riesgo, esto de acuerdo a la tabla 8 de este documento.

No.	Elemento	Causa-Efecto	Tipo de riesgo	Función (F)	Sustitución (S)	Perturbación (P)	Extensión (E)	Agresión (A)	Vulnerabilidad (V)	Cuantificación de riesgo	Clase de riesgo
1	Apisonadora de arena	Aplastamiento de dedos o manos por falta de atención al trabajar	Físico (mecánico por aplastamiento)	Días	Inmediatamente	Reacción de grupo	Individual	Mensual	No requiere mayor protección	12	Muy bajo
2											
3											
4											
5											

Figura 9. Quinto paso en la identificación de riesgos (Mosler).

Con esta información se procede a analizar los resultados de la manera que más le convenga al usuario.

VIII. Procesos realizados en el Área de Fundición, instalaciones de servicios, identificación del equipo utilizado y layout de laboratorio.

Con el fin de contar con una visión más amplia sobre las actividades que realizan los alumnos durante las prácticas en el área de Fundición, se llevó a cabo una revisión detallada de los procedimientos experimentales indicados en el manual de prácticas correspondientes a las asignaturas de *Fundición* y *Metalurgia de aleaciones coladas base aluminio*. La revisión contribuye a la identificación de los riesgos existentes o que pueden surgir al realizar cada una de las prácticas propuestas en las asignaturas.

Parte del resultado del análisis mencionado, es la identificación de los procesos generales desarrollados en el área de **Fundición**, los cuales se describen a continuación.

1. Preparación y control de mezclas de arenas de moldeo: Primero se deben conocer las propiedades de las arenas de moldeo que serán utilizadas para la elaboración de los moldes dónde posteriormente se vaciará el metal líquido.
 - a. Muestreo de arena: Se toman muestras de arena sílice y de arenas de moldeo de las tolvas del laboratorio para realizar la posterior caracterización y así darle el tratamiento más adecuado.
 - b. Distribución de tamaño de partículas de arena: A las muestras de arenas se les determina la distribución del tamaño de partículas utilizando mallas de distintos calibres las cuales se colocan en un equipo de tamizado, ya que en el subproceso **a.** se obtuvieron las muestras representativas de las arenas que se emplearán para la caracterización de las mismas. Realizada la distribución del tamaño de partícula se procede a la preparación de la mezcla con el molino chileno.
 - c. Ensayos de propiedades físicas y mecánicas de las muestras: Se realizan varios ensayos con la probeta norma para determinar varias propiedades físicas y mecánicas, como son permeabilidad, compactabilidad, humedad, dureza, resistencia al corte, resistencia a la compresión, resistencia a la tracción y resistencia al impacto. El objetivo de este paso es determinar la mejor condición de humedad para la elaboración de los moldes. Se utilizan varios equipos específicos para determinar cada propiedad como son la máquina universal de resistencias (marca DIETERT, modelo.405), el permeámetro (marca DIETERT, modelo. 335-B) y el durómetro (marca DIETERT, modelo 473), entre otros.
 - d. Determinación del punto de templado. Se determina con base a la resistencia a la compresión en verde y densidad (propiedad mecánica y física respectivamente). Con la ayuda del paso anterior (apartado c) se determinan las mejores propiedades de la mezcla de arena para moldeo, para proceder a continuación a elaborar los moldes que contendrán las piezas de interés. Estos moldes serán utilizados para el vaciado del metal fundido en los pasos subsecuentes.
2. Fusión y Tratamiento de metal líquido (aleaciones no ferrosas): En esta serie de procesos se lleva a cabo la fusión de las aleaciones coladas base aluminio deseadas, a partir de la cantidad de chatarra que ha sido previamente calculada y acondicionada y a la que posteriormente, en base al análisis químico preliminar del metal líquido, se le añaden los elementos químicos necesarios para cumplir con las especificaciones de composición química requerida bajo norma.
 - a. Modificación y refinación: Son tratamientos al metal líquido. La modificación se realiza únicamente en la fabricación de las aleaciones de Al-Si; en cambio, la refinación se lleva a cabo en la fabricación de todas las aleaciones de aluminio. Para fundir la chatarra previamente calculada se utiliza el horno de crisol. Una vez que se está fundiendo la chatarra, se va agregando el fundente con el objetivo de proteger el metal líquido de la humedad que persiste en el medio ambiente, generando así una barrera mecánica ya que el aluminio en estado líquido es susceptible al hidrógeno, el cual puede provocar un defecto en la pieza, principalmente debido a porosidades. Posteriormente, se remueve el fundente y la escoria, procediendo a agregar en el metal líquido el modificador (aleación

liga Al-Sr) y el refinador (aleación liga Al-Ti) mediante una lanza acondicionada para estos tratamientos. La adición del modificador y el refinador tienen como objetivo mejorar las propiedades mecánicas de las piezas a fabricar.

- b. Desgasificación: En este proceso, con la ayuda de una lanza previamente acondicionada, el gas argón es introducido a la aleación fundida. El objetivo principal de este tratamiento al metal líquido es para remover el hidrógeno que se puede encontrar disuelto en el metal líquido, y evitar así la aparición de defectos, en este caso sopladuras, las cuales provocan la disminución de las propiedades mecánicas en las piezas que se fabrican.
 - c. Análisis químico preliminar: Se toman muestras de metal líquido de las aleaciones a fabricar bajo norma y éstas se vierten en un molde metálico donde se dejan solidificar para posteriormente realizar el análisis químico preliminar mediante un espectrómetro de emisión atómica (marca SPECTRO). Este análisis químico determinará si el metal líquido cumple con la composición química establecida bajo norma. En caso de que esté fuera de especificación, se tendrá que efectuar un ajuste de carga para asegurar la composición química deseada.
3. Fusión y tratamiento del metal líquido para aleaciones ferrosas: Se utiliza el horno de inducción sin núcleo para realizar este proceso, en el cual se fabrican aleaciones ferrosas (hierros colados), partiendo de cantidades de chatarra previamente calculadas. Una vez fundida las chatarras, se van añadiendo los elementos necesarios para cumplir con las especificaciones de la composición química establecida bajo norma.
- a. Escorificación: Al fundirse la chatarra, se le agrega un escorificarte, que es un aglomerante que se emplea para remover la escoria, la cual se forma debido principalmente a los elementos contaminantes presentes en las chatarras. Para remover la escoria se utiliza una varilla de acero de bajo carbono.
 - b. Análisis químico preliminar: Por medio de un cucharón revestido con material refractario, se retira una muestra del metal líquido y se vierte en un molde metálico; una vez que la muestra solidifica, ésta se desbasta con un esmeril para generar una superficie completamente plana, en la cual se procede posteriormente a determinar la composición química preliminar empleando un espectrómetro de emisión atómica (marca SPECTRO). En caso de que la composición química preliminar no cumpla con la especificación bajo norma, se procede a realizar un ajuste de carga mediante la adición de materia prima de ajuste, por ejemplo, si se requiere ajustar el porcentaje de silicio en el metal líquido, se emplea una ferroaleación de FeSi; en caso de que el porcentaje de manganeso en el metal líquido sea bajo, se emplea una ferroaleación de FeMn. Una vez que se calcula el ajuste de la carga, se adiciona la materia prima de ajuste al metal líquido, para que, una vez disuelta esta materia prima, se proceda nuevamente a realizar el análisis químico preliminar y, en conclusión, asegurar la composición química bajo norma de la aleación ferrosa.
 - c. Inoculación: Es un tratamiento al metal líquido con el cual se propicia la formación de centros de nucleación, con el objetivo de que precipite el carbono en forma libre durante la solidificación. Si únicamente se realiza la inoculación, se podrá obtener un hierro gris, donde la morfología del carbono grafito libre es de hojuela o lámina. El inoculante (ferrosilicio) se vierte al metal líquido y con esto se garantiza la obtención del carbono

grafito libre y por ende se cumple con las propiedades mecánicas establecidas bajo norma.

- d. Nodulización: Este tratamiento al metal líquido se emplea principalmente para la fabricación de hierro nodular y también para la fabricación de hierro vermicular. El tratamiento consiste en adicionar una ferroaleación de magnesio (FeSiMg) al metal líquido. El objetivo principal de este tratamiento es modificar durante la solidificación de la aleación, la morfología del carbono grafito libre, teniendo así una morfología completamente esferoidal. Para la fabricación de un hierro nodular, la inoculación es importante debido a que, durante la solidificación del metal líquido, propicia la generación de centros de nucleación en donde el carbono grafito libre va a precipitar con forma de nódulo o esferoide.
4. Diseño de alimentadores y sistemas de colada: En esta etapa se calculan los ductos y accesorios (sistema de colada) que debe tener el molde previamente elaborado. El objetivo del sistema de colada es transportar el metal líquido desde el exterior del molde hasta el interior del mismo, asegurando un flujo constante y lo menos turbulento posible del metal líquido hacia la cavidad de la pieza de interés. La metodología de cálculo de los sistemas de colada es diferente para una aleación ferrosa y no ferrosa. Por otra parte, el diseño de los alimentadores tiene como objetivo principal trasladar las contracciones por solidificación de la pieza hacia el alimentador.
 - a. Diseño metalúrgico: Evita que la pieza obtenida tenga defectos que se generen al momento de colar y hacer el desmolde.
 - b. Diseño de alimentadores: Los alimentadores son accesorios que tienen como función trasladar la contracción del metal líquido al solidificarse, contracción líquido-líquido y líquido-sólido (solidificación). Estas dos contracciones producen un defecto llamado rechupe, que generalmente se presentan en forma de porosidades irregulares, y que en caso de no colocar los alimentadores, estas porosidades pueden estar localizadas o dispersas dentro de la pieza a fabricar. La colocación y el número de alimentadores dependerá principalmente de las dimensiones de las piezas y de las propiedades físicoquímicas de la aleación a fabricar.
 - c. Diseño de colada y análisis de defectos: En esta etapa se diseñan la serie de ductos que transportarán el metal líquido desde el exterior hasta el interior de la pieza de interés. Una vez solidificada la pieza y cumpliendo el tiempo de enfriamiento previamente establecido, se procede con la inspección visual para identificar los defectos superficiales; posteriormente se realiza los cortes correspondientes a la pieza (cortes transversales y longitudinales) para identificar los defectos internos.

Para mayor detalle sobre cada uno de los procesos que se realizan en el área de Fundición, véase el Anexo I.

Posterior a la revisión detallada del manual de prácticas de las asignaturas, se determinaron cuáles son los equipos utilizados en el área de *Fundición* y los riesgos (mecánicos, químicos y eléctricos) que se asocian a cada uno, los cuales se indican y clasifican en la Tabla 13.

Tabla 13. Riesgos identificados por equipo

No.	Equipo	Uso	Procesos	Tipo de Riesgo
1	Apisonadora de arena	Compactación de arena en los moldes	Preparación y control de mezclas de arenas de moldeo	Físico (mecánico por aplastamiento)
2	Arco con segueta	Corte de piezas metálicas	Diseño de alimentadores y sistemas de colada	Físico (mecánico por corte)
3	Banco de moldeo semi-automático	Moldeo de piezas, utiliza fluido (aire) a presión para su funcionamiento	Fusión y tratamiento de metal líquido (aleaciones no ferrosas y ferrosas), Diseño de alimentadores y sistemas de colada	Físico (mecánico por aplastamiento)
4	Desbastadora	Eliminación de imperfecciones en piezas metálicas, utiliza material con alto coeficiente de fricción	Fusión y tratamiento de metal líquido (aleaciones no ferrosas y no ferrosas), Diseño de alimentadores y sistemas de colada	Físico (mecánico por abrasión) Eléctrico (por corto circuito y por descarga eléctrica) Incendio (por corto circuito)
5	Desterronadora	Dstrucción de moldes de arena para su aprovechamiento posterior	Fusión y tratamiento de metal líquido (aleaciones no ferrosas y ferrosas), Diseño de alimentadores y sistemas de colada	Físico (mecánico por corte) Eléctrico (por corto circuito y por descarga eléctrica) Incendio (por corto circuito)
6	Estufa	Calentamiento de múltiples materiales de laboratorio	Preparación y control de mezclas de arenas de moldeo	Físico (térmico por quemadura) Químico (por liberación de gases) Incendio (por corto circuito)
7	Horno de crisol	Calentamiento y fundición de múltiples materiales	Fusión y tratamiento de metal líquido (aleaciones no ferrosas), Diseño de alimentadores y sistemas de colada	Físico (térmico por quemadura) Químico (por liberación de gases)

No.	Equipo	Uso	Procesos	Tipo de Riesgo
				Incendio
8	Horno de inducción	Fundición de metales	Fusión y tratamiento de metal líquido (aleaciones ferrosas)	Físicos (térmico por quemadura) Eléctrico (por corto circuito y por descarga eléctrica) Incendio
9	Lijadora de banda	Se utiliza material con alto coeficiente de fricción para eliminar irregularidades en la superficie del material	Fusión y tratamiento de metal líquido (aleaciones no ferrosas) Diseño de alimentadores y Sistemas de colada	Físico (mecánico por abrasión) Eléctrico (por corto circuito y por descarga eléctrica) Incendio
10	Lingoteras metálicas	Se vierten en las lingoteras el material fundido para darle la forma deseada	Fusión y tratamiento de metal líquido (aleaciones no ferrosas) Diseño de alimentadores y Sistemas de colada	Físico (mecánico por aplastamiento, térmico por quemadura)
11	Máquina de tracción	Se prueba el punto de fallo de piezas metálicas	Preparación y Control de mezclas de arenas de moldeo	Físico (mecánico por corte) Eléctrico (por corto circuito y descarga eléctrica) Incendio
12	Máquina para resistencia	Se prueba el punto de fallo de piezas metálicas	Preparación y Control de mezclas de arenas de moldeo	Físico (mecánico por corte) Eléctrico (por corto circuito y descarga eléctrica) Incendio
13	Mezcladores de arena	Homogeneización de la mezcla de arena	Preparación y Control de mezclas de arenas de moldeo	Físico (mecánico por corte) Eléctrico (por corto circuito y

No.	Equipo	Uso	Procesos	Tipo de Riesgo
				descarga eléctrica) Incendio
14	Molino chileno	Homogeneización de la mezcla de arena	Preparación y Control de mezclas de arenas de moldeo, Fusión y tratamiento de metal líquido (aleaciones no ferrosas y ferrosas), Diseño de alimentadores y Sistemas de colada	Físico (mecánico por aplastamiento) Eléctrico (por corto circuito y descarga eléctrica) Incendio
15	Pisoneta neumática	Aplanamiento/compactación de muestras de arena	Fusión y Tratamiento de metal líquido (aleaciones no ferrosas y ferrosas), Diseño de alimentadores y Sistemas de colada	Físico (mecánico por aplastamiento)
16	Pulidora/Esmeril con disco de desbaste	Preparación de muestra solidificada de metal para análisis químico	Fusión y Tratamiento de metal líquido (aleaciones no ferrosas y ferrosas), Diseño de alimentadores y Sistemas de colada	Físico (mecánico por abrasión) Eléctrico (por corto circuito y descarga eléctrica) Incendio (por corto circuito)
17	Quemador de precalentamiento	Precalentado de hornos y olla de colado	Fusión y tratamiento de metal líquido (aleaciones ferrosas y no ferrosas) Diseño de alimentadores y Sistemas de colada	Físico (térmico por quemadura) Eléctrico (por corto circuito y descarga eléctrica) Incendio
18	Sierra cinta	Corte de piezas de madera	Diseño de alimentadores y Sistemas de colada	Físico (mecánico por corte) Eléctrico (por corto circuito y descarga eléctrica) Incendio (por corto circuito)

No.	Equipo	Uso	Procesos	Tipo de Riesgo
19	Sierra de banco	Corte de piezas de madera	Diseño de alimentadores y sistemas de colada	Físico (mecánico por corte) Eléctrico (por corto circuito y descarga eléctrica) Incendio (por corto circuito)
20	Sierra circular	Corte de piezas de madera	Diseño de alimentadores y Sistemas de colada	Físico (mecánico por corte) Eléctrico (por corto circuito y descarga eléctrica) Incendio

IX. Identificación y evaluación de riesgos.

1. Preparación y control de mezclas de arenas de moldeo.

a. Muestreo de arena.

Equipos:

No se identificaron equipos que representen algún riesgo.

Servicios:

No se identificaron servicios que representen algún riesgo.

Procesos:

Tabla 14.1 Riesgos de procesos presentes en el muestreo de arena (Fine).

Proceso	Causa/Efecto	Tipo de riesgo	Consecuencia (C)	Exposición (E)	Probabilidad (P)	Magnitud del riesgo	Clasificación	Acción
Muestreo de arena	Inhalación de polvos finos por la descarga de material en distintas partes del proceso	Físico / Químico (por inhalación)	4 (15 pts)	3 (3 pts)	2 (6 pts)	270	Alto	Corrección inmediata

Tabla 14.2 Riesgos de procesos presentes en el muestreo de arena (Mosler).

Proceso	Causa/Efecto	Tipo de riesgo	Función (F)	Sustitución (S)	Perturbación (P)	Extensión (E)	Agresión (A)	Vulnerabilidad (V)	Cuantificación de riesgo	Clase de riesgo
Muestreo de arena	Inhalación de polvos finos por la descarga de material en distintas partes del proceso	Físico / Químico (por inhalación)	Semanas (3 pts)	Inmediatamente (1 pto)	Individual y en su entorno (1 pto)	Individual (1 pto)	Semanal (4 pts)	Parcialmente o mal protegido (3 pts)	48	Muy bajo

b. Distribución de tamaño de partículas de arena.

Equipos:

No se identificaron equipos que representen algún riesgo.

Servicios:

No se identificaron servicios que representen algún riesgo.

Procesos:

No se identificaron procesos que representen algún riesgo.

c. Preparación de mezcla de arena y probeta norma.

Tabla 15.1 Riesgos de equipos presentes en la preparación de mezclas de arena y probeta norma (Fine).

Elemento	Causa/Efecto	Tipo de riesgo	Consecuencia (C)	Exposición (E)	Probabilidad (P)	Magnitud del riesgo	Clasificación	Acción
Apisonadora de arena	Aplastamiento de dedos o manos por impericia	Físico (mecánico por aplastamiento)	6 (1 pto)	3 (3 pts)	2 (6 pts)	18	Aceptable	Tolerable
Mezcladora de arena	Corte de extremidades por impericia o falta o mal uso de EPP	Físico (mecánico por corte)	4 (15 pts)	5 (1 pto)	3 (3 pts)	45	Moderado	Debe Corregirse
Mezcladora de arena	Daño a instalaciones eléctricas por corto circuito	Eléctrico (por corto circuito)	3 (25 pts)	6 (0.5 pts)	4 (1 pto)	12.5	Aceptable	Tolerable
Mezcladora de arena	Incendio por corto circuito	Incendio	4 (15 pts)	6 (0.5 pts)	4 (1 pto)	7.5	Aceptable	Tolerable
Mezcladora de arena	Descarga eléctrica puede provocar la muerte	Eléctrico (por descarga eléctrica)	4 (15 pts)	6 (0.5 pts)	4 (1 pto)	7.5	Aceptable	Tolerable
Molino chileno	Aplastamiento de dedos o manos por impericia	Físico (mecánico por aplastamiento)	5 (5 pts)	5 (1 pto)	2 (6 pts)	30	Moderado	Debe Corregirse
Molino chileno	Daño a instalaciones eléctricas por corto circuito	Eléctrico (por corto circuito)	3 (25 pts)	6 (0.5 pts)	4 (1 pto)	12.5	Aceptable	Tolerable
Molino chileno	Descarga eléctrica puede provocar la muerte	Eléctrico (por descarga eléctrica)	4 (15 pts)	6 (0.5 pts)	4 (1 pto)	7.5	Aceptable	Tolerable
Molino chileno	Incendio por corto circuito	Incendio	4 (15 pts)	6 (0.5 pts)	4 (1 pto)	7.5	Aceptable	Tolerable

Tabla 15.2 Riesgos de equipos presentes en la preparación de mezclas de arena y probeta norma (Mosler).

Elemento	Causa-Efecto	Tipo de riesgo	Función (F)	Sustitución (S)	Perturbación (P)	Extensión (E)	Agresión (A)	Vulnerabilidad (V)	Cuantificación de riesgo	Clase de riesgo
Apisonadora de arena	Aplastamiento de dedos o manos por impericia	Físico (mecánico por aplastamiento)	Días (2 pts)	Inmediatamente (1 pto)	Reacción de grupo (2 pts)	Individual (1 pto)	Mensual (3 pts)	No requiere mayor protección (1 pto)	12	Muy bajo
Mezcladora de arena	Corte de extremidades por impericia o falta o mal uso de EPP	Físico (mecánico por corte)	Semanas (3 pts)	Mayor a 1 mes (4 pts)	Reacción de grupo (2 pts)	Individual (1 pto)	Anual (2 pts)	Sin protección o muy vulnerable (5 pts)	140	Muy bajo
Mezcladora de arena	Daños a extremidades por mal manejo del equipo	Físico (mecánico por corte)	Semanas (3 pts)	Irreparable (5 pts)	Área de una entidad o dependencia (3 pts)	Individual (1 pto)	2 o más años (1 pto)	Sin protección o muy vulnerable (5 pts)	90	Muy bajo
Mezcladora de arena	Daño a instalaciones eléctricas por corto circuito	Eléctrico (por corto circuito)	Meses (4 pts)	Mayor a 1 mes (4 pts)	Área de una entidad o dependencia (3 pts)	Local (2 pts)	2 o más años (1 pto)	Parcialmente o mal protegido (3 pts)	66	Muy bajo
Mezcladora de arena	Incendio por corto circuito	Incendio	Semanas (3 pts)	Mayor a 1 mes (4 pts)	Entidad o dependencia (4 pts)	Local (2 pts)	2 o más años (1 pto)	Parcialmente o mal protegido (3 pts)	60	Muy bajo
Mezcladora de arena	Descarga eléctrica puede provocar la muerte	Eléctrico (por descarga eléctrica)	Meses (4 pts)	Irreparable (5 pts)	Impacta en medios de comunicación (5 pts)	Individual (1 pto)	2 o más años (1 pto)	No requiere mayor protección (1 pto)	25	Muy bajo
Molino chileno	Aplastamiento de dedos o manos por impericia	Físico (mecánico por aplastamiento)	Horas (1 pto)	Inmediatamente (1 pto)	Reacción de grupo (2 pts)	Individual (1 pto)	Semanal (4 pts)	No requiere mayor protección (1 pto)	12	Muy bajo
Molino chileno	Daño a instalaciones eléctricas por corto circuito	Eléctrico (por corto circuito)	Meses (4 pts)	Mayor a 1 mes (4 pts)	Área de una entidad o dependencia (3 pts)	Local (2 pts)	2 o más años (1 pto)	Parcialmente o mal protegido (3 pts)	66	Muy bajo
Molino chileno	Descarga eléctrica puede provocar la muerte	Eléctrico (por descarga eléctrica)	Meses (4 pts)	Irreparable (5 pts)	Impacta en medios de comunicación (5 pts)	Individual (1 pto)	2 o más años (1 pto)	No requiere mayor protección (1 pto)	25	Muy bajo
Molino chileno	Incendio por corto circuito	Incendio	Semanas (3 pts)	Mayor a 1 mes (4 pts)	Entidad o dependencia (4 pts)	Local (2 pts)	2 o más años (1 pto)	Parcialmente o mal protegido (3 pts)	60	Muy bajo

Servicios:

No se identificaron servicios que representen algún riesgo.

Procesos:

Tabla 16.1 Riesgos de procesos presentes en la preparación de mezclas de arena y probeta norma (Fine).

Proceso	Causa/Efecto	Tipo de riesgo	Consecuencia (C)	Exposición (E)	Probabilidad (P)	Magnitud del riesgo	Clasificación	Acción
Preparación de mezclas	Irritación cutánea debido al contacto con la bentonita por no usar EPP	Químico (por quemadura de sustancia química)	6 (1 pto)	3 (3 pts)	1 (10 pts)	30	Moderado	Debe Corregirse

Tabla 16.2 Riesgos de procesos presentes en la preparación de mezclas de arena y probeta norma (Mosler).

Proceso	Causa/Efecto	Tipo de riesgo	Función (F)	Sustitución (S)	Perturbación (P)	Extensión (E)	Agresión (A)	Vulnerabilidad (V)	Cuantificación de riesgo	Clase de riesgo
Preparación de mezclas	Irritación cutánea debido al contacto con la bentonita por no usar EPP	Químico (por quemadura de sustancia química)	Horas (1 pto)	1 a 3 semanas (2 pts)	Individual y en su entorno (1 pto)	Individual (1 pto)	Semanal (4 pts)	Parcialmente o mal protegido (3 pts)	36	Muy bajo

d. Ensayos de propiedades físicas y mecánicas.

Equipos:

Tabla 17.1 Riesgos de equipos presentes en los ensayos de propiedades físicas y mecánicas de muestras (Fine).

Elemento	Causa/Efecto	Tipo de riesgo	Consecuencia (C)	Exposición (E)	Probabilidad (P)	Magnitud del riesgo	Clasificación	Acción
Apisonadora de arena	Aplastamiento de dedos o manos por impericia	Físico (mecánico por aplastamiento)	6 (1 pto)	3 (3 pts)	2 (6 pts)	18	Aceptable	Tolerable
Estufa	Incendio por contacto de material inflamable (gas LP) con fuente de calor y escape de gas	Incendio	4 (15 pts)	4 (2 pts)	4 (1 pto)	30	Moderado	Debe Corregirse
Estufa	Intoxicación por liberación de gases, puede llegar a ser fatal	Químico	3 (25 pts)	6 (0.5 pts)	4 (1 pto)	12.5	Aceptable	Tolerable
Estufa	Quemaduras por impericia, mal uso o falta de EPP aluminizado	Físico (térmico por quemadura)	5 (5 pts)	4 (2 pts)	2 (6 pts)	60	Moderado	Debe Corregirse
Máquina de resistencia	Impacto de pequeñas piezas metálicas en tejido suave como ojos	Físico (mecánico por corte)	6 (1 pto)	4 (2 pts)	3 (3 pts)	6	Aceptable	Tolerable
Máquina de resistencia	Incendio por corto circuito	Incendio	5 (5 pts)	5 (1 pto)	3 (3 pts)	15	Aceptable	Tolerable
Máquina de resistencia	Daño a instalaciones eléctricas por corto circuito	Eléctrico (por corto circuito)	3 (25 pts)	6 (0.5 pts)	4 (1 pto)	12.5	Aceptable	Tolerable
Máquina de resistencia	Descarga eléctrica puede provocar la muerte	Eléctrico (por descarga eléctrica)	4 (15 pts)	6 (0.5 pts)	4 (1 pto)	7.5	Aceptable	Tolerable

Tabla 17.2 Riesgos de equipos presentes en los ensayos de propiedades físicas y mecánicas de muestras (Mosler).

Elemento	Causa-Efecto	Tipo de riesgo	Función (F)	Sustitución (S)	Perturbación (P)	Extensión (E)	Agresión (A)	Vulnerabilidad (V)	Cuantificación de riesgo	Clase de riesgo
Apisonadora de arena	Aplastamiento de dedos o manos por impericia	Físico (mecánico por aplastamiento)	Días (2 pts)	Inmediatamente (1 pto)	Reacción de grupo (2 pts)	Individual (1 pto)	Mensual (3 pts)	No requiere mayor protección (1 pto)	12	Muy bajo
Estufa	Incendio por contacto de material inflamable (gas LP) con fuente de calor y escape de gas	Incendio	Semanas (3 pts)	Mayor a 1 mes (4 pts)	Área de una entidad o dependencia (3 pts)	Local (2 pts)	Anual (2 pts)	Parcialmente o mal protegido (3 pts)	108	Muy bajo
Estufa	Intoxicación por liberación de gases, puede llegar a ser fatal	Químico	Semanas (3 pts)	Irreparable (5 pts)	Impacta en medios de comunicación (5 pts)	Local (2 pts)	2 o más años (1 pto)	Parcialmente o mal protegido (3 pts)	75	Muy bajo
Estufa	Quemaduras por impericia, mal uso o falta de EPP aluminizado	Físico (térmico por quemadura)	Horas (1 pto)	Mayor a 1 mes (4 pts)	Reacción de grupo (2 pts)	Individual (1 pto)	Semanal (4 pts)	Parcialmente o mal protegido (3 pts)	72	Muy bajo
Máquina para resistencia	Impacto de pequeñas piezas metálicas en tejidos suaves como los ojos	Físico (mecánico por corte)	Días (2 pts)	Mayor a 1 mes (4 pts)	Reacción de grupo (2 pts)	Individual (1 pto)	Mensual (3 pts)	Sin protección (4 pts)	120	Muy bajo
Máquina para resistencia	Incendio por corto circuito	Incendio	Semanas (3 pts)	Mayor a 1 mes (4 pts)	Área de una entidad o dependencia (3 pts)	Local (2 pts)	Anual (2 pts)	Parcialmente o mal protegido (3 pts)	108	Muy bajo
Máquina para resistencia	Daño a instalaciones eléctricas por corto circuito	Eléctrico (por corto circuito)	Meses (4 pts)	Mayor a 1 mes (4 pts)	Área de una entidad o dependencia (3 pts)	Local (2 pts)	2 o más años (1 pto)	Parcialmente o mal protegido (3 pts)	66	Muy bajo
Máquina para resistencia	Descarga eléctrica puede provocar la muerte	Eléctrico (por descarga eléctrica)	Meses (4 pts)	Irreparable (5 pts)	Impacta en medios de comunicación (5 pts)	Individual (1 pto)	2 o más años (1 pto)	No requiere mayor protección (1 pto)	25	Muy bajo

Servicios:

Tabla 18.1 Riesgos de servicios presentes en los ensayos de propiedades físicas y mecánicas de muestras (Fine).

Elemento	Causa	Efecto	Consecuencia (C)	Exposición (E)	Probabilidad (P)	Magnitud del riesgo	Clasificación	Acción
Aire comprimido	Falla mecánica del equipo, puede provocar estallido proyectando escombros	Físico (mecánico por impacto de material)	2 (50 pts)	6 (0.5 pts)	5 (0.5 pts)	12.5	Aceptable	Tolerable
Aire comprimido	Atrapamiento de extremidades en mecanismo	Físico (mecánico por atrapamiento)	4 (15 pts)	6 (0.5 pts)	2 (6 pts)	45	Moderado	Debe Corregirse
Gas LP	Fuga que provoque intoxicación	Químico	3 (25 pts)	6 (0.5 pts)	4 (1 pto)	12.5	Aceptable	Tolerable
Gas LP	Ignición de fluido por fuentes térmicas externas	Incendio	3 (25 pts)	6 (0.5 pts)	4 (1 pto)	12.5	Aceptable	Tolerable
Gas LP	Fuga que genere atmósfera explosiva	Incendio	3 (25 pts)	6 (0.5 pts)	4 (1 pto)	12.5	Aceptable	Tolerable

Tabla 18.2 Riesgos de servicios presentes en los ensayos de propiedades físicas y mecánicas de muestras (Mosler).

Elemento	Causa-Efecto	Tipo de riesgo	Función (F)	Sustitución (S)	Perturbación (P)	Extensión (E)	Agresión (A)	Vulnerabilidad (V)	Cuantificación de riesgo	Clase de riesgo
Aire comprimido	Falla mecánica del equipo que puede provocar estallido, proyectando escombros	Físico (mecánico por impacto de material)	Semanas (3 pts)	Hasta 1 mes (3 pts)	Área de una entidad o dependencia (3 pts)	Local (2 pts)	2 o más años (1 pto)	Sin protección (4 pts)	60	Muy bajo
Aire comprimido	Atrapamiento de extremidades en mecanismo	Físico (mecánico por atrapamiento)	Días (2 pts)	1 a 3 semanas (2 pts)	Reacción de grupo (2 pts)	Local (2 pts)	2 o más años (1 pto)	Sin protección o muy vulnerable (5 pts)	40	Muy bajo
Gas LP	Fuga que provoque intoxicación	Químico (por intoxicación)	Semanas (3 pts)	1 a 3 semanas (2 pts)	Área de una entidad o dependencia (3 pts)	Local (2 pts)	2 o más años (1 pto)	No requiere mayor protección (1 pto)	12	Muy bajo
Gas LP	Ignición del fluido por fuentes térmicas externas	Incendio	Meses (4 pts)	Mayor a 1 mes (4 pts)	Entidad o dependencia (4 pts)	Local (2 pts)	2 o más años (1 pto)	No requiere mayor protección (1 pto)	24	Muy bajo
Gas LP	Fuga que cree una atmósfera explosiva, desencadenando una explosión	Físico (mecánico por explosión)	Meses (4 pts)	Mayor a 1 mes (4 pts)	Entidad o dependencia (4 pts)	Local (2 pts)	2 o más años (1 pto)	No requiere mayor protección (1 pto)	24	Muy bajo

Procesos:

No se identificaron procesos que representen algún riesgo.

e. Determinación de propiedades químicas.

Equipos:

Tabla 19.1 Riesgos de equipos presentes en la determinación de propiedades químicas (Fine).

Elemento	Causa/Efecto	Tipo de riesgo	Consecuencia (C)	Exposición (E)	Probabilidad (P)	Magnitud del riesgo	Clasificación	Acción
Estufa	Incendio por contacto de material inflamable (gas LP) con fuente de calor y escape de gas	Incendio	4 (15 pts)	4 (2 pts)	4 (1 pto)	30	Moderado	Debe Corregirse
Estufa	Intoxicación por liberación de gases, puede llegar a ser fatal	Químico	3 (25 pts)	6 (0.5 pts)	4 (1 pto)	12.5	Aceptable	Tolerable
Estufa	Quemaduras por impericia, mal uso o falta de EPP aluminizado	Físico (térmico por quemadura)	5 (5 pts)	4 (2 pts)	2 (6 pts)	60	Moderado	Debe Corregirse

Tabla 19.2 Riesgos de equipos presentes en la determinación de propiedades químicas (Mosler).

Elemento	Causa-Efecto	Tipo de riesgo	Función (F)	Sustitución (S)	Perturbación (P)	Extensión (E)	Agresión (A)	Vulnerabilidad (V)	Cuantificación de riesgo	Clase de riesgo
Estufa	Incendio por contacto de material inflamable (gas LP) con fuente de calor y escape de gas	Incendio	Semanas (3 pts)	Mayor a 1 mes (4 pts)	Área de una entidad o dependencia (3 pts)	Local (2 pts)	Anual (2 pts)	Parcialmente o mal protegido (3 pts)	108	Muy bajo
Estufa	Intoxicación por liberación de gases, puede llegar a ser fatal	Químico	Semanas (3 pts)	Irreparable (5 pts)	Impacta en medios de comunicación (5 pts)	Local (2 pts)	2 o más años (1 pto)	Parcialmente o mal protegido (3 pts)	75	Muy bajo
Estufa	Quemaduras por impericia, mal uso o falta de EPP aluminizado	Físico (térmico por quemadura)	Horas (1 pto)	Mayor a 1 mes (4 pts)	Reacción de grupo (2 pts)	Individual (1 pto)	Semanal (4 pts)	Parcialmente o mal protegido (3 pts)	72	Muy bajo

Servicios:

Tabla 20.1 Riesgos de servicios presentes en la determinación de propiedades químicas (Fine).

Elemento	Causa	Efecto	Consecuencia (C)	Exposición (E)	Probabilidad (P)	Magnitud del riesgo	Clasificación	Acción
Gas LP	Fuga que provoque intoxicación	Químico	3 (25 pts)	6 (0.5 pts)	4 (1 pto)	12.5	Aceptable	Tolerable
Gas LP	Ignición de fluido por fuentes térmicas externas	Incendio	3 (25 pts)	6 (0.5 pts)	4 (1 pto)	12.5	Aceptable	Tolerable
Gas LP	Fuga que genere atmósfera explosiva	Incendio	3 (25 pts)	6 (0.5 pts)	4 (1 pto)	12.5	Aceptable	Tolerable

Tabla 20.2 Riesgos de servicios presentes en la determinación de propiedades químicas (Mosler).

Elemento	Causa-Efecto	Tipo de riesgo	Función (F)	Sustitución (S)	Perturbación (P)	Extensión (E)	Agresión (A)	Vulnerabilidad (V)	Cuantificación de riesgo	Clase de riesgo
Gas LP	Fuga que provoque intoxicación	Químico (por intoxicación)	Semanas (3 pts)	1 a 3 semanas (2 pts)	Área de una entidad o dependencia (3 pts)	Local (2 pts)	2 o más años (1 pto)	No requiere mayor protección (1 pto)	12	Muy bajo
Gas LP	Ignición del fluido por fuentes térmicas externas	Incendio	Meses (4 pts)	Mayor a 1 mes (4 pts)	Entidad o dependencia (4 pts)	Local (2 pts)	2 o más años (1 pto)	No requiere mayor protección (1 pto)	24	Muy bajo
Gas LP	Fuga que cree una atmósfera explosiva, desencadenando una explosión	Físico (mecánico por explosión)	Meses (4 pts)	Mayor a 1 mes (4 pts)	Entidad o dependencia (4 pts)	Local (2 pts)	2 o más años (1 pto)	No requiere mayor protección (1 pto)	24	Muy bajo

Procesos:

No se identificaron procesos que representen algún riesgo.

2. Fusión y tratamiento de metal líquido (aleaciones no ferrosas).

a. Modificación y refinación.

Equipos:

Tabla 21.1 Riesgos de equipos presentes en la modificación y refinación de aleaciones no ferrosas (Fine).

Elemento	Causa/Efecto	Tipo de riesgo	Consecuencia (C)	Exposición (E)	Probabilidad (P)	Magnitud del riesgo	Clasificación	Acción
Horno de crisol	Incendio por contacto de material inflamable (gas LP) con fuente de calor y escape de gas	Incendio	4 (15 pts)	5 (1 pto)	3 (3 pts)	45	Moderado	Debe Corregirse
Horno de crisol	Intoxicación por liberación de gases, puede llegar a ser fatal	Químico	3 (25 pts)	6 (0.5 pts)	4 (1 pto)	12.5	Aceptable	Tolerable
Horno de crisol	Quemaduras por impericia, mal uso o falta de EPP aluminizado	Físico (térmico por quemadura)	5 (5 pts)	4 (2 pts)	2 (6 pts)	60	Moderado	Debe Corregirse
Quemador de precalentamiento	Daño a instalaciones eléctricas por corto circuito	Eléctrico (por corto circuito)	3 (25 pts)	6 (0.5 pts)	4 (1 pto)	12.5	Aceptable	Tolerable
Quemador de precalentamiento	Descarga eléctrica puede provocar la muerte	Eléctrico (por descarga eléctrica)	4 (15 pts)	6 (0.5 pts)	4 (1 pto)	7.5	Aceptable	Tolerable
Quemador de precalentamiento	Incendio por contacto de material inflamable (gas LP) con fuente de calor y escape de gas	Incendio	4 (15 pts)	5 (1 pto)	3 (3 pts)	45	Moderado	Debe Corregirse
Quemador de precalentamiento	Quemaduras por impericia, mal uso o falta de EPP aluminizado	Físico (térmico por quemadura)	5 (5 pts)	4 (2 pts)	2 (6 pts)	60	Moderado	Debe Corregirse

Tabla 21.2 Riesgos de equipos presentes en la modificación y refinación de aleaciones no ferrosas (Mosler).

Elemento	Causa-Efecto	Tipo de riesgo	Función (F)	Sustitución (S)	Perturbación (P)	Extensión (E)	Agresión (A)	Vulnerabilidad (V)	Cuantificación de riesgo	Clase de riesgo
Horno de crisol	Incendio por contacto de material inflamable (gas LP) con fuente de calor y escape de gas	Incendio	Semanas (3 pts)	Mayor a 1 mes (4 pts)	Área de una entidad o dependencia (3 pts)	Local (2 pts)	Anual (2 pts)	Parcialmente o mal protegido (3 pts)	108	Muy bajo
Horno de crisol	Intoxicación por liberación de gases, puede llegar a ser fatal	Químico	Semanas (3 pts)	Irreparable (5 pts)	Impacta en medios de comunicación (5 pts)	Local (2 pts)	2 o más años (1 pto)	Parcialmente o mal protegido (3 pts)	75	Muy bajo
Horno de crisol	Quemaduras por impericia, mal uso o falta de EPP aluminizado	Físico (térmico por quemadura)	Horas (1 pto)	Mayor a 1 mes (4 pts)	Reacción de grupo (2 pts)	Individual (1 pto)	Semanal (4 pts)	Parcialmente o mal protegido (3 pts)	72	Muy bajo
Quemador de precalentamiento	Incendio por contacto de material inflamable (gas LP) con fuente de calor y escape de gas	Incendio	Semanas (3 pts)	Mayor a 1 mes (4 pts)	Área de una entidad o dependencia (3 pts)	Local (2 pts)	Anual (2 pts)	Parcialmente o mal protegido (3 pts)	108	Muy bajo
Quemador de precalentamiento	Quemaduras por impericia, mal uso o falta de EPP aluminizado	Físico (térmico por quemadura)	Horas (1 pto)	Mayor a 1 mes (4 pts)	Reacción de grupo (2 pts)	Individual (1 pto)	Semanal (4 pts)	Parcialmente o mal protegido (3 pts)	72	Muy bajo
Quemador de precalentamiento	Daño a instalaciones eléctricas por corto circuito	Eléctrico (por corto circuito)	Meses (4 pts)	Mayor a 1 mes (4 pts)	Área de una entidad o dependencia (3 pts)	Local (2 pts)	2 o más años (1 pto)	Parcialmente o mal protegido (3 pts)	66	Muy bajo
Quemador de precalentamiento	Descarga eléctrica puede provocar la muerte	Eléctrico (por descarga eléctrica)	Meses (4 pts)	Irreparable (5 pts)	Impacta en medios de comunicación (5 pts)	Individual (1 pto)	2 o más años (1 pto)	No requiere mayor protección (1 pto)	25	Muy bajo

Servicios:

Tabla 22.1 Riesgos de servicios presentes en la modificación y refinación de aleaciones no ferrosas (Fine).

Elemento	Causa	Efecto	Consecuencia (C)	Exposición (E)	Probabilidad (P)	Magnitud del riesgo	Clasificación	Acción
Gas LP	Fuga que provoque intoxicación	Químico	3 (25 pts)	6 (0.5 pts)	4 (1 pto)	12.5	Aceptable	Tolerable
Gas LP	Ignición de fluido por fuentes térmicas externas	Incendio	3 (25 pts)	6 (0.5 pts)	4 (1 pto)	12.5	Aceptable	Tolerable
Gas LP	Fuga que genere atmósfera explosiva	Incendio	3 (25 pts)	6 (0.5 pts)	4 (1 pto)	12.5	Aceptable	Tolerable

Tabla 22.2 Riesgos de servicios presentes en la modificación y refinación de aleaciones no ferrosas (Mosler).

Elemento	Causa-Efecto	Tipo de riesgo	Función (F)	Sustitución (S)	Perturbación (P)	Extensión (E)	Agresión (A)	Vulnerabilidad (V)	Cuantificación de riesgo	Clase de riesgo
Gas LP	Fuga que provoque intoxicación	Químico (por intoxicación)	Semanas (3 pts)	1 a 3 semanas (2 pts)	Área de una entidad o dependencia (3 pts)	Local (2 pts)	2 o más años (1 pto)	No requiere mayor protección (1 pto)	12	Muy bajo
Gas LP	Ignición del fluido por fuentes térmicas externas	Incendio	Meses (4 pts)	Mayor a 1 mes (4 pts)	Entidad o dependencia (4 pts)	Local (2 pts)	2 o más años (1 pto)	No requiere mayor protección (1 pto)	24	Muy bajo
Gas LP	Fuga que cree una atmósfera explosiva, desencadenando una explosión	Físico (mecánico por explosión)	Meses (4 pts)	Mayor a 1 mes (4 pts)	Entidad o dependencia (4 pts)	Local (2 pts)	2 o más años (1 pto)	No requiere mayor protección (1 pto)	24	Muy bajo

Procesos:

Tabla 23.1 Riesgos de procesos presentes en la modificación y refinación de aleaciones no ferrosas (Fine).

Proceso	Causa/Efecto	Tipo de riesgo	Consecuencia (C)	Exposición (E)	Probabilidad (P)	Magnitud del riesgo	Clasificación	Acción
Modificación y refinación	Sobrellenado del horno arriba del 75% de su capacidad que pueda provocar posibles salpicaduras de material	Físico (térmico por quemadura)	5 (5 pts)	3 (3 pts)	2 (6 pts)	90	Notable	Corrección urgente
Modificación y refinación	Exposición de personal y material inflamable a fuente de calor durante encendido del horno	Físico (térmico por quemadura)	5 (5 pts)	4 (2 pts)	3 (3 pts)	30	Moderado	Debe Corregirse
Modificación y refinación	Liberación de gases por utilizar chatarra contaminada	Químico (por inhalación de gases)	6 (1 pto)	3 (3 pts)	3 (3 pts)	9	Aceptable	Tolerable
Pre calentamiento	Liberación de gases por utilizar chatarra contaminada	Químico (por inhalación de gases)	6 (1 pto)	3 (3 pts)	3 (3 pts)	9	Aceptable	Tolerable

Tabla 23.2 Riesgos de procesos servicios presentes en la modificación y refinación de aleaciones no ferrosas (Mosler).

Proceso	Causa/Efecto	Tipo de riesgo	Función (F)	Sustitución (S)	Perturbación (P)	Extensión (E)	Agresión (A)	Vulnerabilidad (V)	Cuantificación de riesgo	Clase de riesgo
Modificación y refinación	Sobrellenado del horno arriba del 75% de su capacidad que pueda provocar posibles salpicaduras de material	Físico (térmico por quemadura)	Horas (1 pto)	1 a 3 semanas (2 pts)	Individual y en su entorno (1 pto)	Individual (1 pto)	Semanal (4 pts)	Sin protección (4 pts)	48	Muy bajo
Modificación y refinación	Exposición de personal y material inflamable a fuente de calor durante encendido del horno	Físico (térmico por quemadura)	Días (2 pts)	Hasta 1 mes (3 pts)	Reacción de grupo (2 pts)	Local (2 pts)	Semanal (4 pts)	Sin protección (4 pts)	160	Muy bajo
Modificación y refinación	Liberación de gases por utilizar chatarra contaminada	Químico (por inhalación de gases)	Días (2 pts)	1 a 3 semanas (2 pts)	Reacción de grupo (2 pts)	Local (2 pts)	Semanal (4 pts)	Sin protección (4 pts)	128	Muy bajo
Pre calentamiento	Liberación de gases por utilizar chatarra contaminada	Químico (por inhalación de gases)	Días (2 pts)	1 a 3 semanas (2 pts)	Reacción de grupo (2 pts)	Local (2 pts)	Semanal (4 pts)	Sin protección (4 pts)	128	Muy bajo

b. Desgasificación.

Equipos:

Tabla 24.1 Riesgos de equipos presentes en la desgasificación de aleaciones no ferrosas (Fine).

Elemento	Causa/Efecto	Tipo de riesgo	Consecuencia (C)	Exposición (E)	Probabilidad (P)	Magnitud del riesgo	Clasificación	Acción
Horno de crisol	Incendio por contacto de material inflamable (gas LP) con fuente de calor y escape de gas	Incendio	4 (15 pts)	5 (1 pto)	3 (3 pts)	45	Moderado	Debe Corregirse
Horno de crisol	Intoxicación por liberación de gases, puede llegar a ser fatal	Químico	3 (25 pts)	6 (0.5 pts)	4 (1 pto)	12.5	Aceptable	Tolerable
Horno de crisol	Quemaduras por impericia, mal uso o falta de EPP aluminizado	Físico (térmico por quemadura)	5 (5 pts)	4 (2 pts)	2 (6 pts)	60	Moderado	Debe Corregirse
Quemador de pre calentamiento	Daño a instalaciones eléctricas por corto circuito	Eléctrico (por corto circuito)	3 (25 pts)	6 (0.5 pts)	4 (1 pto)	12.5	Aceptable	Tolerable
Quemador de pre calentamiento	Descarga eléctrica puede provocar la muerte	Eléctrico (por descarga eléctrica)	4 (15 pts)	6 (0.5 pts)	4 (1 pto)	7.5	Aceptable	Tolerable
Quemador de pre calentamiento	Incendio por contacto de material inflamable (gas LP) con fuente de calor y escape de gas	Incendio	4 (15 pts)	5 (1 pto)	3 (3 pts)	45	Moderado	Debe Corregirse
Quemador de pre calentamiento	Quemaduras por impericia, mal uso o falta de EPP aluminizado	Físico (térmico por quemadura)	5 (5 pts)	4 (2 pts)	2 (6 pts)	60	Moderado	Debe Corregirse

Tabla 24.2 Riesgos de equipos presentes en la desgasificación de aleaciones no ferrosas (Mosler).

Elemento	Causa-Efecto	Tipo de riesgo	Función (F)	Sustitución (S)	Perturbación (P)	Extensión (E)	Agresión (A)	Vulnerabilidad (V)	Cuantificación de riesgo	Clase de riesgo
Horno de crisol	Incendio por contacto de material inflamable (gas LP) con fuente de calor y escape de gas	Incendio	Semanas (3 pts)	Mayor a 1 mes (4 pts)	Área de una entidad o dependencia (3 pts)	Local (2 pts)	Anual (2 pts)	Parcialmente o mal protegido (3 pts)	108	Muy bajo
Horno de crisol	Intoxicación por liberación de gases, puede llegar a ser fatal	Químico	Semanas (3 pts)	Irreparable (5 pts)	Impacta en medios de comunicación (5 pts)	Local (2 pts)	2 o más años (1 pto)	Parcialmente o mal protegido (3 pts)	75	Muy bajo
Horno de crisol	Quemaduras por impericia, mal uso o falta de EPP aluminizado	Físico (térmico por quemadura)	Horas (1 pto)	Mayor a 1 mes (4 pts)	Reacción de grupo (2 pts)	Individual (1 pto)	Semanal (4 pts)	Parcialmente o mal protegido (3 pts)	72	Muy bajo
Quemador de precalentamiento	Incendio por contacto de material inflamable (gas LP) con fuente de calor y escape de gas	Incendio	Semanas (3 pts)	Mayor a 1 mes (4 pts)	Área de una entidad o dependencia (3 pts)	Local (2 pts)	Anual (2 pts)	Parcialmente o mal protegido (3 pts)	108	Muy bajo
Quemador de precalentamiento	Quemaduras por impericia, mal uso o falta de EPP aluminizado	Físico (térmico por quemadura)	Horas (1 pto)	Mayor a 1 mes (4 pts)	Reacción de grupo (2 pts)	Individual (1 pto)	Semanal (4 pts)	Parcialmente o mal protegido (3 pts)	72	Muy bajo
Quemador de precalentamiento	Daño a instalaciones eléctricas por corto circuito	Eléctrico (por corto circuito)	Meses (4 pts)	Mayor a 1 mes (4 pts)	Área de una entidad o dependencia (3 pts)	Local (2 pts)	2 o más años (1 pto)	Parcialmente o mal protegido (3 pts)	66	Muy bajo
Quemador de precalentamiento	Descarga eléctrica puede provocar la muerte	Eléctrico (por descarga eléctrica)	Meses (4 pts)	Irreparable (5 pts)	Impacta en medios de comunicación (5 pts)	Individual (1 pto)	2 o más años (1 pto)	No requiere mayor protección (1 pto)	25	Muy bajo

Servicios:

Tabla 25.1 Riesgos de servicios presentes en la desgasificación de aleaciones no ferrosas (Fine).

Elemento	Causa	Efecto	Consecuencia (C)	Exposición (E)	Probabilidad (P)	Magnitud del riesgo	Clasificación	Acción
Gas LP	Fuga que provoque intoxicación	Químico	3 (25 pts)	6 (0.5 pts)	4 (1 pto)	12.5	Aceptable	Tolerable
Gas LP	Ignición de fluido por fuentes térmicas externas	Incendio	3 (25 pts)	6 (0.5 pts)	4 (1 pto)	12.5	Aceptable	Tolerable
Gas LP	Fuga que genere atmósfera explosiva	Incendio	3 (25 pts)	6 (0.5 pts)	4 (1 pto)	12.5	Aceptable	Tolerable

Tabla 25.2 Riesgos de servicios presentes en la desgasificación de aleaciones no ferrosas (Mosler).

Elemento	Causa-Efecto	Tipo de riesgo	Función (F)	Sustitución (S)	Perturbación (P)	Extensión (E)	Agresión (A)	Vulnerabilidad (V)	Cuantificación de riesgo	Clase de riesgo
Gas LP	Fuga que provoque intoxicación	Químico (por intoxicación)	Semanas (3 pts)	1 a 3 semanas (2 pts)	Área de una entidad o dependencia (3 pts)	Local (2 pts)	2 o más años (1 pto)	No requiere mayor protección (1 pto)	12	Muy bajo
Gas LP	Ignición del fluido por fuentes térmicas externas	Incendio	Meses (4 pts)	Mayor a 1 mes (4 pts)	Entidad o dependencia (4 pts)	Local (2 pts)	2 o más años (1 pto)	No requiere mayor protección (1 pto)	24	Muy bajo
Gas LP	Fuga que cree una atmósfera explosiva, desencadenando una explosión	Físico (mecánico por explosión)	Meses (4 pts)	Mayor a 1 mes (4 pts)	Entidad o dependencia (4 pts)	Local (2 pts)	2 o más años (1 pto)	No requiere mayor protección (1 pto)	24	Muy bajo

Procesos:

Tabla 26.1 Riesgos de procesos presentes en la desgasificación de aleaciones no ferrosas (Fine).

Proceso	Causa/Efecto	Tipo de riesgo	Consecuencia (C)	Exposición (E)	Probabilidad (P)	Magnitud del riesgo	Clasificación	Acción
Desgasificación	Salpicaduras de material líquido a alta temperatura durante desgasificación	Físico (térmico por quemadura)	5 (5 pts)	4 (2 pts)	3 (3 pts)	30	Moderado	Debe Corregirse
Precalentamiento	Liberación de gases por utilizar chatarra contaminada	Químico (por inhalación de gases)	6 (1 pto)	3 (3 pts)	3 (3 pts)	9	Aceptable	Tolerable

Tabla 26.2 Riesgos de procesos presentes en la desgasificación de aleaciones no ferrosas (Mosler).

Proceso	Causa/Efecto	Tipo de riesgo	Función (F)	Sustitución (S)	Perturbación (P)	Extensión (E)	Agresión (A)	Vulnerabilidad (V)	Cuantificación de riesgo	Clase de riesgo
Desgasificación	Salpicaduras de material fundido durante desgasificación	Físico (térmico por quemadura)	Horas (1 pto)	1 a 3 semanas (2 ptos)	Individual y en su entorno (1 pto)	Individual (1 pto)	Semanal (4 ptos)	Parcialmente o mal protegido (3 ptos)	36	Muy bajo
Pre calentamiento	Liberación de gases por utilizar chatarra contaminada	Químico (por inhalación de gases)	Días (2 ptos)	1 a 3 semanas (2 ptos)	Reacción de grupo (2 ptos)	Local (2 ptos)	Semanal (4 ptos)	Sin protección (4 ptos)	128	Muy bajo

c. Análisis químico preliminar.

Equipos:

Tabla 27.1 Riesgos de equipos presentes en análisis químico preliminar de aleaciones no ferrosas (Fine).

Elemento	Causa/Efecto	Tipo de riesgo	Consecuencia (C)	Exposición (E)	Probabilidad (P)	Magnitud del riesgo	Clasificación	Acción
Desbastadora	Abrasión de piel por contacto con el equipo mientras se encuentra en funcionamiento	Físico (mecánico por abrasión)	6 (1 pto)	3 (3 ptos)	2 (6 ptos)	18	Aceptable	Tolerable
Desbastadora	Daño a instalaciones eléctricas por corto circuito	Eléctrico (por corto circuito)	4 (15 ptos)	6 (0.5 ptos)	4 (1 pto)	7.5	Aceptable	Tolerable
Desbastadora	Descarga eléctrica puede provocar la muerte	Eléctrico (por descarga eléctrica)	4 (15 ptos)	6 (0.5 ptos)	4 (1 pto)	7.5	Aceptable	Tolerable
Desbastadora	Incendio por corto circuito	Incendio	4 (15 ptos)	6 (0.5 ptos)	4 (1 pto)	7.5	Aceptable	Tolerable
Desterronadora	Daño a instalaciones eléctricas por corto circuito	Eléctrico (por corto circuito)	4 (15 ptos)	6 (0.5 ptos)	4 (1 pto)	7.5	Aceptable	Tolerable
Desterronadora	Descarga eléctrica puede provocar la muerte	Eléctrico (por descarga eléctrica)	4 (15 ptos)	6 (0.5 ptos)	4 (1 pto)	7.5	Aceptable	Tolerable
Desterronadora	Incendio por corto circuito	Incendio	4 (15 ptos)	6 (0.5 ptos)	4 (1 pto)	7.5	Aceptable	Tolerable
Desterronadora	Daños a extremidades por mal manejo del equipo	Físico (mecánico por corte)	4 (15 ptos)	6 (0.5 ptos)	3 (3 ptos)	22.5	Moderado	Debe Corregirse
Pisoneta neumática	Aplastamiento de dedos o manos por impericia	Físico (mecánico por aplastamiento)	5 (5 ptos)	5 (1 pto)	3 (3 ptos)	15	Aceptable	Tolerable
Pulidora	Abrasión de piel por contacto con el equipo mientras se encuentra en funcionamiento	Físico (mecánico por abrasión)	6 (1 pto)	3 (3 ptos)	2 (6 ptos)	18	Aceptable	Tolerable
Pulidora	Daño a instalaciones eléctricas por corto circuito	Eléctrico (por corto circuito)	3 (25 ptos)	6 (0.5 ptos)	4 (1 pto)	12.5	Aceptable	Tolerable
Pulidora	Descarga eléctrica puede provocar la muerte	Eléctrico (por descarga eléctrica)	4 (15 ptos)	6 (0.5 ptos)	4 (1 pto)	7.5	Aceptable	Tolerable
Pulidora	Incendio por corto circuito	Incendio	4 (15 ptos)	6 (0.5 ptos)	4 (1 pto)	7.5	Aceptable	Tolerable

Tabla 27.2 Riesgos de equipos presentes en análisis químico preliminar de aleaciones no ferrosas (Mosler).

Elemento	Causa-Efecto	Tipo de riesgo	Función (F)	Sustitución (S)	Perturbación (P)	Extensión (E)	Agresión (A)	Vulnerabilidad (V)	Cuantificación de riesgo	Clase de riesgo
Desbastadora	Daño a instalaciones eléctricas por corto circuito	Eléctrico (por corto circuito)	Semanas (3 pts)	Hasta 1 mes (3 pts)	Área de una entidad o dependencia (3 pts)	Local (2 pts)	Anual (2 pts)	Parcialmente o mal protegido (3 pts)	90	Muy bajo
Desbastadora	Incendio por corto circuito	Incendio	Semanas (3 pts)	Mayor a 1 mes (4 pts)	Entidad o dependencia (4 pts)	Local (2 pts)	2 o más años (1 pt)	Parcialmente o mal protegido (3 pts)	60	Muy bajo
Desbastadora	Descarga eléctrica puede provocar la muerte	Eléctrico (por descarga eléctrica)	Meses (4 pts)	Irreparable (5 pts)	Impacta en medios de comunicación (5 pts)	Individual (1 pt)	2 o más años (1 pt)	No requiere mayor protección (1 pt)	25	Muy bajo
Desbastadora	Abrasión de piel por contacto con el equipo mientras esta en funcionamiento	Físico (mecánico por abrasión)	Días (2 pts)	1 a 3 semanas (2 pts)	Reacción de grupo (2 pts)	Individual (1 pt)	Mensual (3 pts)	No requiere mayor protección (1 pt)	18	Muy bajo
Desterronadora	Daño a instalaciones eléctricas por corto circuito	Eléctrico (por corto circuito)	Semanas (3 pts)	Hasta 1 mes (3 pts)	Área de una entidad o dependencia (3 pts)	Local (2 pts)	Anual (2 pts)	Parcialmente o mal protegido (3 pts)	90	Muy bajo
Desterronadora	Daños a extremidades por mal manejo del equipo	Físico (mecánico por corte)	Semanas (3 pts)	Irreparable (5 pts)	Área de una entidad o dependencia (3 pts)	Individual (1 pt)	2 o más años (1 pt)	Sin protección (4 pts)	72	Muy bajo
Desterronadora	Incendio por corto circuito	Incendio	Semanas (3 pts)	Mayor a 1 mes (4 pts)	Entidad o dependencia (4 pts)	Local (2 pts)	2 o más años (1 pt)	Parcialmente o mal protegido (3 pts)	60	Muy bajo
Desterronadora	Descarga eléctrica puede provocar la muerte	Eléctrico (por descarga eléctrica)	Meses (4 pts)	Irreparable (5 pts)	Impacta en medios de comunicación (5 pts)	Individual (1 pt)	2 o más años (1 pt)	No requiere mayor protección (1 pt)	25	Muy bajo
Pisoneta neumática	Aplastamiento de dedos o manos por impericia	Físico (mecánico por aplastamiento)	Días (2 pts)	Inmediatamente (1 pt)	Reacción de grupo (2 pts)	Individual (1 pt)	Mensual (3 pts)	No requiere mayor protección (1 pt)	12	Muy bajo
Pulidora	Daño a instalaciones eléctricas por corto circuito	Eléctrico (por corto circuito)	Meses (4 pts)	Mayor a 1 mes (4 pts)	Área de una entidad o dependencia (3 pts)	Local (2 pts)	2 o más años (1 pt)	Parcialmente o mal protegido (3 pts)	66	Muy bajo
Pulidora	Incendio por corto circuito	Incendio	Semanas (3 pts)	Mayor a 1 mes (4 pts)	Entidad o dependencia (4 pts)	Local (2 pts)	2 o más años (1 pt)	Parcialmente o mal protegido (3 pts)	60	Muy bajo
Pulidora	Descarga eléctrica puede provocar la muerte	Eléctrico (por descarga eléctrica)	Meses (4 pts)	Irreparable (5 pts)	Impacta en medios de comunicación (5 pts)	Individual (1 pt)	2 o más años (1 pt)	No requiere mayor protección (1 pt)	25	Muy bajo
Pulidora	Abrasión de piel por contacto con el equipo mientras esta en funcionamiento	Físico (mecánico por abrasión)	Días (2 pts)	1 a 3 semanas (2 pts)	Reacción de grupo (2 pts)	Individual (1 pt)	Mensual (3 pts)	No requiere mayor protección (1 pt)	18	Muy bajo

Servicios:

Tabla 28.1 Riesgos de servicios presentes en análisis químico preliminar de aleaciones no ferrosas (Fine).

Elemento	Causa	Efecto	Consecuencia (C)	Exposición (E)	Probabilidad (P)	Magnitud del riesgo	Clasificación	Acción
Aire comprimido	Falla mecánica del equipo, puede provocar estallido proyectando escombros	Físico (mecánico por impacto de material)	2 (50 pts)	6 (0.5 pts)	5 (0.5 pts)	12.5	Aceptable	Tolerable
Aire comprimido	Atrapamiento de extremidades en mecanismo	Físico (mecánico por atrapamiento)	4 (15 pts)	6 (0.5 pts)	2 (6 pts)	45	Moderado	Debe Corregirse
Gas LP	Fuga que provoque intoxicación	Químico	3 (25 pts)	6 (0.5 pts)	4 (1 pt)	12.5	Aceptable	Tolerable
Gas LP	Ignición de fluido por fuentes térmicas externas	Incendio	3 (25 pts)	6 (0.5 pts)	4 (1 pt)	12.5	Aceptable	Tolerable
Gas LP	Fuga que genere atmósfera explosiva	Incendio	3 (25 pts)	6 (0.5 pts)	4 (1 pt)	12.5	Aceptable	Tolerable

Tabla 28.2 Riesgos de servicios presentes en análisis químico preliminar de aleaciones no ferrosas (Mosler).

Elemento	Causa-Efecto	Tipo de riesgo	Función (F)	Sustitución (S)	Perturbación (P)	Extensión (E)	Agresión (A)	Vulnerabilidad (V)	Cuantificación de riesgo	Clase de riesgo
Aire comprimido	Falla mecánica del equipo que puede provocar estallido, proyectando escombros	Físico (mecánico por impacto de material)	Semanas (3 pts)	Hasta 1 mes (3 pts)	Área de una entidad o dependencia (3 pts)	Local (2 pts)	2 o más años (1 pto)	Sin protección (4 pts)	60	Muy bajo
Aire comprimido	Atrapamiento de extremidades en mecanismo	Físico (mecánico por atrapamiento)	Días (2 pts)	1 a 3 semanas (2 pts)	Reacción de grupo (2 pts)	Local (2 pts)	2 o más años (1 pto)	Sin protección o muy vulnerable (5 pts)	40	Muy bajo
Gas LP	Fuga que provoque intoxicación	Químico (por intoxicación)	Semanas (3 pts)	1 a 3 semanas (2 pts)	Área de una entidad o dependencia (3 pts)	Local (2 pts)	2 o más años (1 pto)	No requiere mayor protección (1 pto)	12	Muy bajo
Gas LP	Ignición del fluido por fuentes térmicas externas	Incendio	Meses (4 pts)	Mayor a 1 mes (4 pts)	Entidad o dependencia (4 pts)	Local (2 pts)	2 o más años (1 pto)	No requiere mayor protección (1 pto)	24	Muy bajo
Gas LP	Fuga que cree una atmósfera explosiva, desencadenando una explosión	Físico (mecánico por explosión)	Meses (4 pts)	Mayor a 1 mes (4 pts)	Entidad o dependencia (4 pts)	Local (2 pts)	2 o más años (1 pto)	No requiere mayor protección (1 pto)	24	Muy bajo

Procesos:

Tabla 29.1 Riesgos de procesos presentes en análisis químico preliminar de aleaciones no ferrosas (Fine).

Proceso	Causa/Efecto	Tipo de riesgo	Consecuencia (C)	Exposición (E)	Probabilidad (P)	Magnitud del riesgo	Clasificación	Acción
Análisis Químico Preliminar	Derrame de material líquido a alta temperatura por manipulación descuidada	Físico (térmico por quemadura)	5	4	2	60	Moderado	Debe Corregirse
Análisis Químico Preliminar	Posible abrasión por uso de esmeril al preparar la muestra solidificada	Físico (térmico por abrasión)	5	5	4	5	Aceptable	Tolerable

Tabla 29.2 Riesgos de procesos presentes en análisis químico preliminar de aleaciones no ferrosas (Mosler).

Proceso	Causa/Efecto	Tipo de riesgo	Función (F)	Sustitución (S)	Perturbación (P)	Extensión (E)	Agresión (A)	Vulnerabilidad (V)	Cuantificación de riesgo	Clase de riesgo
Análisis Químico Preliminar	Derrame de material a alta temperatura por manipulación descuidada	Físico (térmico por quemadura)	Horas (1 pto)	1 a 3 semanas (2 pts)	Individual y en su entorno (1 pto)	Individual (1 pto)	Semanal (4 pts)	Sin protección (4 pts)	48	Muy bajo
Análisis Químico Preliminar	Posible abrasión por uso de esmeril al preparar la muestra solidificada	Físico (térmico por abrasión)	Horas (1 pto)	1 a 3 semanas (2 pts)	Individual y en su entorno (1 pto)	Individual (1 pto)	Mensual (3 pts)	No requiere mayor protección (1 pto)	9	Muy bajo

3. Fusión y tratamiento de metal líquido (aleaciones ferrosas).

a. Escorificación.

Equipos:

Tabla 30.1 Riesgos de equipos presentes en escorificación para aleaciones ferrosas (Fine).

Elemento	Causa/Efecto	Tipo de riesgo	Consecuencia (C)	Exposición (E)	Probabilidad (P)	Magnitud del riesgo	Clasificación	Acción
Horno de inducción	Incendio por contacto de material inflamable (gas LP) con fuente de calor y escape de gas	Incendio	5 (5 pts)	5 (1 pto)	3 (3 pts)	15	Aceptable	Tolerable
Horno de inducción	Intoxicación por liberación de gases, puede llegar a ser fatal	Químico	3 (25 pts)	6 (0.5 pts)	4 (1 pto)	12.5	Aceptable	Tolerable
Horno de inducción	Daño a instalaciones eléctricas por corto circuito	Eléctrico (por corto circuito)	3 (25 pts)	6 (0.5 pts)	4 (1 pto)	12.5	Aceptable	Tolerable
Horno de inducción	Quemaduras por impericia, mal uso o falta de EPP aluminizado	Físico (térmico por quemadura)	5 (5 pts)	4 (2 pts)	2 (6 pts)	60	Moderado	Debe Corregirse
Horno de inducción	Descarga eléctrica puede provocar la muerte	Eléctrico (por descarga eléctrica)	4 (15 pts)	6 (0.5 pts)	4 (1 pto)	7.5	Aceptable	Tolerable

Tabla 30.2 Riesgos de equipos presentes en escorificación para aleaciones ferrosas (Mosler).

Elemento	Causa-Efecto	Tipo de riesgo	Función (F)	Sustitución (S)	Perturbación (Pl)	Extensión (E)	Agresión (A)	Vulnerabilidad (V)	Cuantificación de riesgo	Clase de riesgo
Horno de inducción	Incendio por contacto de material inflamable con fuente de calor y escape de gas	Incendio	Semanas	Mayor a 1 mes	Área de una entidad o dependencia	Local	Anual	Parcialmente o mal protegido	108	Muy bajo
Horno de inducción	Intoxicación por liberación de gases, puede llegar a ser fatal	Químico	Semanas	Irreparable	Impacta en medios de comunicación	Local	2 o más años	Parcialmente o mal protegido	75	Muy bajo
Horno de inducción	Daño a instalaciones eléctricas por corto circuito	Eléctrico (por corto circuito)	Meses	Mayor a 1 mes	Área de una entidad o dependencia	Local	2 o más años	Parcialmente o mal protegido	66	Muy bajo
Horno de inducción	Quemaduras por falta de atención o uso indebido de EPP	Físico (térmico por quemadura)	Horas	Hasta 1 mes	Reacción de grupo	Individual	Semanal	Bien protegido	40	Muy bajo
Horno de inducción	Descarga eléctrica puede provocar la muerte	Eléctrico (por descarga eléctrica)	Meses	Irreparable	Impacta en medios de comunicación	Individual	2 o más años	No requiere mayor protección	25	Muy bajo

Servicios:

Tabla 31.1 Riesgos de servicios presentes en escorificación para aleaciones ferrosas (Fine).

Elemento	Causa	Efecto	Consecuencia (C)	Exposición (E)	Probabilidad (P)	Magnitud del riesgo	Clasificación	Acción
Subestación eléctrica	Descarga eléctrica por manipulación insegura del equipo	Eléctrico (por descarga eléctrica)	4 (15 pts)	6 (0.5 pts)	4 (1 pto)	7.5	Aceptable	Tolerable
Subestación eléctrica	Sobrecarga del sistema eléctrico causando daño general a éste	Eléctrico (por corto circuito)	3 (25 pts)	6 (0.5 pts)	4 (1 pto)	12.5	Aceptable	Tolerable
Subestación eléctrica	Incendio provocado por corto circuito en el sistema	Incendio	4 (15 pts)	6 (0.5 pts)	4 (1 pto)	7.5	Aceptable	Tolerable
Sistema de extracción de aire	Exposición a altos niveles de ruido (arriba de 110 dB)	Físico (mecánico por sonido)	4 (15 pts)	3 (3 pts)	2 (6 pts)	270	Alto	Corrección inmediata

Tabla 31.2 Riesgos de servicios presentes en escorificación para aleaciones ferrosas (Mosler).

Elemento	Causa-Efecto	Tipo de riesgo	Función (F)	Sustitución (S)	Perturbación (P)	Extensión (E)	Agresión (A)	Vulnerabilidad (V)	Cuantificación de riesgo	Clase de riesgo
Subestación eléctrica	Descarga eléctrica por manipulación insegura del equipo, provocando una fatalidad	Eléctrico por descarga	Meses (4 pts)	Irreparable (5 pts)	Impacta en medios de comunicación (5 pts)	Local (2 pts)	2 o más años (1 pto)	Bien protegido (2 pts)	60	Muy bajo
Subestación eléctrica	Sobrecarga al sistema eléctrico, causando falla general de éste	Eléctrico por sobrecarga	Meses (4 pts)	Mayor a 1 mes (4 pts)	Entidad o dependencia (4 pts)	Local (2 pts)	2 o más años (1 pto)	Bien protegido (2 pts)	48	Muy bajo
Subestación eléctrica	Corto circuito en el sistema, provocando un incendio	Incendio	Meses (4 pts)	Mayor a 1 mes (4 pts)	Entidad o dependencia (4 pts)	Local (2 pts)	2 o más años (1 pto)	Bien protegido (2 pts)	48	Muy bajo
Sistema de extracción de aire	Exposición a altos niveles de ruido (arriba de 110 dB)	Físico (mecánico por sonido)	Horas (1 pto)	Irreparable (5 pts)	Individual y en su entorno (1 pto)	Individual (1 pto)	2 o más años (1 pto)	Sin protección o muy vulnerable (5 pts)	30	Muy bajo

Procesos:

Tabla 32.1 Riesgos de procesos presentes en escorificación para aleaciones ferrosas (Fine).

Proceso	Causa/Efecto	Tipo de riesgo	Consecuencia (C)	Exposición (E)	Probabilidad (P)	Magnitud del riesgo	Clasificación	Acción
Escorificación	Liberación de gases por utilizar escorificante húmedo	Químico (por inhalación de gases)	6 (1 pto)	3 (3 pts)	3 (3 pts)	9	Aceptable	Tolerable
Escorificación	Posible salpicadura de material fundido al retirar la escoria de la mezcla	Físico (térmico por quemadura)	5 (5 pts)	4 (2 pts)	3 (3 pts)	30	Moderado	Debe Corregirse
Pre calentamiento	Liberación de gases por utilizar chatarra contaminada	Químico (por inhalación de gases)	6 (1 pto)	3 (3 pts)	3 (3 pts)	9	Aceptable	Tolerable

Tabla 32.2 Riesgos de procesos presentes en escorificación para aleaciones ferrosas (Mosler).

Proceso	Causa/Efecto	Tipo de riesgo	Función (F)	Sustitución (S)	Perturbación (P)	Extensión (E)	Agresión (A)	Vulnerabilidad (V)	Cuantificación de riesgo	Clase de riesgo
Escorificación	Liberación de gases por utilizar escorificante húmedo	Químico (por inhalación de gases)	Días (2 pts)	1 a 3 semanas (2 pts)	Reacción de grupo (2 pts)	Local (2 pts)	Semanal (4 pts)	Sin protección (4 pts)	128	Muy bajo
Escorificación	Posible salpicadura de material fundido al retirar la escoria de la mezcla	Físico (térmico por quemadura)	Horas (1 pto)	1 a 3 semanas (2 pts)	Individual y en su entorno (1 pto)	Individual (1 pto)	Semanal (4 pts)	Parcialmente o mal protegido (3 pts)	36	Muy bajo

b. Análisis Químico Preliminar.

Equipos:

No se identificaron equipos que representen algún riesgo.

Servicios:

No se identificaron servicios que representen algún riesgo.

Procesos:

Tabla 33.1 Riesgos de procesos presentes en análisis químico preliminar para aleaciones ferrosas (Fine).

Proceso	Causa/Efecto	Tipo de riesgo	Consecuencia (C)	Exposición (E)	Probabilidad (P)	Magnitud del riesgo	Clasificación	Acción
Análisis Químico Preliminar	Derrame de material a alta temperatura por manipulación descuidada	Físico (térmico por quemadura)	5 (5 pts)	4 (2 pts)	2 (6 pts)	60	Moderado	Debe Corregirse
Análisis Químico Preliminar	Posible abrasión por uso de esmeril al preparar la muestra solidificada	Físico (térmico por abrasión)	5 (5 pts)	5 (1 pto)	4 (1 pto)	5	Aceptable	Tolerable

Tabla 33.2 Riesgos de procesos presentes en análisis químico preliminar para aleaciones ferrosas (Mosler).

Proceso	Causa/Efecto	Tipo de riesgo	Función (F)	Sustitución (S)	Perturbación (P)	Extensión (E)	Agresión (A)	Vulnerabilidad (V)	Cuantificación de riesgo	Clase de riesgo
Análisis Químico Preliminar	Derrame de material a alta temperatura por manipulación descuidada	Físico (térmico por quemadura)	Horas (1 pto)	1 a 3 semanas (2 pts)	Individual y en su entorno (1 pto)	Individual (1 pto)	Semanal (4 pts)	Sin protección (4 pts)	48	Muy bajo
Análisis Químico Preliminar	Posible abrasión por uso de esmeril al preparar la muestra solidificada	Físico (térmico por abrasión)	Horas (1 pto)	1 a 3 semanas (2 pts)	Individual y en su entorno (1 pto)	Individual (1 pto)	Mensual (3 pts)	No requiere mayor protección (1 pto)	9	Muy bajo

c. Inoculación.

Equipos:

Tabla 34.1 Riesgos de equipos presentes en inoculación para aleaciones ferrosas (Fine).

Elemento	Causa/Efecto	Tipo de riesgo	Consecuencia (C)	Exposición (E)	Probabilidad (P)	Magnitud del riesgo	Clasificación	Acción
Horno de inducción	Incendio por contacto de material inflamable (gas LP) con fuente de calor y escape de gas	Incendio	5 (5 pts)	5 (1 pto)	3 (3 pts)	15	Aceptable	Tolerable
Horno de inducción	Intoxicación por liberación de gases, puede llegar a ser fatal	Químico	3 (25 pts)	6 (0.5 pts)	4 (1 pto)	12.5	Aceptable	Tolerable
Horno de inducción	Daño a instalaciones eléctricas por corto circuito	Eléctrico (por corto circuito)	3 (25 pts)	6 (0.5 pts)	4 (1 pto)	12.5	Aceptable	Tolerable
Horno de inducción	Quemaduras por impericia, mal uso o falta de EPP aluminizado	Físico (térmico por quemadura)	5 (5 pts)	4 (2 pts)	2 (6 pts)	60	Moderado	Debe Corregirse
Horno de inducción	Descarga eléctrica puede provocar la muerte	Eléctrico (por descarga eléctrica)	4 (15 pts)	6 (0.5 pts)	4 (1 pto)	7.5	Aceptable	Tolerable

Tabla 34.2 Riesgos de equipos presentes en inoculación para aleaciones ferrosas (Mosler).

Elemento	Causa-Efecto	Tipo de riesgo	Función (F)	Sustitución (S)	Perturbación (P)	Extensión (E)	Agresión (A)	Vulnerabilidad (V)	Cuantificación de riesgo	Clase de riesgo
Horno de inducción	Incendio por contacto de material inflamable (gas LP) con fuente de calor y escape de gas	Incendio	Semanas (3 pts)	Mayor a 1 mes (4 pts)	Área de una entidad o dependencia (3 pts)	Local (2 pts)	Anual (2 pts)	Parcialmente o mal protegido (3 pts)	108	Muy bajo
Horno de inducción	Intoxicación por liberación de gases, puede llegar a ser fatal	Químico	Semanas (3 pts)	Irreparable (5 pts)	Impacta en medios de comunicación (5 pts)	Local (2 pts)	2 o más años (1 pto)	Parcialmente o mal protegido (3 pts)	75	Muy bajo
Horno de inducción	Daño a instalaciones eléctricas por corto circuito	Eléctrico (por corto circuito)	Meses (4 pts)	Mayor a 1 mes (4 pts)	Área de una entidad o dependencia (3 pts)	Local (2 pts)	2 o más años (1 pto)	Parcialmente o mal protegido (3 pts)	66	Muy bajo
Horno de inducción	Quemaduras por impericia, mal uso o falta de EPP aluminizado	Físico (térmico por quemadura)	Horas (1 pto)	Hasta 1 mes (3 pts)	Reacción de grupo (2 pts)	Individual (1 pto)	Semanal (4 pts)	Bien protegido (2 pts)	40	Muy bajo
Horno de inducción	Descarga eléctrica puede provocar la muerte	Eléctrico (por descarga eléctrica)	Meses (4 pts)	Irreparable (5 pts)	Impacta en medios de comunicación (5 pts)	Individual (1 pto)	2 o más años (1 pto)	No requiere mayor protección (1 pto)	25	Muy bajo

Servicios:

Tabla 35.1 Riesgos de servicios presentes en inoculación para aleaciones ferrosas (Fine).

Elemento	Causa	Efecto	Consecuencia (C)	Exposición (E)	Probabilidad (P)	Magnitud del riesgo	Clasificación	Acción
Subestación eléctrica	Descarga eléctrica por manipulación insegura del equipo	Eléctrico (por descarga eléctrica)	4 (15 pts)	6 (0.5 pts)	4 (1 pto)	7.5	Aceptable	Tolerable
Subestación eléctrica	Sobrecarga del sistema eléctrico causando daño general a éste	Eléctrico (por corto circuito)	3 (25 pts)	6 (0.5 pts)	4 (1 pto)	12.5	Aceptable	Tolerable
Subestación eléctrica	Incendio provocado por corto circuito en el sistema	Incendio	4 (15 pts)	6 (0.5 pts)	4 (1 pto)	7.5	Aceptable	Tolerable
Sistema de extracción de aire	Exposición a altos niveles de ruido (arriba de 110 dB)	Físico (mecánico por sonido)	4 (15 pts)	3 (3 pts)	2 (6 pts)	270	Alto	Corrección inmediata

Tabla 35.2 Riesgos de servicios presentes en inoculación para aleaciones ferrosas (Mosler).

Elemento	Causa-Efecto	Tipo de riesgo	Función (F)	Sustitución (S)	Perturbación (P)	Extensión (E)	Agresión (A)	Vulnerabilidad (V)	Cuantificación de riesgo	Clase de riesgo
Subestación eléctrica	Descarga eléctrica por manipulación insegura del equipo, provocando una fatalidad	Eléctrico por descarga	Meses (4 pts)	Irreparable (5 pts)	Impacta en medios de comunicación (5 pts)	Local (2 pts)	2 o más años (1 pto)	Bien protegido (2 pts)	60	Muy bajo
Subestación eléctrica	Sobrecarga al sistema eléctrico, causando falla general de éste	Eléctrico por sobrecarga	Meses (4 pts)	Mayor a 1 mes (4 pts)	Entidad o dependencia (4 pts)	Local (2 pts)	2 o más años (1 pto)	Bien protegido (2 pts)	48	Muy bajo
Subestación eléctrica	Corto circuito en el sistema, provocando un incendio	Incendio	Meses (4 pts)	Mayor a 1 mes (4 pts)	Entidad o dependencia (4 pts)	Local (2 pts)	2 o más años (1 pto)	Bien protegido (2 pts)	48	Muy bajo
Sistema de extracción de aire	Exposición a altos niveles de ruido (arriba de 110 dB)	Físico (mecánico por sonido)	Horas (1 pto)	Irreparable (5 pts)	Individual y en su entorno (1 pto)	Individual (1 pto)	2 o más años (1 pto)	Sin protección o muy vulnerable (5 pts)	30	Muy bajo

Procesos:

No se identificaron procesos que representen algún riesgo.

d. Nodulización.

Equipos:

Tabla 36.1 Riesgos de equipos presentes en nodulización para aleaciones ferrosas (Fine).

Elemento	Causa/Efecto	Tipo de riesgo	Consecuencia (C)	Exposición (E)	Probabilidad (P)	Magnitud del riesgo	Clasificación	Acción
Horno de inducción	Incendio por contacto de material inflamable (gas LP) con fuente de calor y escape de gas	Incendio	5 (5 pts)	5 (1 pto)	3 (3 pts)	15	Aceptable	Tolerable
Horno de inducción	Intoxicación por liberación de gases, puede llegar a ser fatal	Químico	3 (25 pts)	6 (0.5 pts)	4 (1 pto)	12.5	Aceptable	Tolerable
Horno de inducción	Daño a instalaciones eléctricas por corto circuito	Eléctrico (por corto circuito)	3 (25 pts)	6 (0.5 pts)	4 (1 pto)	12.5	Aceptable	Tolerable
Horno de inducción	Quemaduras por impericia, mal uso o falta de EPP aluminizado	Físico (térmico por quemadura)	5 (5 pts)	4 (2 pts)	2 (6 pts)	60	Moderado	Debe Corregirse
Horno de inducción	Descarga eléctrica puede provocar la muerte	Eléctrico (por descarga eléctrica)	4 (15 pts)	6 (0.5 pts)	4 (1 pto)	7.5	Aceptable	Tolerable

Tabla 36.2 Riesgos de equipos presentes en nodulización para aleaciones ferrosas (Mosler).

Elemento	Causa-Efecto	Tipo de riesgo	Función (F)	Sustitución (S)	Perturbación (P)	Extensión (E)	Agresión (A)	Vulnerabilidad (V)	Cuantificación de riesgo	Clase de riesgo
Horno de inducción	Incendio por contacto de material inflamable con fuente de calor y escape de gas	Incendio	Semanas	Mayor a 1 mes	Área de una entidad o dependencia	Local	Anual	Parcialmente o mal protegido	108	Muy bajo
Horno de inducción	Intoxicación por liberación de gases, puede llegar a ser fatal	Químico	Semanas	Irreparable	Impacta en medios de comunicación	Local	2 o más años	Parcialmente o mal protegido	75	Muy bajo
Horno de inducción	Daño a instalaciones eléctricas por corto circuito	Eléctrico (por corto circuito)	Meses	Mayor a 1 mes	Área de una entidad o dependencia	Local	2 o más años	Parcialmente o mal protegido	66	Muy bajo
Horno de inducción	Quemaduras por falta de atención o uso indebido de EPP	Físico (térmico por quemadura)	Horas	Hasta 1 mes	Reacción de grupo	Individual	Semanal	Bien protegido	40	Muy bajo
Horno de inducción	Descarga eléctrica puede provocar la muerte	Eléctrico (por descarga eléctrica)	Meses	Irreparable	Impacta en medios de comunicación	Individual	2 o más años	No requiere mayor protección	25	Muy bajo

Servicios:

Tabla 37.1 Riesgos de servicios presentes en inoculación para aleaciones ferrosas (Fine).

Elemento	Causa	Efecto	Consecuencia (C)	Exposición (E)	Probabilidad (P)	Magnitud del riesgo	Clasificación	Acción
Subestación eléctrica	Descarga eléctrica por manipulación insegura del equipo	Eléctrico (por descarga eléctrica)	4 (15 pts)	6 (0.5 pts)	4 (1 pto)	7.5	Aceptable	Tolerable
Subestación eléctrica	Sobrecarga del sistema eléctrico causando daño general a éste	Eléctrico (por corto circuito)	3 (25 pts)	6 (0.5 pts)	4 (1 pto)	12.5	Aceptable	Tolerable
Subestación eléctrica	Incendio provocado por corto circuito en el sistema	Incendio	4 (15 pts)	6 (0.5 pts)	4 (1 pto)	7.5	Aceptable	Tolerable
Sistema de extracción de aire	Exposición a altos niveles de ruido (arriba de 110 dB)	Físico (mecánico por sonido)	4 (15 pts)	3 (3 pts)	2 (6 pts)	270	Alto	Corrección inmediata

Tabla 37.2 Riesgos de servicios presentes en inoculación para aleaciones ferrosas (Mosler).

Elemento	Causa-Efecto	Tipo de riesgo	Función (F)	Sustitución (S)	Perturbación (P)	Extensión (E)	Agresión (A)	Vulnerabilidad (V)	Cuantificación de riesgo	Clase de riesgo
Subestación eléctrica	Descarga eléctrica por manipulación insegura del equipo, provocando una fatalidad	Eléctrico por descarga	Meses (4 pts)	Irreparable (5 pts)	Impacta en medios de comunicación (5 pts)	Local (2 pts)	2 o más años (1 pto)	Bien protegido (2 pts)	60	Muy bajo
Subestación eléctrica	Sobrecarga al sistema eléctrico, causando falla general de éste	Eléctrico por sobrecarga	Meses (4 pts)	Mayor a 1 mes (4 pts)	Entidad o dependencia (4 pts)	Local (2 pts)	2 o más años (1 pto)	Bien protegido (2 pts)	48	Muy bajo
Subestación eléctrica	Corto circuito en el sistema, provocando un incendio	Incendio	Meses (4 pts)	Mayor a 1 mes (4 pts)	Entidad o dependencia (4 pts)	Local (2 pts)	2 o más años (1 pto)	Bien protegido (2 pts)	48	Muy bajo
Sistema de extracción de aire	Exposición a altos niveles de ruido (arriba de 110 dB)	Físico (mecánico por sonido)	Horas (1 pto)	Irreparable (5 pts)	Individual y en su entorno (1 pto)	Individual (1 pto)	2 o más años (1 pto)	Sin protección o muy vulnerable (5 pts)	30	Muy bajo

Procesos:

Tabla 38.1 Riesgos de procesos presentes en inoculación para aleaciones ferrosas (Fine).

Proceso	Causa/Efecto	Tipo de riesgo	Consecuencia (C)	Exposición (E)	Probabilidad (P)	Magnitud del riesgo	Clasificación	Acción
Nodulización	Posible salpicadura o derrame de material líquido con FeSiMg a alta temperatura al vaciar a moldes	Físico (térmico por quemadura)	5 (5 pts)	4 (2 pts)	4 (1 pto)	10	Aceptable	Tolerable

Tabla 38.2 Riesgos de procesos presentes en inoculación para aleaciones ferrosas (Mosler).

Proceso	Causa/Efecto	Tipo de riesgo	Función (F)	Sustitución (S)	Perturbación (P)	Extensión (E)	Agresión (A)	Vulnerabilidad (V)	Cuantificación de riesgo	Clase de riesgo
Nodulización	Posible salpicadura o derrame de material líquido con FeSiMg a alta temperatura al vaciar a moldes	Físico (térmico por quemadura)	Horas (1 pto)	1 a 3 semanas (2 pts)	Individual y en su entorno (1 pto)	Individual (1 pto)	Semanal (4 pts)	Parcialmente o mal protegido (3 pts)	36	Muy bajo

e. Análisis.

Equipos:

Tabla 39.1 Riesgos de equipos presentes en análisis para aleaciones ferrosas (Fine).

Elemento	Causa/Efecto	Tipo de riesgo	Consecuencia (C)	Exposición (E)	Probabilidad (P)	Magnitud del riesgo	Clasificación	Acción
Desbastadora	Abrasión de piel por contacto con el equipo mientras se encuentra en funcionamiento	Físico (mecánico por abrasión)	6 (1 pto)	3 (3 pts)	2 (6 pts)	18	Aceptable	Tolerable
Desbastadora	Daño a instalaciones eléctricas por corto circuito	Eléctrico (por corto circuito)	4 (15 pts)	6 (0.5 pts)	4 (1 pto)	7.5	Aceptable	Tolerable
Desbastadora	Descarga eléctrica puede provocar la muerte	Eléctrico (por descarga eléctrica)	4 (15 pts)	6 (0.5 pts)	4 (1 pto)	7.5	Aceptable	Tolerable
Desbastadora	Incendio por corto circuito	Incendio	4 (15 pts)	6 (0.5 pts)	4 (1 pto)	7.5	Aceptable	Tolerable
Desterronadora	Daño a instalaciones eléctricas por corto circuito	Eléctrico (por corto circuito)	4 (15 pts)	6 (0.5 pts)	4 (1 pto)	7.5	Aceptable	Tolerable
Desterronadora	Descarga eléctrica puede provocar la muerte	Eléctrico (por descarga eléctrica)	4 (15 pts)	6 (0.5 pts)	4 (1 pto)	7.5	Aceptable	Tolerable
Desterronadora	Incendio por corto circuito	Incendio	4 (15 pts)	6 (0.5 pts)	4 (1 pto)	7.5	Aceptable	Tolerable
Desterronadora	Daños a extremidades por mal manejo del equipo	Físico (mecánico por corte)	4 (15 pts)	6 (0.5 pts)	3 (3 pts)	22.5	Moderado	Debe Corregirse
Pisoneta neumática	Aplastamiento de dedos o manos por impericia	Físico (mecánico por aplastamiento)	5 (5 pts)	5 (1 pto)	3 (3 pts)	15	Aceptable	Tolerable
Pulidora	Abrasión de piel por contacto con el equipo mientras se encuentra en funcionamiento	Físico (mecánico por abrasión)	6 (1 pto)	3 (3 pts)	2 (6 pts)	18	Aceptable	Tolerable
Pulidora	Daño a instalaciones eléctricas por corto circuito	Eléctrico (por corto circuito)	3 (25 pts)	6 (0.5 pts)	4 (1 pto)	12.5	Aceptable	Tolerable
Pulidora	Descarga eléctrica puede provocar la muerte	Eléctrico (por descarga eléctrica)	4 (15 pts)	6 (0.5 pts)	4 (1 pto)	7.5	Aceptable	Tolerable
Pulidora	Incendio por corto circuito	Incendio	4 (15 pts)	6 (0.5 pts)	4 (1 pto)	7.5	Aceptable	Tolerable

Tabla 39.2 Riesgos de equipos presentes en tratamiento y análisis para aleaciones ferrosas (Mosler).

Elemento	Causa-Efecto	Tipo de riesgo	Función (F)	Sustitución (S)	Perturbación (P)	Extensión (E)	Agresión (A)	Vulnerabilidad (V)	Cuantificación de riesgo	Clase de riesgo
Desbastadora	Daño a instalaciones eléctricas por corto circuito	Eléctrico (por corto circuito)	Semanas (3 pts)	Hasta 1 mes (3 pts)	Área de una entidad o dependencia (3 pts)	Local (2 pts)	Anual (2 pts)	Parcialmente o mal protegido (3 pts)	90	Muy bajo
Desbastadora	Incendio por corto circuito	Incendio	Semanas (3 pts)	Mayor a 1 mes (4 pts)	Entidad o dependencia (4 pts)	Local (2 pts)	2 o más años (1 pts)	Parcialmente o mal protegido (3 pts)	60	Muy bajo
Desbastadora	Descarga eléctrica puede provocar la muerte	Eléctrico (por descarga eléctrica)	Meses (4 pts)	Irreparable (5 pts)	Impacta en medios de comunicación (5 pts)	Individual (1 pts)	2 o más años (1 pts)	No requiere mayor protección (1 pts)	25	Muy bajo
Desbastadora	Abrasión de piel por contacto con el equipo mientras esta en funcionamiento	Físico (mecánico por abrasión)	Días (2 pts)	1 a 3 semanas (2 pts)	Reacción de grupo (2 pts)	Individual (1 pts)	Mensual (3 pts)	No requiere mayor protección (1 pts)	18	Muy bajo
Desterronadora	Daño a instalaciones eléctricas por corto circuito	Eléctrico (por corto circuito)	Semanas (3 pts)	Hasta 1 mes (3 pts)	Área de una entidad o dependencia (3 pts)	Local (2 pts)	Anual (2 pts)	Parcialmente o mal protegido (3 pts)	90	Muy bajo
Desterronadora	Daños a extremidades por mal manejo del equipo	Físico (mecánico por corte)	Semanas (3 pts)	Irreparable (5 pts)	Área de una entidad o dependencia (3 pts)	Individual (1 pts)	2 o más años (1 pts)	Sin protección (4 pts)	72	Muy bajo
Desterronadora	Incendio por corto circuito	Incendio	Semanas (3 pts)	Mayor a 1 mes (4 pts)	Entidad o dependencia (4 pts)	Local (2 pts)	2 o más años (1 pts)	Parcialmente o mal protegido (3 pts)	60	Muy bajo
Desterronadora	Descarga eléctrica puede provocar la muerte	Eléctrico (por descarga eléctrica)	Meses (4 pts)	Irreparable (5 pts)	Impacta en medios de comunicación (5 pts)	Individual (1 pts)	2 o más años (1 pts)	No requiere mayor protección (1 pts)	25	Muy bajo
Pisoneta neumática	Aplastamiento de dedos o manos por impericia	Físico (mecánico por aplastamiento)	Días (2 pts)	Inmediatamente (1 pts)	Reacción de grupo (2 pts)	Individual (1 pts)	Mensual (3 pts)	No requiere mayor protección (1 pts)	12	Muy bajo
Pulidora	Daño a instalaciones eléctricas por corto circuito	Eléctrico (por corto circuito)	Meses (4 pts)	Mayor a 1 mes (4 pts)	Área de una entidad o dependencia (3 pts)	Local (2 pts)	2 o más años (1 pts)	Parcialmente o mal protegido (3 pts)	66	Muy bajo
Pulidora	Incendio por corto circuito	Incendio	Semanas (3 pts)	Mayor a 1 mes (4 pts)	Entidad o dependencia (4 pts)	Local (2 pts)	2 o más años (1 pts)	Parcialmente o mal protegido (3 pts)	60	Muy bajo
Pulidora	Descarga eléctrica puede provocar la muerte	Eléctrico (por descarga eléctrica)	Meses (4 pts)	Irreparable (5 pts)	Impacta en medios de comunicación (5 pts)	Individual (1 pts)	2 o más años (1 pts)	No requiere mayor protección (1 pts)	25	Muy bajo
Pulidora	Abrasión de piel por contacto con el equipo mientras esta en funcionamiento	Físico (mecánico por abrasión)	Días (2 pts)	1 a 3 semanas (2 pts)	Reacción de grupo (2 pts)	Individual (1 pts)	Mensual (3 pts)	No requiere mayor protección (1 pts)	18	Muy bajo

Servicios:

Tabla 40.1 Riesgos de servicios presentes en tratamiento y análisis para aleaciones ferrosas (Fine).

Elemento	Causa	Efecto	Consecuencia (C)	Exposición (E)	Probabilidad (P)	Magnitud del riesgo	Clasificación	Acción
Aire comprimido	Falla mecánica del equipo, puede provocar estallido proyectando escombros	Físico (mecánico por impacto de material)	2 (50 pts)	6 (0.5 pts)	5 (0.5 pts)	12.5	Aceptable	Tolerable
Aire comprimido	Atrapamiento de extremidades en mecanismo	Físico (mecánico por atrapamiento)	4 (15 pts)	6 (0.5 pts)	2 (6 pts)	45	Moderado	Debe Corregirse
Gas LP	Fuga que provoque intoxicación	Químico	3 (25 pts)	6 (0.5 pts)	4 (1 pts)	12.5	Aceptable	Tolerable
Gas LP	Ignición de fluido por fuentes térmicas externas	Incendio	3 (25 pts)	6 (0.5 pts)	4 (1 pts)	12.5	Aceptable	Tolerable
Gas LP	Fuga que genere atmósfera explosiva	Incendio	3 (25 pts)	6 (0.5 pts)	4 (1 pts)	12.5	Aceptable	Tolerable

Tabla 40.2 Riesgos de servicios presentes en tratamiento y análisis para aleaciones ferrosas (Mosler).

Elemento	Causa-Efecto	Tipo de riesgo	Función (F)	Sustitución (S)	Perturbación (P)	Extensión (E)	Agresión (A)	Vulnerabilidad (V)	Cuantificación de riesgo	Clase de riesgo
Aire comprimido	Falla mecánica del equipo que puede provocar estallido, proyectando escombros	Físico (mecánico por impacto de material)	Semanas (3 pts)	Hasta 1 mes (3 pts)	Área de una entidad o dependencia (3 pts)	Local (2 pts)	2 o más años (1 pto)	Sin protección (4 pts)	60	Muy bajo
Aire comprimido	Atrapamiento de extremidades en mecanismo	Físico (mecánico por atrapamiento)	Días (2 pts)	1 a 3 semanas (2 pts)	Reacción de grupo (2 pts)	Local (2 pts)	2 o más años (1 pto)	Sin protección o muy vulnerable (5 pts)	40	Muy bajo
Gas LP	Fuga que provoque intoxicación	Químico (por intoxicación)	Semanas (3 pts)	1 a 3 semanas (2 pts)	Área de una entidad o dependencia (3 pts)	Local (2 pts)	2 o más años (1 pto)	No requiere mayor protección (1 pto)	12	Muy bajo
Gas LP	Ignición del fluido por fuentes térmicas externas	Incendio	Meses (4 pts)	Mayor a 1 mes (4 pts)	Entidad o dependencia (4 pts)	Local (2 pts)	2 o más años (1 pto)	No requiere mayor protección (1 pto)	24	Muy bajo
Gas LP	Fuga que cree una atmósfera explosiva, desencadenando una explosión	Físico (mecánico por explosión)	Meses (4 pts)	Mayor a 1 mes (4 pts)	Entidad o dependencia (4 pts)	Local (2 pts)	2 o más años (1 pto)	No requiere mayor protección (1 pto)	24	Muy bajo

Procesos:

Tabla 41.1 Riesgos de procesos presentes en tratamiento y análisis para aleaciones ferrosas (Fine).

Proceso	Causa/Efecto	Tipo de riesgo	Consecuencia (C)	Exposición (E)	Probabilidad (P)	Magnitud del riesgo	Clasificación	Acción
Tratamiento y análisis	Derrame de material a alta temperatura por manipulación descuidada	Físico (térmico por quemadura)	5 (5 pts)	4 (2 pts)	2 (6 pts)	60	Moderado	Debe Corregirse

Tabla 41.2 Riesgos de procesos presentes en tratamiento y análisis para aleaciones ferrosas (Mosler).

Proceso	Causa/Efecto	Tipo de riesgo	Función (F)	Sustitución (S)	Perturbación (P)	Extensión (E)	Agresión (A)	Vulnerabilidad (V)	Cuantificación de riesgo	Clase de riesgo
Tratamiento y análisis	Derrame de material a alta temperatura por manipulación descuidada	Físico (térmico por quemadura)	Horas (1 pto)	1 a 3 semanas (2 pts)	Individual y en su entorno (1 pto)	Individual (1 pto)	Semanal (4 pts)	Sin protección (4 pts)	48	Muy bajo

4. Diseño de alimentadores y sistemas de colada.

a. Diseño metalúrgico.

Equipos:

Tabla 42.1 Riesgos de equipo presentes en diseño metalúrgico (Fine).

Elemento	Causa/Efecto	Tipo de riesgo	Consecuencia (C)	Exposición (E)	Probabilidad (P)	Magnitud del riesgo	Clasificación	Acción
Arco son següeta	Daños a extremidades por mal manejo del equipo	Físico (mecánico por corte)	5 (5 pts)	4 (2 pts)	4 (1 pto)	10	Aceptable	Tolerable
Arco son següeta	Corte de extremidades por impericia o falta o mal uso de EPP	Físico (mecánico por corte)	5 (5 pts)	4 (2 pts)	4 (1 pto)	10	Aceptable	Tolerable
Horno de crisol	Incendio por contacto de material inflamable (gas LP) con fuente de calor y escape de gas	Incendio	4 (15 pts)	5 (1 pto)	3 (3 pts)	45	Moderado	Debe Corregirse
Horno de crisol	Intoxicación por liberación de gases, puede llegar a ser fatal	Químico	3 (25 pts)	6 (0.5 pts)	4 (1 pto)	12.5	Aceptable	Tolerable
Horno de crisol	Quemaduras por impericia, mal uso o falta de EPP aluminizado	Físico (térmico por quemadura)	5 (5 pts)	4 (2 pts)	2 (6 pts)	60	Moderado	Debe Corregirse
Lijadora de banda	Daño a instalaciones eléctricas por corto circuito	Eléctrico (por corto circuito)	3 (25 pts)	6 (0.5 pts)	4 (1 pto)	12.5	Aceptable	Tolerable
Lijadora de banda	Descarga eléctrica puede provocar la muerte	Eléctrico (por descarga eléctrica)	4 (15 pts)	6 (0.5 pts)	4 (1 pto)	7.5	Aceptable	Tolerable
Lijadora de banda	Abrasión de piel por contacto con el equipo mientras se encuentra en funcionamiento	Físico (mecánico por abrasión)	6 (1 pto)	3 (3 pts)	2 (6 pts)	18	Aceptable	Tolerable
Lingotera metálica	Quemaduras por impericia, mal uso o falta de EPP aluminizado	Físico (térmico por quemadura)	5 (5 pts)	4 (2 pts)	2 (6 pts)	60	Moderado	Debe Corregirse
Lingotera metálica	Aplastamiento de dedos o manos por impericia	Físico (mecánico por aplastamiento)	6 (1 pto)	3 (3 pts)	3 (3 pts)	9	Aceptable	Tolerable
Quemador de precalentamiento	Daño a instalaciones eléctricas por corto circuito	Eléctrico (por corto circuito)	3 (25 pts)	6 (0.5 pts)	4 (1 pto)	12.5	Aceptable	Tolerable
Quemador de precalentamiento	Descarga eléctrica puede provocar la muerte	Eléctrico (por descarga eléctrica)	4 (15 pts)	6 (0.5 pts)	4 (1 pto)	7.5	Aceptable	Tolerable
Quemador de precalentamiento	Incendio por contacto de material inflamable (gas LP) con fuente de calor y escape de gas	Incendio	4 (15 pts)	5 (1 pto)	3 (3 pts)	45	Moderado	Debe Corregirse
Quemador de precalentamiento	Quemaduras por impericia, mal uso o falta de EPP aluminizado	Físico (térmico por quemadura)	5 (5 pts)	4 (2 pts)	2 (6 pts)	60	Moderado	Debe Corregirse
Sierra cinta	Incendio por corto circuito	Incendio	4 (15 pts)	6 (0.5 pts)	4 (1 pto)	7.5	Aceptable	Tolerable
Sierra cinta	Descarga eléctrica puede provocar la muerte	Eléctrico (por descarga eléctrica)	4 (15 pts)	6 (0.5 pts)	4 (1 pto)	7.5	Aceptable	Tolerable
Sierra cinta	Corte de extremidades por impericia o falta o mal uso de EPP	Físico (mecánico por corte)	5 (5 pts)	4 (2 pts)	3 (3 pts)	30	Moderado	Debe Corregirse
Sierra circular	Incendio por corto circuito	Incendio	4 (15 pts)	6 (0.5 pts)	4 (1 pto)	7.5	Aceptable	Tolerable
Sierra circular	Daños a extremidades por mal manejo del equipo	Físico (mecánico por corte)	3 (25 pts)	6 (0.5 pts)	3 (3 pts)	37.5	Moderado	Debe Corregirse
Sierra circular	Descarga eléctrica puede provocar la muerte	Eléctrico (por descarga eléctrica)	4 (15 pts)	6 (0.5 pts)	4 (1 pto)	7.5	Aceptable	Tolerable
Sierra circular	Corte de extremidades por impericia o falta o mal uso de EPP	Físico (mecánico por corte)	5 (5 pts)	4 (2 pts)	3 (3 pts)	30	Moderado	Debe Corregirse
Sierra de banco	Incendio por corto circuito	Incendio	4 (15 pts)	6 (0.5 pts)	4 (1 pto)	7.5	Aceptable	Tolerable
Sierra de banco	Daños a extremidades por mal manejo del equipo	Físico (mecánico por corte)	3 (25 pts)	6 (0.5 pts)	3 (3 pts)	37.5	Moderado	Debe Corregirse
Sierra de banco	Descarga eléctrica puede provocar la muerte	Eléctrico (por descarga eléctrica)	4 (15 pts)	6 (0.5 pts)	4 (1 pto)	7.5	Aceptable	Tolerable
Sierra de banco	Corte de extremidades por impericia o falta o mal uso de EPP	Físico (mecánico por corte)	5 (5 pts)	5 (1 pto)	3 (3 pts)	15	Aceptable	Tolerable

Tabla 42.2 Riesgos de equipos presentes en diseño metalúrgico (Mosler).

Elemento	Causa-Efecto	Tipo de riesgo	Función (F)	Sustitución (S)	Perturbación (P)	Extensión (E)	Agresión (A)	Vulnerabilidad (V)	Cuantificación de riesgo	Clase de riesgo
Arco con següeta	Daños a extremidades por mal manejo del equipo	Físico (mecánico por corte)	Meses (4 pts)	Irreparable (5 pts)	Área de una entidad o dependencia (3 pts)	Individual (1 pto)	2 o más años (1 pto)	Bien protegido (2 pts)	46	Muy bajo
Arco con següeta	Corte de extremidades por impericia o falta de EPP	Físico (mecánico por corte)	Semanas (3 pts)	1 a 3 semanas (2 pts)	Reacción de grupo (2 pts)	Individual (1 pto)	Mensual (3 pts)	No requiere mayor protección (1 pto)	24	Muy bajo
Horno de crisol	Incendio por contacto de material inflamable (gas LP) con fuente de calor y escape de gas	Incendio	Semanas (3 pts)	Mayor a 1 mes (4 pts)	Área de una entidad o dependencia (3 pts)	Local (2 pts)	Anual (2 pts)	Parcialmente o mal protegido (3 pts)	108	Muy bajo
Horno de crisol	Intoxicación por liberación de gases, puede llegar a ser fatal	Químico	Semanas (3 pts)	Irreparable (5 pts)	Impacta en medios de comunicación (5 pts)	Local (2 pts)	2 o más años (1 pto)	Parcialmente o mal protegido (3 pts)	75	Muy bajo
Horno de crisol	Quemaduras por impericia, mal uso o falta de EPP aluminizado	Físico (térmico por quemadura)	Horas (1 pto)	Mayor a 1 mes (4 pts)	Reacción de grupo (2 pts)	Individual (1 pto)	Semanal (4 pts)	Parcialmente o mal protegido (3 pts)	72	Muy bajo
Lijadora de banda	Daño a instalaciones eléctricas por corto circuito	Eléctrico (por corto circuito)	Semanas (3 pts)	Hasta 1 mes (3 pts)	Área de una entidad o dependencia (3 pts)	Local (2 pts)	Anual (2 pts)	Parcialmente o mal protegido (3 pts)	90	Muy bajo
Lijadora de banda	Descarga eléctrica puede provocar la muerte	Eléctrico (por descarga eléctrica)	Meses (4 pts)	Irreparable (5 pts)	Impacta en medios de comunicación (5 pts)	Individual (1 pto)	2 o más años (1 pto)	No requiere mayor protección (1 pto)	25	Muy bajo
Lijadora de banda	Abrasión de piel por contacto con el equipo mientras esta en funcionamiento	Físico (mecánico por abrasión)	Días (2 pts)	1 a 3 semanas (2 pts)	Reacción de grupo (2 pts)	Individual (1 pto)	Mensual (3 pts)	No requiere mayor protección (1 pto)	18	Muy bajo
Lingoteras metálicas	Quemaduras por impericia, mal uso o falta de EPP aluminizado	Físico (térmico por quemadura)	Horas (1 pto)	Mayor a 1 mes (4 pts)	Reacción de grupo (2 pts)	Individual (1 pto)	Diaria (5 pts)	Parcialmente o mal protegido (3 pts)	90	Muy bajo
Lingoteras metálicas	Aplastamiento de dedos o manos por impericia	Físico (mecánico por aplastamiento)	Horas (1 pto)	Inmediatamente (1 pto)	Reacción de grupo (2 pts)	Individual (1 pto)	Diaria (5 pts)	No requiere mayor protección (1 pto)	15	Muy bajo
Quemador de precalentamiento	Incendio por contacto de material inflamable (gas LP) con fuente de calor y escape de gas	Incendio	Semanas (3 pts)	Mayor a 1 mes (4 pts)	Área de una entidad o dependencia (3 pts)	Local (2 pts)	Anual (2 pts)	Parcialmente o mal protegido (3 pts)	108	Muy bajo
Quemador de precalentamiento	Quemaduras por impericia, mal uso o falta de EPP aluminizado	Físico (térmico por quemadura)	Horas (1 pto)	Mayor a 1 mes (4 pts)	Reacción de grupo (2 pts)	Individual (1 pto)	Semanal (4 pts)	Parcialmente o mal protegido (3 pts)	72	Muy bajo
Quemador de precalentamiento	Daño a instalaciones eléctricas por corto circuito	Eléctrico (por corto circuito)	Meses (4 pts)	Mayor a 1 mes (4 pts)	Área de una entidad o dependencia (3 pts)	Local (2 pts)	2 o más años (1 pto)	Parcialmente o mal protegido (3 pts)	66	Muy bajo
Quemador de precalentamiento	Descarga eléctrica puede provocar la muerte	Eléctrico (por descarga eléctrica)	Meses (4 pts)	Irreparable (5 pts)	Impacta en medios de comunicación (5 pts)	Individual (1 pto)	2 o más años (1 pto)	No requiere mayor protección (1 pto)	25	Muy bajo
Sierra cinta	Incendio por corto circuito	Incendio	Semanas (3 pts)	Mayor a 1 mes (4 pts)	Área de una entidad o dependencia (3 pts)	Local (2 pts)	Anual (2 pts)	Parcialmente o mal protegido (3 pts)	108	Muy bajo
Sierra cinta	Daños a extremidades por mal manejo del equipo	Físico (mecánico por corte)	Meses (4 pts)	Irreparable (5 pts)	Área de una entidad o dependencia (3 pts)	Individual (1 pto)	2 o más años (1 pto)	Bien protegido (2 pts)	46	Muy bajo
Sierra cinta	Descarga eléctrica puede provocar la muerte	Eléctrico (por descarga eléctrica)	Meses (4 pts)	Irreparable (5 pts)	Impacta en medios de comunicación (5 pts)	Individual (1 pto)	2 o más años (1 pto)	No requiere mayor protección (1 pto)	25	Muy bajo
Sierra cinta	Corte de extremidades por impericia o falta de EPP	Físico (mecánico por corte)	Semanas (3 pts)	1 a 3 semanas (2 pts)	Reacción de grupo (2 pts)	Individual (1 pto)	Mensual (3 pts)	No requiere mayor protección (1 pto)	24	Muy bajo
Sierra circular	Corte de extremidades por impericia o falta de EPP	Físico (mecánico por corte)	Semanas (3 pts)	1 a 3 semanas (2 pts)	Reacción de grupo (2 pts)	Individual (1 pto)	Mensual (3 pts)	Sin protección o muy vulnerable (5 pts)	120	Muy bajo
Sierra circular	Daños a extremidades por mal manejo del equipo	Físico (mecánico por corte)	Meses (4 pts)	Irreparable (5 pts)	Área de una entidad o dependencia (3 pts)	Individual (1 pto)	2 o más años (1 pto)	Sin protección o muy vulnerable (5 pts)	115	Muy bajo
Sierra circular	Incendio por corto circuito	Incendio	Semanas (3 pts)	Mayor a 1 mes (4 pts)	Área de una entidad o dependencia (3 pts)	Local (2 pts)	Anual (2 pts)	No requiere mayor protección (1 pto)	36	Muy bajo
Sierra circular	Descarga eléctrica puede provocar la muerte	Eléctrico (por descarga eléctrica)	Meses (4 pts)	Irreparable (5 pts)	Impacta en medios de comunicación (5 pts)	Individual (1 pto)	2 o más años (1 pto)	No requiere mayor protección (1 pto)	25	Muy bajo
Sierra de banco	Incendio por corto circuito	Incendio	Semanas (3 pts)	Mayor a 1 mes (4 pts)	Área de una entidad o dependencia (3 pts)	Local (2 pts)	Anual (2 pts)	Parcialmente o mal protegido (3 pts)	108	Muy bajo
Sierra de banco	Daños a extremidades por mal manejo del equipo	Físico (mecánico por corte)	Meses (4 pts)	Irreparable (5 pts)	Área de una entidad o dependencia (3 pts)	Individual (1 pto)	2 o más años (1 pto)	Bien protegido (2 pts)	46	Muy bajo
Sierra de banco	Descarga eléctrica puede provocar la muerte	Eléctrico (por descarga eléctrica)	Meses (4 pts)	Irreparable (5 pts)	Impacta en medios de comunicación (5 pts)	Individual (1 pto)	2 o más años (1 pto)	No requiere mayor protección (1 pto)	25	Muy bajo
Sierra de banco	Corte de extremidades por impericia o falta de EPP	Físico (mecánico por corte)	Semanas (3 pts)	1 a 3 semanas (2 pts)	Reacción de grupo (2 pts)	Individual (1 pto)	Mensual (3 pts)	No requiere mayor protección (1 pto)	24	Muy bajo

Servicios:

Tabla 43.1 Riesgos de servicios presentes en diseño metalúrgico (Fine).

Elemento	Causa	Efecto	Consecuencia (C)	Exposición (E)	Probabilidad (P)	Magnitud del riesgo	Clasificación	Acción
Gas LP	Fuga que provoque intoxicación	Químico	3 (25 pts)	6 (0.5 pts)	4 (1 pts)	12.5	Aceptable	Tolerable
Gas LP	Ignición de fluido por fuentes térmicas externas	Incendio	3 (25 pts)	6 (0.5 pts)	4 (1 pts)	12.5	Aceptable	Tolerable
Gas LP	Fuga que genere atmósfera explosiva	Incendio	3 (25 pts)	6 (0.5 pts)	4 (1 pts)	12.5	Aceptable	Tolerable

Tabla 43.2 Riesgos de servicios presentes en diseño metalúrgico (Mosler).

Elemento	Causa-Efecto	Tipo de riesgo	Función (F)	Sustitución (S)	Perturbación (P)	Extensión (E)	Agresión (A)	Vulnerabilidad (V)	Cuantificación de riesgo	Clase de riesgo
Gas LP	Fuga que provoque intoxicación	Químico (por intoxicación)	Semanas (3 pts)	1 a 3 semanas (2 pts)	Área de una entidad o dependencia (3 pts)	Local (2 pts)	2 o más años (1 pts)	No requiere mayor protección (1 pts)	12	Muy bajo
Gas LP	Ignición del fluido por fuentes térmicas externas	Incendio	Meses (4 pts)	Mayor a 1 mes (4 pts)	Entidad o dependencia (4 pts)	Local (2 pts)	2 o más años (1 pts)	No requiere mayor protección (1 pts)	24	Muy bajo
Gas LP	Fuga que cree una atmósfera explosiva, desencadenando una explosión	Físico (mecánico por explosión)	Meses (4 pts)	Mayor a 1 mes (4 pts)	Entidad o dependencia (4 pts)	Local (2 pts)	2 o más años (1 pts)	No requiere mayor protección (1 pts)	24	Muy bajo

Procesos:

Tabla 44.1 Riesgos de procesos presentes en diseño metalúrgico (Fine).

Proceso	Causa/Efecto	Tipo de riesgo	Consecuencia (C)	Exposición (E)	Probabilidad (P)	Magnitud del riesgo	Clasificación	Acción
Diseño metalúrgico	Posible salpicadura o derrame de metal líquido a alta temperatura al vaciar a moldes	Físico (térmico por quemadura)	6 (1 pts)	4 (2 pts)	3 (3 pts)	6	Aceptable	Tolerable

Tabla 44.1 Riesgos de procesos presentes en diseño metalúrgico (Mosler).

Proceso	Causa/Efecto	Tipo de riesgo	Función (F)	Sustitución (S)	Perturbación (P)	Extensión (E)	Agresión (A)	Vulnerabilidad (V)	Cuantificación de riesgo	Clase de riesgo
Diseño metalúrgico	Posible salpicadura o derrame de metal líquido a alta temperatura al vaciar a moldes	Físico (térmico por quemadura)	Horas (1 pts)	1 a 3 semanas (2 pts)	Individual y en su entorno (1 pts)	Individual (1 pts)	Semanal (4 pts)	Parcialmente o mal protegido (3 pts)	36	Muy bajo

b. Diseño de alimentadores.

Equipos:

Tabla 45.1 Riesgos de equipos presentes en diseño de alimentadores (Fine).

Elemento	Causa/Efecto	Tipo de riesgo	Consecuencia (C)	Exposición (E)	Probabilidad (P)	Magnitud del riesgo	Clasificación	Acción
Arco son seguenta	Daños a extremidades por mal manejo del equipo	Físico (mecánico por corte)	5 (5 pts)	4 (2 pts)	4 (1 pto)	10	Aceptable	Tolerable
Arco son seguenta	Corte de extremidades por impericia o falta o mal uso de EPP	Físico (mecánico por corte)	5 (5 pts)	4 (2 pts)	4 (1 pto)	10	Aceptable	Tolerable
Horno de crisol	Incendio por contacto de material inflamable (gas LP) con fuente de calor y escape de gas	Incendio	4 (15 pts)	5 (1 pto)	3 (3 pts)	45	Moderado	Debe Corregirse
Horno de crisol	Intoxicación por liberación de gases, puede llegar a ser fatal	Químico	3 (25 pts)	6 (0.5 pts)	4 (1 pto)	12.5	Aceptable	Tolerable
Horno de crisol	Quemaduras por impericia, mal uso o falta de EPP aluminizado	Físico (térmico por quemadura)	5 (5 pts)	4 (2 pts)	2 (6 pts)	60	Moderado	Debe Corregirse
Lijadora de banda	Daño a instalaciones eléctricas por corto circuito	Eléctrico (por corto circuito)	3 (25 pts)	6 (0.5 pts)	4 (1 pto)	12.5	Aceptable	Tolerable
Lijadora de banda	Descarga eléctrica puede provocar la muerte	Eléctrico (por descarga eléctrica)	4 (15 pts)	6 (0.5 pts)	4 (1 pto)	7.5	Aceptable	Tolerable
Lijadora de banda	Abrasión de piel por contacto con el equipo mientras se encuentra en funcionamiento	Físico (mecánico por abrasión)	6 (1 pto)	3 (3 pts)	2 (6 pts)	18	Aceptable	Tolerable
Lingotera metálica	Quemaduras por impericia, mal uso o falta de EPP aluminizado	Físico (térmico por quemadura)	5 (5 pts)	4 (2 pts)	2 (6 pts)	60	Moderado	Debe Corregirse
Lingotera metálica	Aplastamiento de dedos o manos por impericia	Físico (mecánico por aplastamiento)	6 (1 pto)	3 (3 pts)	3 (3 pts)	9	Aceptable	Tolerable
Quemador de precalentamiento	Daño a instalaciones eléctricas por corto circuito	Eléctrico (por corto circuito)	3 (25 pts)	6 (0.5 pts)	4 (1 pto)	12.5	Aceptable	Tolerable
Quemador de precalentamiento	Descarga eléctrica puede provocar la muerte	Eléctrico (por descarga eléctrica)	4 (15 pts)	6 (0.5 pts)	4 (1 pto)	7.5	Aceptable	Tolerable
Quemador de precalentamiento	Incendio por contacto de material inflamable (gas LP) con fuente de calor y escape de gas	Incendio	4 (15 pts)	5 (1 pto)	3 (3 pts)	45	Moderado	Debe Corregirse
Quemador de precalentamiento	Quemaduras por impericia, mal uso o falta de EPP aluminizado	Físico (térmico por quemadura)	5 (5 pts)	4 (2 pts)	2 (6 pts)	60	Moderado	Debe Corregirse
Sierra cinta	Incendio por corto circuito	Incendio	4 (15 pts)	6 (0.5 pts)	4 (1 pto)	7.5	Aceptable	Tolerable
Sierra cinta	Descarga eléctrica puede provocar la muerte	Eléctrico (por descarga eléctrica)	4 (15 pts)	6 (0.5 pts)	4 (1 pto)	7.5	Aceptable	Tolerable
Sierra cinta	Corte de extremidades por impericia o falta o mal uso de EPP	Físico (mecánico por corte)	5 (5 pts)	4 (2 pts)	3 (3 pts)	30	Moderado	Debe Corregirse
Sierra circular	Incendio por corto circuito	Incendio	4 (15 pts)	6 (0.5 pts)	4 (1 pto)	7.5	Aceptable	Tolerable
Sierra circular	Daños a extremidades por mal manejo del equipo	Físico (mecánico por corte)	3 (25 pts)	6 (0.5 pts)	3 (3 pts)	37.5	Moderado	Debe Corregirse
Sierra circular	Descarga eléctrica puede provocar la muerte	Eléctrico (por descarga eléctrica)	4 (15 pts)	6 (0.5 pts)	4 (1 pto)	7.5	Aceptable	Tolerable
Sierra circular	Corte de extremidades por impericia o falta o mal uso de EPP	Físico (mecánico por corte)	5 (5 pts)	4 (2 pts)	3 (3 pts)	30	Moderado	Debe Corregirse
Sierra de banco	Incendio por corto circuito	Incendio	4 (15 pts)	6 (0.5 pts)	4 (1 pto)	7.5	Aceptable	Tolerable
Sierra de banco	Daños a extremidades por mal manejo del equipo	Físico (mecánico por corte)	3 (25 pts)	6 (0.5 pts)	3 (3 pts)	37.5	Moderado	Debe Corregirse
Sierra de banco	Descarga eléctrica puede provocar la muerte	Eléctrico (por descarga eléctrica)	4 (15 pts)	6 (0.5 pts)	4 (1 pto)	7.5	Aceptable	Tolerable
Sierra de banco	Corte de extremidades por impericia o falta o mal uso de EPP	Físico (mecánico por corte)	5 (5 pts)	5 (1 pto)	3 (3 pts)	15	Aceptable	Tolerable

Tabla 45.2 Riesgos de equipos presentes en diseño de alimentadores (Mosler).

Elemento	Causa-Efecto	Tipo de riesgo	Función (F)	Sustitución (S)	Perturbación (P)	Extensión (E)	Agresión (A)	Vulnerabilidad (V)	Cuantificación de riesgo	Clase de riesgo
Arco con seguetá	Daños a extremidades por mal manejo del equipo	Físico (mecánico por corte)	Meses (4 pts)	Irreparable (5 pts)	Área de una entidad o dependencia (3 pts)	Individual (1 pto)	2 o más años (1 pto)	Bien protegido (2 pts)	46	Muy bajo
Arco con seguetá	Corte de extremidades por impericia o falta de EPP	Físico (mecánico por corte)	Semanas (3 pts)	1 a 3 semanas (2 pts)	Reacción de grupo (2 pts)	Individual (1 pto)	Mensual (3 pts)	No requiere mayor protección (1 pto)	24	Muy bajo
Horno de crisol	Incendio por contacto de material inflamable (gas LP) con fuente de calor y escape de gas	Incendio	Semanas (3 pts)	Mayor a 1 mes (4 pts)	Área de una entidad o dependencia (3 pts)	Local (2 pts)	Anual (2 pts)	Parcialmente o mal protegido (3 pts)	108	Muy bajo
Horno de crisol	Intoxicación por liberación de gases, puede llegar a ser fatal	Químico	Semanas (3 pts)	Irreparable (5 pts)	Impacta en medios de comunicación (5 pts)	Local (2 pts)	2 o más años (1 pto)	Parcialmente o mal protegido (3 pts)	75	Muy bajo
Horno de crisol	Quemaduras por impericia, mal uso o falta de EPP aluminizado	Físico (térmico por quemadura)	Horas (1 pto)	Mayor a 1 mes (4 pts)	Reacción de grupo (2 pts)	Individual (1 pto)	Semanal (4 pts)	Parcialmente o mal protegido (3 pts)	72	Muy bajo
Lijadora de banda	Daño a instalaciones eléctricas por corto circuito	Eléctrico (por corto circuito)	Semanas (3 pts)	Hasta 1 mes (3 pts)	Área de una entidad o dependencia (3 pts)	Local (2 pts)	Anual (2 pts)	Parcialmente o mal protegido (3 pts)	90	Muy bajo
Lijadora de banda	Descarga eléctrica puede provocar la muerte	Eléctrico (por descarga eléctrica)	Meses (4 pts)	Irreparable (5 pts)	Impacta en medios de comunicación (5 pts)	Individual (1 pto)	2 o más años (1 pto)	No requiere mayor protección (1 pto)	25	Muy bajo
Lijadora de banda	Abrasión de piel por contacto con el equipo mientras esta en funcionamiento	Físico (mecánico por abrasión)	Días (2 pts)	1 a 3 semanas (2 pts)	Reacción de grupo (2 pts)	Individual (1 pto)	Mensual (3 pts)	No requiere mayor protección (1 pto)	18	Muy bajo
Lingoteras metálicas	Quemaduras por impericia, mal uso o falta de EPP aluminizado	Físico (térmico por quemadura)	Horas (1 pto)	Mayor a 1 mes (4 pts)	Reacción de grupo (2 pts)	Individual (1 pto)	Diaria (5 pts)	Parcialmente o mal protegido (3 pts)	90	Muy bajo
Lingoteras metálicas	Aplastamiento de dedos o manos por impericia	Físico (mecánico por aplastamiento)	Horas (1 pto)	Inmediatamente (1 pto)	Reacción de grupo (2 pts)	Individual (1 pto)	Diaria (5 pts)	No requiere mayor protección (1 pto)	15	Muy bajo
Quemador de precalentamiento	Incendio por contacto de material inflamable (gas LP) con fuente de calor y escape de gas	Incendio	Semanas (3 pts)	Mayor a 1 mes (4 pts)	Área de una entidad o dependencia (3 pts)	Local (2 pts)	Anual (2 pts)	Parcialmente o mal protegido (3 pts)	108	Muy bajo
Quemador de precalentamiento	Quemaduras por impericia, mal uso o falta de EPP aluminizado	Físico (térmico por quemadura)	Horas (1 pto)	Mayor a 1 mes (4 pts)	Reacción de grupo (2 pts)	Individual (1 pto)	Semanal (4 pts)	Parcialmente o mal protegido (3 pts)	72	Muy bajo
Quemador de precalentamiento	Daño a instalaciones eléctricas por corto circuito	Eléctrico (por corto circuito)	Meses (4 pts)	Mayor a 1 mes (4 pts)	Área de una entidad o dependencia (3 pts)	Local (2 pts)	2 o más años (1 pto)	Parcialmente o mal protegido (3 pts)	66	Muy bajo
Quemador de precalentamiento	Descarga eléctrica puede provocar la muerte	Eléctrico (por descarga eléctrica)	Meses (4 pts)	Irreparable (5 pts)	Impacta en medios de comunicación (5 pts)	Individual (1 pto)	2 o más años (1 pto)	No requiere mayor protección (1 pto)	25	Muy bajo
Sierra cinta	Incendio por corto circuito	Incendio	Semanas (3 pts)	Mayor a 1 mes (4 pts)	Área de una entidad o dependencia (3 pts)	Local (2 pts)	Anual (2 pts)	Parcialmente o mal protegido (3 pts)	108	Muy bajo
Sierra cinta	Daños a extremidades por mal manejo del equipo	Físico (mecánico por corte)	Meses (4 pts)	Irreparable (5 pts)	Área de una entidad o dependencia (3 pts)	Individual (1 pto)	2 o más años (1 pto)	Bien protegido (2 pts)	46	Muy bajo
Sierra cinta	Descarga eléctrica puede provocar la muerte	Eléctrico (por descarga eléctrica)	Meses (4 pts)	Irreparable (5 pts)	Impacta en medios de comunicación (5 pts)	Individual (1 pto)	2 o más años (1 pto)	No requiere mayor protección (1 pto)	25	Muy bajo
Sierra cinta	Corte de extremidades por impericia o falta de EPP	Físico (mecánico por corte)	Semanas (3 pts)	1 a 3 semanas (2 pts)	Reacción de grupo (2 pts)	Individual (1 pto)	Mensual (3 pts)	No requiere mayor protección (1 pto)	24	Muy bajo
Sierra circular	Corte de extremidades por impericia o falta de EPP	Físico (mecánico por corte)	Semanas (3 pts)	1 a 3 semanas (2 pts)	Reacción de grupo (2 pts)	Individual (1 pto)	Mensual (3 pts)	Sin protección o muy vulnerable (5 pts)	120	Muy bajo
Sierra circular	Daños a extremidades por mal manejo del equipo	Físico (mecánico por corte)	Meses (4 pts)	Irreparable (5 pts)	Área de una entidad o dependencia (3 pts)	Individual (1 pto)	2 o más años (1 pto)	Sin protección o muy vulnerable (5 pts)	115	Muy bajo
Sierra circular	Incendio por corto circuito	Incendio	Semanas (3 pts)	Mayor a 1 mes (4 pts)	Área de una entidad o dependencia (3 pts)	Local (2 pts)	Anual (2 pts)	No requiere mayor protección (1 pto)	36	Muy bajo
Sierra circular	Descarga eléctrica puede provocar la muerte	Eléctrico (por descarga eléctrica)	Meses (4 pts)	Irreparable (5 pts)	Impacta en medios de comunicación (5 pts)	Individual (1 pto)	2 o más años (1 pto)	No requiere mayor protección (1 pto)	25	Muy bajo
Sierra de banco	Incendio por corto circuito	Incendio	Semanas (3 pts)	Mayor a 1 mes (4 pts)	Área de una entidad o dependencia (3 pts)	Local (2 pts)	Anual (2 pts)	Parcialmente o mal protegido (3 pts)	108	Muy bajo
Sierra de banco	Daños a extremidades por mal manejo del equipo	Físico (mecánico por corte)	Meses (4 pts)	Irreparable (5 pts)	Área de una entidad o dependencia (3 pts)	Individual (1 pto)	2 o más años (1 pto)	Bien protegido (2 pts)	46	Muy bajo
Sierra de banco	Descarga eléctrica puede provocar la muerte	Eléctrico (por descarga eléctrica)	Meses (4 pts)	Irreparable (5 pts)	Impacta en medios de comunicación (5 pts)	Individual (1 pto)	2 o más años (1 pto)	No requiere mayor protección (1 pto)	25	Muy bajo
Sierra de banco	Corte de extremidades por impericia o falta de EPP	Físico (mecánico por corte)	Semanas (3 pts)	1 a 3 semanas (2 pts)	Reacción de grupo (2 pts)	Individual (1 pto)	Mensual (3 pts)	No requiere mayor protección (1 pto)	24	Muy bajo

Servicios:

Tabla 46.1 Riesgos de servicios presentes en diseño de alimentadores (Fine).

Elemento	Causa	Efecto	Consecuencia (C)	Exposición (E)	Probabilidad (P)	Magnitud del riesgo	Clasificación	Acción
Gas LP	Fuga que provoque intoxicación	Químico	3 (25 pts)	6 (0.5 pts)	4 (1 pts)	12.5	Aceptable	Tolerable
Gas LP	Ignición de fluido por fuentes térmicas externas	Incendio	3 (25 pts)	6 (0.5 pts)	4 (1 pts)	12.5	Aceptable	Tolerable
Gas LP	Fuga que genere atmósfera explosiva	Incendio	3 (25 pts)	6 (0.5 pts)	4 (1 pts)	12.5	Aceptable	Tolerable

Tabla 46.2 Riesgos de servicios presentes en diseño de alimentadores (Mosler).

Elemento	Causa-Efecto	Tipo de riesgo	Función (F)	Sustitución (S)	Perturbación (P)	Extensión (E)	Agresión (A)	Vulnerabilidad (V)	Cuantificación de riesgo	Clase de riesgo
Gas LP	Fuga que provoque intoxicación	Químico (por intoxicación)	Semanas (3 pts)	1 a 3 semanas (2 pts)	Área de una entidad o dependencia (3 pts)	Local (2 pts)	2 o más años (1 pts)	No requiere mayor protección (1 pts)	12	Muy bajo
Gas LP	Ignición del fluido por fuentes térmicas externas	Incendio	Meses (4 pts)	Mayor a 1 mes (4 pts)	Entidad o dependencia (4 pts)	Local (2 pts)	2 o más años (1 pts)	No requiere mayor protección (1 pts)	24	Muy bajo
Gas LP	Fuga que cree una atmósfera explosiva, desencadenando una explosión	Físico (mecánico por explosión)	Meses (4 pts)	Mayor a 1 mes (4 pts)	Entidad o dependencia (4 pts)	Local (2 pts)	2 o más años (1 pts)	No requiere mayor protección (1 pts)	24	Muy bajo

Procesos:

Tabla 47.1 Riesgos de procesos presentes en diseño de alimentadores (Fine).

Proceso	Causa/Efecto	Tipo de riesgo	Consecuencia (C)	Exposición (E)	Probabilidad (P)	Magnitud del riesgo	Clasificación	Acción
Diseño de alimentadores	Posible salpicadura o derrame de metal líquido a alta temperatura al vaciar a moldes	Físico (térmico por quemadura)	6 (1 pts)	4 (2 pts)	3 (3 pts)	6	Aceptable	Tolerable
Pre calentamiento	Liberación de gases por utilizar chatarra contaminada	Químico (por inhalación de gases)	6 (1 pts)	3 (3 pts)	3 (3 pts)	9	Aceptable	Tolerable

Tabla 47.2 Riesgos de procesos presentes en diseño de alimentadores (Mosler).

Proceso	Causa/Efecto	Tipo de riesgo	Función (F)	Sustitución (S)	Perturbación (P)	Extensión (E)	Agresión (A)	Vulnerabilidad (V)	Cuantificación de riesgo	Clase de riesgo
Diseño de alimentadores	Posible salpicadura o derrame de metal líquido a alta temperatura al vaciar a moldes	Físico (térmico por quemadura)	Horas (1 pts)	1 a 3 semanas (2 pts)	Individual y en su entorno (1 pts)	Individual (1 pts)	Semanal (4 pts)	Parcialmente o mal protegido (3 pts)	36	Muy bajo
Pre calentamiento	Liberación de gases por utilizar chatarra contaminada	Químico (por inhalación de gases)	Días (2 pts)	1 a 3 semanas (2 pts)	Reacción de grupo (2 pts)	Local (2 pts)	Semanal (4 pts)	Sin protección (4 pts)	128	Muy bajo

c. Diseño de colada y análisis de defectos

Equipos:

Tabla 48.1 Riesgos de equipos presentes en diseño de colada y análisis de defectos (Fine).

Elemento	Causa/Efecto	Tipo de riesgo	Consecuencia (C)	Exposición (E)	Probabilidad (P)	Magnitud del riesgo	Clasificación	Acción
Apisonadora de arena	Aplastamiento de dedos o manos por impericia	Físico (mecánico por aplastamiento)	6 (1 pto)	3 (3 pts)	2 (6 pts)	18	Aceptable	Tolerable
Horno de crisol	Incendio por contacto de material inflamable (gas LP) con fuente de calor y escape de gas	Incendio	4 (15 pts)	5 (1 pto)	3 (3 pts)	45	Moderado	Debe Corregirse
Horno de crisol	Intoxicación por liberación de gases, puede llegar a ser fatal	Químico	3 (25 pts)	6 (0.5 pts)	4 (1 pto)	12.5	Aceptable	Tolerable
Horno de crisol	Quemaduras por impericia, mal uso o falta de EPP aluminizado	Físico (térmico por quemadura)	5 (5 pts)	4 (2 pts)	2 (6 pts)	60	Moderado	Debe Corregirse
Lijadora de banda	Daño a instalaciones eléctricas por corto circuito	Eléctrico (por corto circuito)	3 (25 pts)	6 (0.5 pts)	4 (1 pto)	12.5	Aceptable	Tolerable
Lijadora de banda	Descarga eléctrica puede provocar la muerte	Eléctrico (por descarga eléctrica)	4 (15 pts)	6 (0.5 pts)	4 (1 pto)	7.5	Aceptable	Tolerable
Lijadora de banda	Abrasión de piel por contacto con el equipo mientras se encuentra en funcionamiento	Físico (mecánico por abrasión)	6 (1 pto)	3 (3 pts)	2 (6 pts)	18	Aceptable	Tolerable
Lingotera metálica	Quemaduras por impericia, mal uso o falta de EPP aluminizado	Físico (térmico por quemadura)	5 (5 pts)	4 (2 pts)	2 (6 pts)	60	Moderado	Debe Corregirse
Lingotera metálica	Aplastamiento de dedos o manos por impericia	Físico (mecánico por aplastamiento)	6 (1 pto)	3 (3 pts)	3 (3 pts)	9	Aceptable	Tolerable
Quemador de precalentamiento	Daño a instalaciones eléctricas por corto circuito	Eléctrico (por corto circuito)	3 (25 pts)	6 (0.5 pts)	4 (1 pto)	12.5	Aceptable	Tolerable
Quemador de precalentamiento	Descarga eléctrica puede provocar la muerte	Eléctrico (por descarga eléctrica)	4 (15 pts)	6 (0.5 pts)	4 (1 pto)	7.5	Aceptable	Tolerable
Quemador de precalentamiento	Incendio por contacto de material inflamable (gas LP) con fuente de calor y escape de gas	Incendio	4 (15 pts)	5 (1 pto)	3 (3 pts)	45	Moderado	Debe Corregirse
Quemador de precalentamiento	Quemaduras por impericia, mal uso o falta de EPP aluminizado	Físico (térmico por quemadura)	5 (5 pts)	4 (2 pts)	2 (6 pts)	60	Moderado	Debe Corregirse
Sierra cinta	Incendio por corto circuito	Incendio	4 (15 pts)	6 (0.5 pts)	4 (1 pto)	7.5	Aceptable	Tolerable
Sierra cinta	Descarga eléctrica puede provocar la muerte	Eléctrico (por descarga eléctrica)	4 (15 pts)	6 (0.5 pts)	4 (1 pto)	7.5	Aceptable	Tolerable
Sierra cinta	Corte de extremidades por impericia o falta o mal uso de EPP	Físico (mecánico por corte)	5 (5 pts)	4 (2 pts)	3 (3 pts)	30	Moderado	Debe Corregirse
Sierra circular	Incendio por corto circuito	Incendio	4 (15 pts)	6 (0.5 pts)	4 (1 pto)	7.5	Aceptable	Tolerable
Sierra circular	Daños a extremidades por mal manejo del equipo	Físico (mecánico por corte)	3 (25 pts)	6 (0.5 pts)	3 (3 pts)	37.5	Moderado	Debe Corregirse
Sierra circular	Descarga eléctrica puede provocar la muerte	Eléctrico (por descarga eléctrica)	4 (15 pts)	6 (0.5 pts)	4 (1 pto)	7.5	Aceptable	Tolerable
Sierra circular	Corte de extremidades por impericia o falta o mal uso de EPP	Físico (mecánico por corte)	5 (5 pts)	4 (2 pts)	3 (3 pts)	30	Moderado	Debe Corregirse
Sierra de banco	Incendio por corto circuito	Incendio	4 (15 pts)	6 (0.5 pts)	4 (1 pto)	7.5	Aceptable	Tolerable
Sierra de banco	Daños a extremidades por mal manejo del equipo	Físico (mecánico por corte)	3 (25 pts)	6 (0.5 pts)	3 (3 pts)	37.5	Moderado	Debe Corregirse
Sierra de banco	Descarga eléctrica puede provocar la muerte	Eléctrico (por descarga eléctrica)	4 (15 pts)	6 (0.5 pts)	4 (1 pto)	7.5	Aceptable	Tolerable
Sierra de banco	Corte de extremidades por impericia o falta o mal uso de EPP	Físico (mecánico por corte)	5 (5 pts)	5 (1 pto)	3 (3 pts)	15	Aceptable	Tolerable

Tabla 48.2 Riesgos de equipos presentes en diseño de colada y análisis de defectos (Mosler).

Elemento	Causa-Efecto	Tipo de riesgo	Función (F)	Sustitución (S)	Perturbación (P)	Extensión (E)	Agresión (A)	Vulnerabilidad (V)	Cuantificación de riesgo	Clase de riesgo
Aplisonadora de arena	Aplastamiento de dedos o manos por impericia	Físico (mecánico por aplastamiento)	Días (2 pts)	Inmediatamente (1 pto)	Reacción de grupo (2 pts)	Individual (1 pto)	Mensual (3 pts)	No requiere mayor protección (1 pto)	12	Muy bajo
Horno de crisol	Incendio por contacto de material inflamable (gas LP) con fuente de calor y escape de gas	Incendio	Semanas (3 pts)	Mayor a 1 mes (4 pts)	Área de una entidad o dependencia (3 pts)	Local (2 pts)	Anual (2 pts)	Parcialmente o mal protegido (3 pts)	108	Muy bajo
Horno de crisol	Intoxicación por liberación de gases, puede llegar a ser fatal	Químico	Semanas (3 pts)	Irreparable (5 pts)	Impacta en medios de comunicación (5 pts)	Local (2 pts)	2 o más años (1 pto)	Parcialmente o mal protegido (3 pts)	75	Muy bajo
Horno de crisol	Quemaduras por impericia, mal uso o falta de EPP aluminizado	Físico (térmico por quemadura)	Horas (1 pto)	Mayor a 1 mes (4 pts)	Reacción de grupo (2 pts)	Individual (1 pto)	Semanal (4 pts)	Parcialmente o mal protegido (3 pts)	72	Muy bajo
Ujadora de banda	Daño a instalaciones eléctricas por corto circuito	Eléctrico (por corto circuito)	Semanas (3 pts)	Hasta 1 mes (3 pts)	Área de una entidad o dependencia (3 pts)	Local (2 pts)	Anual (2 pts)	Parcialmente o mal protegido (3 pts)	90	Muy bajo
Ujadora de banda	Descarga eléctrica puede provocar la muerte	Eléctrico (por descarga eléctrica)	Meses (4 pts)	Irreparable (5 pts)	Impacta en medios de comunicación (5 pts)	Individual (1 pto)	2 o más años (1 pto)	No requiere mayor protección (1 pto)	25	Muy bajo
Ujadora de banda	Abrasión de piel por contacto con el equipo mientras esta en funcionamiento	Físico (mecánico por abrasión)	Días (2 pts)	1 a 3 semanas (2 pts)	Reacción de grupo (2 pts)	Individual (1 pto)	Mensual (3 pts)	No requiere mayor protección (1 pto)	18	Muy bajo
Lingoteras metálicas	Quemaduras por impericia, mal uso o falta de EPP aluminizado	Físico (térmico por quemadura)	Horas (1 pto)	Mayor a 1 mes (4 pts)	Reacción de grupo (2 pts)	Individual (1 pto)	Diaria (5 pts)	Parcialmente o mal protegido (3 pts)	90	Muy bajo
Lingoteras metálicas	Aplastamiento de dedos o manos por impericia	Físico (mecánico por aplastamiento)	Horas (1 pto)	Inmediatamente (1 pto)	Reacción de grupo (2 pts)	Individual (1 pto)	Diaria (5 pts)	No requiere mayor protección (1 pto)	15	Muy bajo
Quemador de precalentamiento	Incendio por contacto de material inflamable (gas LP) con fuente de calor y escape de gas	Incendio	Semanas (3 pts)	Mayor a 1 mes (4 pts)	Área de una entidad o dependencia (3 pts)	Local (2 pts)	Anual (2 pts)	Parcialmente o mal protegido (3 pts)	108	Muy bajo
Quemador de precalentamiento	Quemaduras por impericia, mal uso o falta de EPP aluminizado	Físico (térmico por quemadura)	Horas (1 pto)	Mayor a 1 mes (4 pts)	Reacción de grupo (2 pts)	Individual (1 pto)	Semanal (4 pts)	Parcialmente o mal protegido (3 pts)	72	Muy bajo
Quemador de precalentamiento	Daño a instalaciones eléctricas por corto circuito	Eléctrico (por corto circuito)	Meses (4 pts)	Mayor a 1 mes (4 pts)	Área de una entidad o dependencia (3 pts)	Local (2 pts)	2 o más años (1 pto)	Parcialmente o mal protegido (3 pts)	66	Muy bajo
Quemador de precalentamiento	Descarga eléctrica puede provocar la muerte	Eléctrico (por descarga eléctrica)	Meses (4 pts)	Irreparable (5 pts)	Impacta en medios de comunicación (5 pts)	Individual (1 pto)	2 o más años (1 pto)	No requiere mayor protección (1 pto)	25	Muy bajo
Sierra cinta	Incendio por corto circuito	Incendio	Semanas (3 pts)	Mayor a 1 mes (4 pts)	Área de una entidad o dependencia (3 pts)	Local (2 pts)	Anual (2 pts)	Parcialmente o mal protegido (3 pts)	108	Muy bajo
Sierra cinta	Daños a extremidades por mal manejo del equipo	Físico (mecánico por corte)	Meses (4 pts)	Irreparable (5 pts)	Área de una entidad o dependencia (3 pts)	Individual (1 pto)	2 o más años (1 pto)	Bien protegido (2 pts)	46	Muy bajo
Sierra cinta	Descarga eléctrica puede provocar la muerte	Eléctrico (por descarga eléctrica)	Meses (4 pts)	Irreparable (5 pts)	Impacta en medios de comunicación (5 pts)	Individual (1 pto)	2 o más años (1 pto)	No requiere mayor protección (1 pto)	25	Muy bajo
Sierra cinta	Corte de extremidades por impericia o falta o mal uso de EPP	Físico (mecánico por corte)	Semanas (3 pts)	1 a 3 semanas (2 pts)	Reacción de grupo (2 pts)	Individual (1 pto)	Mensual (3 pts)	No requiere mayor protección (1 pto)	24	Muy bajo
Sierra circular	Corte de extremidades por impericia o falta o mal uso de EPP	Físico (mecánico por corte)	Semanas (3 pts)	1 a 3 semanas (2 pts)	Reacción de grupo (2 pts)	Individual (1 pto)	Mensual (3 pts)	Sin protección o muy vulnerable (5 pts)	120	Muy bajo
Sierra circular	Daños a extremidades por mal manejo del equipo	Físico (mecánico por corte)	Meses (4 pts)	Irreparable (5 pts)	Área de una entidad o dependencia (3 pts)	Individual (1 pto)	2 o más años (1 pto)	Sin protección o muy vulnerable (5 pts)	115	Muy bajo
Sierra circular	Incendio por corto circuito	Incendio	Semanas (3 pts)	Mayor a 1 mes (4 pts)	Área de una entidad o dependencia (3 pts)	Local (2 pts)	Anual (2 pts)	No requiere mayor protección (1 pto)	36	Muy bajo
Sierra circular	Descarga eléctrica puede provocar la muerte	Eléctrico (por descarga eléctrica)	Meses (4 pts)	Irreparable (5 pts)	Impacta en medios de comunicación (5 pts)	Individual (1 pto)	2 o más años (1 pto)	No requiere mayor protección (1 pto)	25	Muy bajo
Sierra de banco	Incendio por corto circuito	Incendio	Semanas (3 pts)	Mayor a 1 mes (4 pts)	Área de una entidad o dependencia (3 pts)	Local (2 pts)	Anual (2 pts)	Parcialmente o mal protegido (3 pts)	108	Muy bajo
Sierra de banco	Daños a extremidades por mal manejo del equipo	Físico (mecánico por corte)	Meses (4 pts)	Irreparable (5 pts)	Área de una entidad o dependencia (3 pts)	Individual (1 pto)	2 o más años (1 pto)	Bien protegido (2 pts)	46	Muy bajo
Sierra de banco	Descarga eléctrica puede provocar la muerte	Eléctrico (por descarga eléctrica)	Meses (4 pts)	Irreparable (5 pts)	Impacta en medios de comunicación (5 pts)	Individual (1 pto)	2 o más años (1 pto)	No requiere mayor protección (1 pto)	25	Muy bajo
Sierra de banco	Corte de extremidades por impericia o falta o mal uso de EPP	Físico (mecánico por corte)	Semanas (3 pts)	1 a 3 semanas (2 pts)	Reacción de grupo (2 pts)	Individual (1 pto)	Mensual (3 pts)	No requiere mayor protección (1 pto)	24	Muy bajo

Servicios:

Tabla 49.1 Riesgos de servicios presentes en diseño de colada y análisis de defectos (Fine).

Elemento	Causa	Efecto	Consecuencia (C)	Exposición (E)	Probabilidad (P)	Magnitud del riesgo	Clasificación	Acción
Gas LP	Fuga que provoque intoxicación	Químico	3 (25 pts)	6 (0.5 pts)	4 (1 pts)	12.5	Aceptable	Tolerable
Gas LP	Ignición de fluido por fuentes térmicas externas	Incendio	3 (25 pts)	6 (0.5 pts)	4 (1 pts)	12.5	Aceptable	Tolerable
Gas LP	Fuga que genere atmósfera explosiva	Incendio	3 (25 pts)	6 (0.5 pts)	4 (1 pts)	12.5	Aceptable	Tolerable

Tabla 49.2 Riesgos de servicios presentes en diseño de colada y análisis de defectos (Mosler).

Elemento	Causa-Efecto	Tipo de riesgo	Función (F)	Sustitución (S)	Perturbación (P)	Extensión (E)	Agresión (A)	Vulnerabilidad (V)	Cuantificación de riesgo	Clase de riesgo
Gas LP	Fuga que provoque intoxicación	Químico (por intoxicación)	Semanas (3 pts)	1 a 3 semanas (2 pts)	Área de una entidad o dependencia (3 pts)	Local (2 pts)	2 o más años (1 pts)	No requiere mayor protección (1 pts)	12	Muy bajo
Gas LP	Ignición del fluido por fuentes térmicas externas	Incendio	Meses (4 pts)	Mayor a 1 mes (4 pts)	Entidad o dependencia (4 pts)	Local (2 pts)	2 o más años (1 pts)	No requiere mayor protección (1 pts)	24	Muy bajo
Gas LP	Fuga que cree una atmósfera explosiva, desencadenando una explosión	Físico (mecánico por explosión)	Meses (4 pts)	Mayor a 1 mes (4 pts)	Entidad o dependencia (4 pts)	Local (2 pts)	2 o más años (1 pts)	No requiere mayor protección (1 pts)	24	Muy bajo

Procesos:

Tabla 50.1 Riesgos de procesos presentes en diseño de colada y análisis de defectos (Fine).

Proceso	Causa/Efecto	Tipo de riesgo	Consecuencia (C)	Exposición (E)	Probabilidad (P)	Magnitud del riesgo	Clasificación	Acción
Diseño de colada y análisis de defectos	Posible salpicadura o derrame de metal líquido a alta temperatura al vaciar a moldes	Físico (térmico por quemadura)	6 (1 pts)	4 (2 pts)	3 (3 pts)	6	Aceptable	Tolerable
Pre calentamiento	Liberación de gases por utilizar chatarra contaminada	Químico (por inhalación de gases)	6 (1 pts)	3 (3 pts)	3 (3 pts)	9	Aceptable	Tolerable

Tabla 50.2 Riesgos de procesos presentes en diseño de colada y análisis de defectos (Mosler).

Proceso	Causa/Efecto	Tipo de riesgo	Función (F)	Sustitución (S)	Perturbación (P)	Extensión (E)	Agresión (A)	Vulnerabilidad (V)	Cuantificación de riesgo	Clase de riesgo
Diseño de colada y análisis de defectos	Posible salpicadura o derrame de metal líquido a alta temperatura al vaciar a moldes	Físico (térmico por quemadura)	Horas (1 pts)	1 a 3 semanas (2 pts)	Individual y en su entorno (1 pts)	Individual (1 pts)	Semanal (4 pts)	Parcialmente o mal protegido (3 pts)	36	Muy bajo
Pre calentamiento	Liberación de gases por utilizar chatarra contaminada	Químico (por inhalación de gases)	Días (2 pts)	1 a 3 semanas (2 pts)	Reacción de grupo (2 pts)	Local (2 pts)	Semanal (4 pts)	Sin protección (4 pts)	128	Muy bajo

X. Análisis de resultados

Son varios los procesos involucrados en las prácticas que realizan en el área de Fundición y por lo tanto, en cada proceso se identificaron diferentes riesgos. El no indicar recomendaciones para los riesgos clasificados como “Tolerable” no significa que se puedan ignorar ya que se les debe de dar importancia y deben corregirse de manera preventiva, antes de que un riesgo mayor se materializase.

Realizar el análisis mediante dos metodologías distintas permite conocer el efecto de distintos factores sobre los resultados. En este caso en particular, el usar o no el factor de impacto geográfico genera resultados completamente diferentes para los métodos Fine y Mosler. En la metodología Mosler, la mayoría de los riesgos identificados son clasificados como “Muy bajo”, a pesar de que puede marcarse el equipo, proceso y/o servicio con falta de protección. Al no afectar áreas extensas (por su impacto geográfico) en las dimensiones de las actividades realizadas, su influencia en el cálculo final es muy reducido.

Por otro lado, en la metodología Fine se toman en cuenta una menor cantidad de variables para obtener la clasificación de riesgo de una actividad en particular. En esta metodología, por ejemplo, los factores geográficos, mediáticos y el tamaño del centro de trabajo no son considerados para el análisis y, por tanto, no tienen impacto alguno en la clasificación de riesgo. En cambio, en esta metodología, son consideradas las 3 variables que más impacto tienen sobre el resultado que son consecuencia, exposición y probabilidad.

Debido a lo anterior se consideraron a los resultados obtenidos mediante la metodología Fine para hacer las recomendaciones de mejora que deben hacerse en los equipos, servicios y/o procesos en el área de Fundición.

En el caso de los equipos del laboratorio, se determinó que la clasificación de riesgo es *Bajo* en la mayoría de los casos. Considerando los incidentes que han ocurrido durante el uso de los equipos, se determinó que las causas fundamentales son la falta de atención del personal que lleva a cabo la actividad y la falta de conocimiento y entrenamiento en su manejo; éstos factores provocan problemas como impericia en las actividades a realizar y errores en el uso del equipo de seguridad personal (EPP). En menor medida se encuentran las fallas atribuibles a los equipos como son descomposturas y falta de mantenimiento.

Durante el desarrollo de las actividades experimentales debe considerarse que algunos de los equipos requieren ser operados por dos o más personas, como es el caso del molino chileno, donde es esencial que exista comunicación constante y precisa entre los operadores sobre las acciones a seguir para evitar accidentes durante el arranque, operación y paro.

Se identificó que debido a condiciones como la falta de comunicación entre usuarios, uso incompleto y/o incorrecto de EPP, ausencia de dispositivos de protección en maquinaria o deficiencias en el entrenamiento para el manejo de los equipos, entre otros, pueden presentarse accidentes que varían en la gravedad de sus consecuencias. La identificación de estas condiciones son un área de oportunidad para proponer recomendaciones que sean implementadas en las actividades cotidianas para reducir el riesgo de un accidente entre los alumnos y/o profesores.

Los equipos y actividades que generaron los puntajes más altos en el análisis de riesgos y, por lo tanto, los niveles de riesgo mayor, pueden generar problemas recurrentes a mediano y largo plazo debido a la exposición constante de los alumnos y profesores, por lo que deben ser atendidos en un plazo inmediato

(0 a 6 meses) antes del inicio del semestre académico. Algunos de los factores detectados son la falta de sistemas de protección de los operarios durante el arranque del equipo, falta de dispositivos de protección para evitar la interacción con partes móviles, fortalecer la capacitación para el manejo de los equipos, e incluso la cantidad de alumnos que deben ser supervisados de cerca por el académico a cargo del grupo.

Los riesgos que se indican como “Notable” y “Alto” deben ser corregidos inmediatamente (periodo no mayor a un mes), ya que en caso de no hacerlo se pueden generar accidentes de distintos niveles de gravedad en el laboratorio. Algunos de los riesgos identificados en esta categoría son ruido por el sistema de extracción de aire y llenado de crisol para fundición de metal.

XI. Recomendaciones a los riesgos identificados

Con los riesgos identificados de cada proceso analizado y con el objetivo de mejorar la operación de los equipos y el desarrollo de los procesos considerados, se proponen una serie de recomendaciones. Cada una de ellas debe priorizarse de mayor a menor nivel de riesgo de acuerdo con los resultados obtenidos mediante la metodología Fine.

1. Preparación y control de mezclas de arenas de moldeo.

a. Muestreo de arena.

Tabla 51. Recomendaciones para los riesgos identificados en el procedimiento de *Muestreo de arena*.

<i>Riesgo identificado</i>	<i>Equipo, servicio y/o proceso</i>	<i>Recomendación</i>	<i>Sustento normativo</i>
<i>Inhalación de polvos finos por la descarga de material en distintas partes del proceso</i>	Muestreo de arena	Los usuarios deben usar un equipo de filtro respiratorio para impedir respirar los polvos generados (por ejemplo, dióxido de silicio) durante el muestreo. Las tolvas de arena deben estar etiquetadas de acuerdo con el sistema globalmente armonizado (SGA) para una correcta comunicación de los riesgos de los materiales.	NOM-017-STPS-2008 (STPS, 2008a). NOM-018-STPS-2015 (STPS, 2015). HDS del dióxido de silicio (Thermo Fischer Scientific, 2021).

b. Distribución de tamaño de partículas de arena.

Tabla 52. Recomendaciones para los riesgos identificados en el procedimiento de *Distribución de tamaño de partículas de arena*.

<i>Riesgo identificado</i>	<i>Equipo, servicio y/o proceso</i>	<i>Recomendación</i>	<i>Sustento normativo</i>
	N/A N/A	N/A	N/A

c. Preparación de mezclas de arena de moldeo y probeta norma.

Tabla 53. Recomendaciones para los riesgos identificados en el procedimiento de *Preparación de mezclas de arena de moldeo y probeta norma*.

<i>Riesgo identificado</i>	<i>Equipo, servicio y/o proceso</i>	<i>Recomendación</i>	<i>Sustento normativo</i>
<i>Aplastamiento de dedos o manos por impericia</i>	Apisonadora de arena Molino Chileno	Los equipos deben contar con dispositivos de seguridad que impidan la interacción con las partes en movimiento, como pueden ser barreras físicas y/o dispositivos de paro automático que detecten la presencia de alguna parte del cuerpo del operario.	PROY-NOM-004-STPS-2020 (STPS, 2020).

Riesgo identificado	Equipo, servicio y/o proceso	Recomendación	Sustento normativo
<i>Corte de extremidades por impericia o falta o mal uso de EPP</i>	Mezcladora	Los equipos deben de contar con dispositivos de seguridad que impidan la interacción con las partes en movimiento, esto mediante barreras físicas y/o dispositivos de paro automático que detecten la presencia de alguna parte del cuerpo del operario. Se debe contar con el EPP adecuado que reduzca el riesgo de un corte, que para el caso de las manos serían guías de corte y guantes, cuyo material dependerá de la actividad específica que se esté realizando.	PROY-NOM-004-STPS-2020 (STPS, 2020). NOM-017-STPS-2008 (STPS, 2008a).
<i>Daños a extremidades por mal manejo del equipo, por ejemplo mezcladoras</i>	Mezcladora	Los equipos deben de contar con dispositivos de seguridad que impidan la interacción con las partes en movimiento, esto mediante barreras físicas y/o dispositivos de paro automático que detecten la presencia de alguna parte del cuerpo del operario. Se debe contar con el EPP adecuado que reduzca el riesgo de un corte, que para el caso de las manos serían guías de corte y guantes, cuyo material dependerá de la actividad específica que se esté realizando.	PROY-NOM-004-STPS-2020 (STPS, 2020). NOM-017-STPS-2008 (STPS, 2008a).
<i>Irritación cutánea debido al contacto con la bentonita por no usar EPP</i>	Preparación de mezcla	Utilizar guantes resistentes a los materiales usados durante la preparación de la mezcla. Etiquetar los contenedores de materiales de acuerdo al sistema globalmente armonizado (SGA).	NOM-017-STPS-2008 (STPS, 2008a). NOM-018-STPS-2015 (STPS, 2015). HDS de la bentonita (Thermo Fischer Scientific, 2021).

d. Ensayos de propiedades físicas y mecánicas.

Tabla 54. Recomendaciones para los riesgos identificados en el procedimiento de *Ensayos de propiedades físicas y mecánicas*.

<i>Riesgo identificado</i>	<i>Equipo, servicio y/o proceso</i>	<i>Recomendación</i>	<i>Sustento normativo</i>
<i>Aplastamiento de dedos o manos por impericia</i>	Apisonadora de arena	Los equipos deben de contar con dispositivos de seguridad que impidan la interacción con las partes en movimiento, como pueden ser barreras físicas y/o dispositivos de paro automático que detecten la presencia de alguna parte del cuerpo del operario.	PROY-NOM-004-STPS-2020 (STPS, 2020).
<i>Incendio por contacto de material inflamable (gas LP) con fuente de calor y escape de gas</i>	Estufa	<p>Contar con equipos de extinción de incendio (extintores) colocados de acuerdo a la clasificación de riesgo de incendio establecido por la NOM-002-STPS-2010.</p> <p>El personal debe estar capacitado para el uso de los equipos de extintores.</p> <p>Se recomienda la instalación de equipos de detección de incendio para dar aviso oportuno y reducir el tiempo de atención.</p> <p>Las instalaciones de gas deben estar debidamente señalizadas, contar con mantenimientos preventivo y correctivo, así como con las bitácoras de ello.</p> <p>Las válvulas de apertura del flujo de gas deben encontrarse en áreas accesibles en caso de emergencia.</p> <p>Elaborar un <i>layout</i> de la tubería de gas, colocándolo en un sitio que sea visible para todo aquel que ingrese al laboratorio para que conozca la ubicación de llaves de paso y llave maestra de gas.</p> <p>Realizar la revisión de las tuberías de acuerdo con la periodicidad indicada en la norma NOM-002-SECRE-2010 (STPS, 2010) para evitar el desgaste y posibles fugas.</p>	<p>NOM-002-STPS-2010 (STPS, 2010).</p> <p>NOM-002-SECRE-2010 (STPS, 2010).</p> <p>NOM-026-STPS-2008 (STPS, 2008a).</p>

<i>Riesgo identificado</i>	<i>Equipo, servicio y/o proceso</i>	<i>Recomendación</i>	<i>Sustento normativo</i>
<i>Quemaduras por impericia, mal uso o falta de EPP aluminizado</i>	Estufa	<p>Uso completo y correcto del EPP.</p> <p>El o los operarios deben estar perfectamente capacitados en la operación y uso de equipos que generen calor.</p> <p>El responsable del grupo debe tomar decisiones inmediatas sobre retirar a una o más personas que tengan conductas que pongan en riesgo a uno o más de los miembros del grupo de trabajo. En casos graves se debe optar por cancelar la ejecución del procedimiento.</p>	NOM-017-STPS-2008 (STPS, 2008a).
<i>Atrapamiento de extremidades en mecanismo</i>	Aire comprimido	Los sistemas mecánicos (por ejemplo, sistema de compresor de aire) deben contar con guardas que eviten el poder entrar en contacto con las partes de movimiento ya que se encontraron mecanismos totalmente expuestos (por ejemplo, compresor de aire).	PROY-NOM-004-STPS-2020 (STPS, 2020).

e. Ensayos de propiedades químicas.

Tabla 55. Recomendaciones para los riesgos identificados en el procedimiento de *Ensayos de propiedades químicas*.

<i>Riesgo identificado</i>	<i>Equipo, servicio y/o proceso</i>	<i>Recomendación</i>	<i>Sustento normativo</i>
<i>Incendio por contacto de material inflamable (gas LP) con fuente de calor y escape de gas</i>	Estufa	<p>Contar con equipos de extinción de incendio (extintores) colocados de acuerdo a la clasificación de riesgo de incendio establecido por la NOM-002-STPS-2010.</p> <p>El personal debe estar capacitado para el uso de los equipos de extintores.</p> <p>Se recomienda la instalación de equipos de detección de incendio para dar aviso oportuno y reducir el tiempo de atención.</p> <p>Las instalaciones de gas deben estar debidamente señalizadas, contar con mantenimientos preventivo y correctivo, así como con las bitácoras de ello.</p> <p>Las válvulas de apertura del flujo de gas deben encontrarse en áreas accesibles en caso de emergencia.</p> <p>Elaborar un <i>layout</i> de la tubería de gas, colocándolo en un sitio que sea visible para todo aquel que ingrese al laboratorio para que conozca la ubicación de llaves de paso y llave maestra de gas.</p> <p>Realizar la revisión de las tuberías de acuerdo con la periodicidad indicada en la norma para evitar el desgaste y posibles fugas.</p>	<p>NOM-002-STPS-2010 (STPS, 2010).</p> <p>NOM-002-SECRE-2010 (SENER, 2010).</p> <p>NOM-026-STPS-2008 (STPS, 2008b).</p>
<i>Quemaduras por impericia, mal uso o falta de EPP aluminizado</i>	Estufa	<p>Uso completo y correcto del EPP.</p> <p>El o los operarios deben estar perfectamente capacitados en la operación y uso de equipos que generen calor.</p> <p>El responsable del grupo debe tomar decisiones inmediatas sobre retirar a una o más personas que tengan conductas que pongan en riesgo a uno o más de los miembros del grupo de trabajo. En casos graves se debe optar por cancelar la ejecución del procedimiento.</p>	<p>NOM-017-STPS-2008 (STPS, 2008a).</p>

2. Fusión y Tratamiento de metal líquido (aleaciones no ferrosas).
 a. Modificación y refinación.

Tabla 56. Recomendaciones para los riesgos identificados en el procedimiento de *Modificación y refinación*.

<i>Riesgo identificado</i>	<i>Equipo, servicio y/o proceso</i>	<i>Recomendación</i>	<i>Sustento normativo</i>
<i>Descarga eléctrica puede provocar la muerte</i>	Quemador de precalentamiento	<p>Al momento de manipular equipos con corriente eléctrica deben estar debidamente señalizado los puntos que pueden provocar una descarga; en caso de que estos estén expuestos deben contar con protección que evite el paso de la corriente eléctrica al operario.</p> <p>Los operarios deben contar con el EPP correspondiente a riesgos eléctricos cuando la fuente eléctrica represente un riesgo inminente de descarga.</p> <p>Las conexiones a corriente eléctrica deben contar con mantenimientos preventivos que detecten cualquier tipo de irregularidad que pueda provocar un corto circuito.</p>	<p>NOM-017-STPS-2008 (STPS, 2008a).</p> <p>NOM-029-STPS-2011 (STPS, 2011).</p>
<i>Incendio por contacto de material inflamable (gas LP) con fuente de calor y escape de gas</i>	Horno de crisol	<p>Contar con equipos de extinción de incendio (extintores) colocados de acuerdo a la clasificación de riesgo de incendio establecido por la NOM-002-STPS-2010.</p> <p>El personal debe estar capacitado para el uso de los equipos de extintores.</p> <p>Se recomienda la instalación de equipos de detección de incendio para dar aviso oportuno y reducir el tiempo de atención.</p> <p>Las instalaciones de gas deben estar debidamente señalizadas, contar con mantenimientos preventivo y correctivo, así como con las bitácoras de ello.</p> <p>Las válvulas de apertura del flujo de gas deben encontrarse en áreas accesibles en caso de emergencia.</p> <p>Elaborar un <i>layout</i> de la tubería de gas, colocándolo en un sitio que sea visible para todo aquel que ingrese al laboratorio para que conozca la ubicación de llaves de paso y llave maestra de gas.</p> <p>Realizar la revisión de las tuberías de acuerdo con la periodicidad indicada en la norma para evitar el desgaste y posibles fugas.</p>	<p>NOM-002-STPS-2010 (STPS, 2010).</p> <p>NOM-002-SECRE-2010 (STPS, 2010).</p> <p>NOM-026-STPS-2008 (STPS, 2008b).</p>

Riesgo identificado	Equipo, servicio y/o proceso	Recomendación	Sustento normativo
<i>Exposición de personal y material inflamable a fuente de calor durante encendido del horno</i>	Horno de crisol	Fijar un límite de tiempo de exposición máximo de acuerdo con la temperatura a la que se está expuesto. Contar con barreras físicas de protección contra calor y EPP que evite exposición directa a la radiación excesiva.	NOM-017-STPS-2008 (STPS, 2008a). NOM-015-STPS-2001 (STPS, 2001b).
<i>Sobrellenado del horno arriba del 75% de su capacidad que pueda provocar posibles salpicaduras de material fundido</i>	Modificación y refinación	El llenado del recipiente no debe ser mayor al 75 % de su capacidad.	N/A
<i>Exposición de personal y material inflamable a fuente de calor durante encendido del horno</i>	Modificación y refinación	Fijar un límite de tiempo de exposición máximo de acuerdo con la temperatura a la que se está expuesto. Contar con barreras físicas de protección contra calor y EPP que evite exposición directa a la radiación excesiva.	NOM-017-STPS-2008 (STPS, 2008a). NOM-015-STPS-2001 (STPS, 2001b).

b. Desgasificación.

Tabla 57. Recomendaciones para los riesgos identificados en el procedimiento de *Desgasificación*.

<i>Riesgo identificado</i>	<i>Equipo, servicio y/o proceso</i>	<i>Recomendación</i>	<i>Sustento normativo</i>
<i>Incendio por contacto de material inflamable (gas LP) con fuente de calor y escape de gas</i>	Horno de crisol	<p>Contar con equipos de extinción de incendio (extintores) colocados de acuerdo a la clasificación de riesgo de incendio establecido por la NOM-002-STPS-2010.</p> <p>El personal debe estar capacitado para el uso de los equipos de extintores.</p> <p>Se recomienda la instalación de equipos de detección de incendio para dar aviso oportuno y reducir el tiempo de atención.</p> <p>Las instalaciones de gas deben estar debidamente señalizadas, contar con mantenimientos preventivo y correctivo, así como con las bitácoras de ello.</p> <p>Las válvulas de apertura del flujo de gas deben encontrarse en áreas accesibles en caso de emergencia.</p> <p>Elaborar un <i>layout</i> de la tubería de gas, colocándolo en un sitio que sea visible para todo aquel que ingrese al laboratorio para que conozca la ubicación de llaves de paso y llave maestra de gas.</p> <p>Realizar la revisión de las tuberías de acuerdo con la periodicidad indicada en la norma para evitar el desgaste y posibles fugas.</p>	<p>NOM-002-STPS-2010 (STPS, 2010).</p> <p>NOM-002-SECRE-2010 (STPS, 2010).</p> <p>NOM-026-STPS-2008 (STPS, 2008b).</p>
<i>Quemaduras por impericia, mal uso o falta de EPP aluminizado</i>	Horno de crisol	<p>Uso completo y correcto del EPP.</p> <p>El o los operarios deben estar perfectamente capacitados en la operación y uso de equipos que generen calor.</p> <p>El responsable del grupo debe tomar decisiones inmediatas sobre retirar a una o más personas que tengan conductas que pongan en riesgo a uno o más de los miembros del grupo de trabajo. En casos graves se debe optar por cancelar la ejecución del procedimiento.</p>	<p>NOM-017-STPS-2008 (STPS, 2008a).</p>
<i>Burbujeo de gas al material fundido provocando posibles salpicaduras del mismo</i>	Desgasificación	<p>Ya que este paso es inevitable en el proceso debe procurarse el EPP adecuado, en el proceso se recomienda aparte del EPP que ya se utiliza agregar un mandil resistente a material fundido para evitar quemaduras en extremidades inferiores.</p>	<p>NOM-017-STPS-2008 (STPS, 2008a).</p>

c. Tratamiento y análisis.

Tabla 58. Recomendaciones para los riesgos identificados en el procedimiento de *Tratamiento y análisis*.

<i>Riesgo identificado</i>	<i>Equipo, servicio y/o proceso</i>	<i>Recomendación</i>	<i>Sustento normativo</i>
<i>Daños a extremidades por mal manejo del equipo, por ejemplo mezcladoras</i>	Desterronadora	Los equipos deben de contar con dispositivos de seguridad que impidan la interacción con las partes en movimiento, esto mediante barreras físicas y/o dispositivos de paro automático que detecten la presencia de alguna parte del cuerpo del operario. Se debe contar con el EPP adecuado que reduzca el riesgo de un corte, que para el caso de las manos serían guías de corte y guantes, cuyo material dependerá de la actividad específica que se esté realizando.	PROY-NOM-004-STPS-2020 (STPS, 2020). NOM-017-STPS-2008 (STPS, 2008a).
<i>Atrapamiento de extremidades en mecanismo</i>	Aire comprimido	Los sistemas mecánicos (por ejemplo, sistema de compresor de aire) deben contar con guardas que eviten entrar en contacto con las partes de movimiento ya que en el momento de la visita se encontraron mecanismos totalmente expuestos al operador (por ejemplo, compresor de aire).	PROY-NOM-004-STPS-2020 (STPS, 2020).
<i>Derrame de material fundido por manipulación descuidada</i>	Tratamiento y análisis	Al momento de hacer el vaciado del material fundido los operarios deben estar perfectamente capacitados y mantener su atención en la actividad. Además del EPP que ya se utiliza se recomienda añadir un mandil largo y espinilleras resistentes al material fundido para evitar quemaduras en extremidades inferiores.	NOM-017-STPS-2008 (STPS, 2008a).

3. Fusión y Tratamiento de Metal Líquido (aleaciones ferrosas).
a. Escorificación.

Tabla 59. Recomendaciones para los riesgos identificados en el procedimiento de *Escorificación*.

<i>Riesgo identificado</i>	<i>Equipo, servicio y/o proceso</i>	<i>Recomendación</i>	<i>Sustento normativo</i>
<i>Quemaduras por impericia, mal uso o falta de EPP aluminizado</i>	Horno de inducción	Uso completo y correcto del EPP. El o los operarios deben estar perfectamente capacitados en la operación y uso de equipos que generen calor. El responsable del grupo debe tomar decisiones inmediatas sobre retirar a una o más personas que tengan conductas que pongan en riesgo a uno o más de los miembros del grupo de trabajo. En casos graves se debe optar por cancelar la ejecución del procedimiento.	NOM-017-STPS-2008 (STPS, 2008a).
<i>Exposición a altos niveles de ruido (arriba de 110 dB)*</i>	Sistema de extracción de aire	Al encender el extractor debe usarse protección auditiva para evitar daños futuros por la exposición continua a altos niveles de ruido	NOM-011-STPS-2001 (STPS, 2001a). NOM-017-STPS-2008 (STPS, 2008a).
<i>Posible salpicadura de material fundido al retirar la escoria de la mezcla</i>	Escorificación	El o los operarios deben mantener toda su atención durante la escorificación. El o los operarios deben estar perfectamente capacitados en el proceso a realizar. Además del EPP que ya se utiliza se recomienda añadir un mandil largo y espinilleras resistentes al material fundido para evitar quemaduras en extremidades inferiores.	NOM-017-STPS-2008 (STPS, 2008a).

b. Análisis Químico Preliminar.

Tabla 60. Recomendaciones para los riesgos identificados en el procedimiento de *Análisis Químico Preliminar*.

<i>Riesgo identificado</i>	<i>Equipo, servicio y/o proceso</i>	<i>Recomendación</i>	<i>Sustento normativo</i>
<i>Derrame de material fundido por manipulación descuidada</i>	Análisis químico preliminar	Al momento de hacer el vaciado del material fundido los operarios deben estar perfectamente capacitados y mantener su atención en la actividad. Además del EPP que ya se utiliza se recomienda añadir un mandil largo y espinilleras resistentes al material fundido para evitar quemaduras en extremidades inferiores.	NOM-017-STPS-2008 (STPS, 2008a).

c. Inoculación.

Tabla 61. Recomendaciones para los riesgos identificados en el procedimiento de *Inoculación*.

<i>Riesgo identificado</i>	<i>Equipo, servicio y/o proceso</i>	<i>Recomendación</i>	<i>Sustento normativo</i>
<i>Quemaduras por impericia, mal uso o falta de EPP aluminizado</i>	Horno de inducción	Uso completo y correcto del EPP. El o los operarios deben estar perfectamente capacitados en la operación y uso de equipos que generen calor. El responsable del grupo debe tomar decisiones inmediatas sobre retirar a una o más personas que tengan conductas que pongan en riesgo a uno o más de los miembros del grupo de trabajo. En casos graves se debe optar por cancelar la ejecución del procedimiento.	NOM-017-STPS-2008 (STPS, 2008a).
<i>Exposición a altos niveles de ruido (arriba de 110 dB)</i>	Sistema de extracción de aire	Al encender el extractor debe usarse protección auditiva para evitar daños futuros por la exposición continua a altos niveles de ruido.	NOM-011-STPS-2001 (STPS, 2001a). NOM-017-STPS-2008 (STPS, 2008a).

d. Nodulización.

Tabla 62. Recomendaciones para los riesgos identificados en el procedimiento de *Nodulización*.

<i>Riesgo identificado</i>	<i>Equipo, servicio y/o proceso</i>	<i>Recomendación</i>	<i>Sustento normativo</i>
<i>Quemaduras por impericia, mal uso o falta de EPP aluminizado</i>	Horno de inducción	Uso completo y correcto del EPP. El o los operarios deben estar perfectamente capacitados en la operación y uso de equipos que generen calor. El responsable del grupo debe tomar decisiones inmediatas sobre retirar a una o más personas que tengan conductas que pongan en riesgo a uno o más de los miembros del grupo de trabajo. En casos graves se debe optar por cancelar la ejecución del procedimiento.	NOM-017-STPS-2008 (STPS, 2008a).
<i>Exposición a altos niveles de ruido (arriba de 110 dB)</i>	Sistema de extracción de aire	Al encender el extractor debe usarse protección auditiva para evitar daños futuros por la exposición continua a altos niveles de ruido	NOM-011-STPS-2001 (STPS, 2001a). NOM-017-STPS-2008 (STPS, 2008a).

e. Análisis químico preliminar.

Tabla 63. Recomendaciones para los riesgos identificados en el procedimiento de *Análisis químico preliminar*.

<i>Riesgo identificado</i>	<i>Equipo, servicio y/o proceso</i>	<i>Recomendación</i>	<i>Sustento normativo</i>
<i>Daños a extremidades por mal manejo del equipo, por ejemplo mezcladoras</i>	Desterronadora	Los equipos deben de contar con dispositivos de seguridad que impidan la interacción con las partes en movimiento, esto mediante barreras físicas y/o dispositivos de paro automático que detecten la presencia de alguna parte del cuerpo del operario. Se debe contar con el EPP adecuado que reduzca el riesgo de un corte, que para el caso de las manos serían guías de corte y guantes, cuyo material dependerá de la actividad específica que se esté realizando.	PROY-NOM-004-STPS-2020 (STPS, 2020). NOM-017-STPS-2008 (STPS, 2008a).

<i>Riesgo identificado</i>	<i>Equipo, servicio y/o proceso</i>	<i>Recomendación</i>	<i>Sustento normativo</i>
<i>Atrapamiento de extremidades en mecanismo</i>	Aire comprimido	Los sistemas mecánicos (por ejemplo, sistema de compresor de aire) deben contar con guardas que eviten entrar en contacto con las partes de movimiento ya que en el momento de la visita se encontraron mecanismos totalmente expuestos al operador (por ejemplo, compresor de aire)	PROY-NOM-004-STPS-2020 (STPS, 2020).
<i>Derrame de material fundido por manipulación descuidada</i>	Tratamiento y análisis	Al momento de hacer el vaciado del material fundido los operarios deben estar perfectamente capacitados y mantener su atención en la actividad. Además del EPP que ya se utiliza se recomienda añadir un mandil largo y espinilleras resistentes al material fundido para evitar quemaduras en extremidades inferiores.	NOM-017-STPS-2008 (STPS, 2008a).

4. Diseño de alimentadores y sistemas de colada.
 a. Diseño metalúrgico.

Tabla 64. Recomendaciones para los riesgos identificados en el procedimiento de *Diseño metalúrgico*.

<i>Riesgo identificado</i>	<i>Equipo, servicio y/o proceso</i>	<i>Recomendación</i>	<i>Sustento normativo</i>
<i>Incendio por contacto de material inflamable (gas LP) con fuente de calor y escape de gas</i>	Horno de crisol	<p>Contar con equipos de extinción de incendio (extintores) colocados de acuerdo con la clasificación de riesgo de incendio establecido por la NOM-002-STPS-2010.</p> <p>El personal debe estar capacitado para el uso de los equipos de extintores.</p> <p>Se recomienda la instalación de equipos de detección de incendio para dar aviso oportuno y reducir el tiempo de atención.</p> <p>Las instalaciones de gas deben estar debidamente señalizadas, contar con mantenimientos preventivo y correctivo, así como con las bitácoras de ello.</p> <p>Las válvulas de apertura del flujo de gas deben encontrarse en áreas accesibles en caso de emergencia.</p> <p>Elaborar un <i>layout</i> de la tubería de gas, colocándolo en un sitio que sea visible para todo aquel que ingrese al laboratorio para que conozca la ubicación de llaves de paso y llave maestra de gas.</p> <p>Realizar la revisión de las tuberías de acuerdo con la periodicidad indicada en la norma para evitar el desgaste y posibles fugas.</p>	<p>NOM-002-STPS-2010 (STPS, 2010).</p> <p>NOM-002-SECRE-2010 (STPS, 2010).</p> <p>NOM-026-STPS-2008 (STPS, 2008b).</p>
<i>Quemaduras por impericia, mal uso o falta de EPP aluminizado</i>	Horno de crisol Lingotera metálica	<p>Uso completo y correcto del EPP.</p> <p>El o los operarios deben estar perfectamente capacitados en la operación y uso de equipos que generen calor.</p> <p>El responsable del grupo debe tomar decisiones inmediatas sobre retirar a una o más personas que tengan conductas que pongan en riesgo a uno o más de los miembros del grupo de trabajo. En casos graves se debe optar por cancelar la ejecución del procedimiento.</p>	<p>NOM-017-STPS-2008 (STPS, 2008a).</p>

b. Diseño de alimentadores.

Tabla 65. Recomendaciones para los riesgos identificados en el procedimiento de *Diseño de alimentadores*.

<i>Riesgo identificado</i>	<i>Equipo, servicio y/o proceso</i>	<i>Recomendación</i>	<i>Sustento normativo</i>
<i>Incendio por contacto de material inflamable (gas LP) con fuente de calor y escape de gas</i>	Horno de crisol	<p>Contar con equipos de extinción de incendio (extintores) colocados de acuerdo a la clasificación de riesgo de incendio establecido por la NOM-002-STPS-2010.</p> <p>El personal debe estar capacitado para el uso de los equipos de extintores.</p> <p>Se recomienda la instalación de equipos de detección de incendio para dar aviso oportuno y reducir el tiempo de atención.</p> <p>Las instalaciones de gas deben estar debidamente señalizadas, contar con mantenimientos preventivo y correctivo, así como con las bitácoras de ello.</p> <p>Las válvulas de apertura del flujo de gas deben encontrarse en áreas accesibles en caso de emergencia.</p> <p>Elaborar un <i>layout</i> de la tubería de gas, colocándolo en un sitio que sea visible para todo aquel que ingrese al laboratorio para que conozca la ubicación de llaves de paso y llave maestra de gas.</p> <p>Realizar la revisión de las tuberías de acuerdo a la periodicidad indicada en la norma para evitar el desgaste y posibles fugas.</p>	<p>NOM-002-STPS-2010 (STPS, 2010).</p> <p>NOM-002-SECRE-2010 (STPS, 2010).</p> <p>NOM-026-STPS-2008 (STPS, 2008b).</p>
<i>Quemaduras por impericia, mal uso o falta de EPP aluminizado</i>	Horno de crisol Lingotera metálica	<p>Uso completo y correcto del EPP.</p> <p>El o los operarios deben estar perfectamente capacitados en la operación y uso de equipos que generen calor.</p> <p>El responsable del grupo debe tomar decisiones inmediatas sobre retirar a una o más personas que tengan conductas que pongan en riesgo a uno o más de los miembros del grupo de trabajo. En casos graves se debe optar por cancelar la ejecución del procedimiento.</p>	<p>NOM-017-STPS-2008 (STPS, 2008a).</p>

Riesgo identificado	Equipo, servicio y/o proceso	Recomendación	Sustento normativo
<i>Daños a extremidades por mal manejo del equipo, por ejemplo mezcladoras</i>	Sierra cinta Sierra circular Sierra de banco	Los equipos deben de contar con dispositivos de seguridad que impidan la interacción con las partes en movimiento, esto mediante barreras físicas y/o dispositivos de paro automático que detecten la presencia de alguna parte del cuerpo del operario. Se debe contar con el EPP adecuado que reduzca el riesgo de un corte, que para el caso de las manos serían guías de corte y guantes, cuyo material dependerá de la actividad específica que se esté realizando.	PROY-NOM-004-STPS-2020 (STPS, 2020). NOM-017-STPS-2008 (STPS, 2008a).
<i>Corte de extremidades por impericia o falta o mal uso de EPP</i>	Sierra cinta	Los equipos deben de contar con dispositivos de seguridad que impidan la interacción con las partes en movimiento, esto mediante barreras físicas y/o dispositivos de paro automático que detecten la presencia de alguna parte del cuerpo del operario. Se debe contar con el EPP adecuado que reduzca el riesgo de un corte, que para el caso de las manos serían guías de corte y guantes, cuyo material dependerá de la actividad específica que se esté realizando.	PROY-NOM-004-STPS-2020 (STPS, 2020). NOM-017-STPS-2008 (STPS, 2008a).

c. Diseño de colada y análisis de defectos.

Tabla 66. Recomendaciones para los riesgos identificados en el procedimiento de *Diseño de colada y análisis de defectos*.

Riesgo identificado	Equipo, servicio y/o proceso	Recomendación	Sustento normativo
<i>Incendio por contacto de material inflamable (gas LP) con fuente de calor y escape de gas</i>	Horno de crisol	Contar con equipos de extinción de incendio (extintores) colocados de acuerdo a la clasificación de riesgo de incendio establecido por la NOM-002-STPS-2010. El personal debe estar capacitado para el uso de los equipos de extintores. Se recomienda la instalación de equipos de detección de incendio para dar aviso oportuno y reducir el tiempo de atención. Las instalaciones de gas deben estar debidamente señalizadas, contar con mantenimientos preventivo y correctivo, así como con las bitácoras de ello. Las válvulas de apertura del flujo de gas deben encontrarse en áreas accesibles en caso de emergencia.	NOM-002-STPS-2010 (STPS, 2010). NOM-002-SECRE-2010 (STPS, 2010). NOM-026-STPS-2008 (STPS, 2008b).

Riesgo identificado	Equipo, servicio y/o proceso	Recomendación	Sustento normativo
<i>Quemaduras por impericia, mal uso o falta de EPP aluminizado</i>		Elaborar un <i>layout</i> de la tubería de gas, colocándolo en un sitio que sea visible para todo aquel que ingrese al laboratorio para que conozca la ubicación de llaves de paso y llave maestra de gas. Realizar la revisión de las tuberías de acuerdo con la periodicidad indicada en la norma para evitar el desgaste y posibles fugas.	
	Horno de crisol Lingotera metálica	Uso completo y correcto del EPP. El o los operarios deben estar perfectamente capacitados en la operación y uso de equipos que generen calor. El responsable del grupo debe tomar decisiones inmediatas sobre retirar a una o más personas que tengan conductas que pongan en riesgo a uno o más de los miembros del grupo de trabajo. En casos graves se debe optar por cancelar la ejecución del procedimiento.	NOM-017-STPS-2008 (STPS, 2008a).
<i>Daños a extremidades por mal manejo del equipo de corte o mezclado</i>	Sierra cinta Sierra circular Sierra de banco Mezcladora	Los equipos deben de contar con dispositivos de seguridad que impidan la interacción con las partes en movimiento, esto mediante barreras físicas y/o dispositivos de paro automático que detecten la presencia de alguna parte del cuerpo del operario. Se debe contar con el EPP adecuado que reduzca el riesgo de un corte, que para el caso de las manos serían guías de corte y guantes, cuyo material dependerá de la actividad específica que se esté realizando.	PROY-NOM-004-STPS-2020 (STPS, 2020). NOM-017-STPS-2008 (STPS, 2008a).
	Arco con segueta Sierra cinta Sierra circular Sierra de banco Taladro de banco	Los equipos deben de contar con dispositivos de seguridad que impidan la interacción con las partes en movimiento, esto mediante barreras físicas y/o dispositivos de paro automático que detecten la presencia de alguna parte del cuerpo del operario. Se debe contar con el EPP adecuado que reduzca el riesgo de un corte, que para el caso de las manos serían guías de corte y guantes, cuyo material dependerá de la actividad específica que se esté realizando.	PROY-NOM-004-STPS-2020 (STPS, 2020). NOM-017-STPS-2008 (STPS, 2008a).
<i>Corte de extremidades por impericia o falta o mal uso de EPP</i>			

XII. Conclusiones

Cómo punto de partida para este trabajo, se realizaron a cabo visitas al área de fundición de la Facultad, entrevistas con académicos responsables del área, revisión de manuales de prácticas y documentos relacionados con las actividades que son llevadas a cabo, y análisis de los procedimientos experimentales en formato de videos que fueron grabados con propósitos académicos. Los videos fueron de gran utilidad ya que permitieron analizar en detalle las actividades experimentales que se llevan a cabo con cada equipo, proceso y servicios, así como los riesgos asociados a ellos.

Después de revisar distintas metodologías de análisis de riesgos se seleccionaron las metodologías Mosler y Fine ya que eran las que mejor se adaptaban con la información disponible. Mediante ambas metodologías se identificaron condiciones inseguras presentes en equipos, procesos y servicios requeridos en los procedimientos experimentales.

Después de aplicar ambas metodologías, se seleccionaron los resultados de la metodología de Fine para hacer las propuestas de mejora, ya que se identificaron condiciones de riesgo que impactan en mayor magnitud en la seguridad y bienestar de los usuarios del área.

En el caso del método Mosler se utilizan dos variables que para el caso de industrias o espacios de trabajo de tamaño y magnitudes bajas, pueden no reflejar los riesgos reales, como son perturbación y alcance. Al considerar la extensión de daños geográficos y el nivel de perturbación causado en un sistema en particular, como es la Facultad de Química que es de pequeñas dimensiones comparada con grandes industrias, se afecta el resultado disminuyendo el grado del riesgo. Por ello, consideramos que el método Mosler no es la mejor opción para el análisis de sistemas pequeños donde las consecuencias se reflejan en áreas geográficas reducidas.

Con el método de Fine se clasificaron las condiciones inseguras presentes entre “Muy alto”, “Alto”, “Notable”, “Moderado” y “Bajo o aceptable”. Para cada caso se proponen acciones (descritas en la tabla 5) y recomendaciones basadas en las Normas Oficiales Mexicanas (NOM), para reducir el nivel de riesgo al que se exponen los usuarios.

Lo indicado en las NOMs (emitidas por la Secretaría de Trabajo y Previsión Social, o STPS) aplicables a las actividades desarrolladas en el área de Fundición permitió proponer acciones de mejora específicas para la reducir los riesgos identificados en los equipos, servicios y procesos analizados, para que este espacio cumpla con lo establecido para cualquier centro de trabajo.

De acuerdo con al análisis global realizado, el laboratorio cuenta con las condiciones de seguridad necesarias para operar sin riesgos mayores que pongan en riesgo la vida o la integridad física del personal ni se ocasionen daños a las instalaciones.

XIII. Referencias

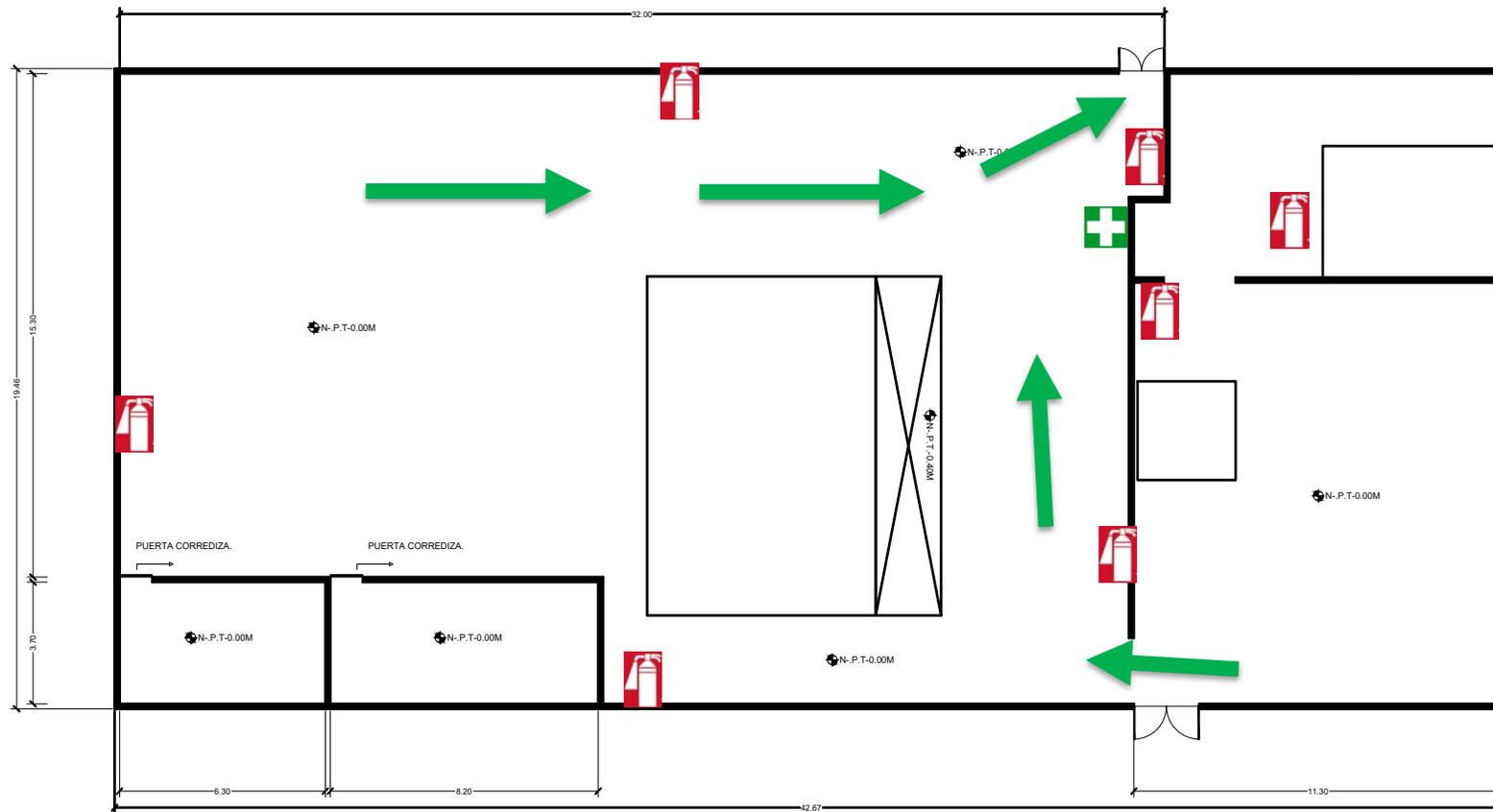
- Atlenco E.C, Amaro Villeda A.M. y Ruiz Tamayo A.G. (2006) Manual de Prácticas de laboratorio, Departamento de Ingeniería Metalúrgica, Facultad de Química, UNAM, México.
- Calle, J. (2020). 5 métodos de análisis de riesgos. Colombia. Pirani. Obtenido de <https://www.piranirisk.com/es/blog/5-m%C3%A9todos-de-an%C3%A1lisis-de-riesgos> [Consultado el 29 de enero de 2021].
- Cirujano, G.A. (2000). La evaluación de riesgos laborales. MAPFRE SEGURIDAD. No. 79. Obtenido de https://app.mapfre.com/documentacion/es/catalogo_imagenes/grupo.do?path=1021193 [Consultado el 27 de julio de 2021].
- CIVITTAS. (2012). Análisis de Riesgos: El método Mosler. CIVITTAS Empresa de Seguridad Privada, España. Obtenido de <https://www.civittas.com/analisis-de-riesgos-el-metodo-mosler/>
- Gemma, G.J. (2020). Medio siglo de análisis de riesgos con el Método Fine (I). Cuadernos de Seguridad. Obtenido de <https://cuadernosdeseguridad.com/2020/12/medio-siglo-de-analisis-de-riesgos-con-el-metodo-fine-i/> [Consultado el 29 de julio de 2021].
- ISO. (2020). Definición de riesgos y peligros según ISO 9001 Nueva ISO 9001:2015. Obtenido de <https://www.nueva-iso-9001-2015.com/2020/09/definicion-de-riesgos-y-peligros-segun-iso-9001/> [Consultado el 27 de julio de 2021].
- Freedman, P. (2013). HAZOP como metodología de análisis de riesgos. TECNA S.A. Argentina. Obtenido de <http://biblioteca.iapg.org.ar/ArchivosAdjuntos/Petrotecnica/2003-2/Hazop.pdf> [Consultado el 29 de enero de 2021].
- Manel B.J. (2015). ¿Qué puntos críticos esconde el método Fine de valoración de riesgos? Seguridad y salud en el trabajo, prevención de riesgos laborales, PrevenControl. Obtenido de <https://prevencontrol.com/prevenblog/puntos-criticos-esconde-metodo-fine-valoracion-riesgos/> [Consultado el 14 de julio de 2021].
- Navarro. F. (2019). El análisis de riesgos. Método Mosler, Revista digital INESEM. España. Obtenido de <https://revistadigital.inesem.es/gestion-integrada/el-analisis-de-riesgos-metodo-mosler/> [Consultado el 27 de enero de 2021].
- Projecto Management Institute (2013). Guía de los fundamentos para la dirección de proyectos (Guía del PMBOK). Quinta edición, EUA.
- Tandem. (2020). Método Mosler para el análisis de riesgo. Tandem HSE, S.L. España. Obtenido de <https://tandemsl.com/seguridad-industrial-blog/metodo-mosler-analisis-riesgo/#> [Consultado el 29 de enero de 2021].
- Thermo Fischer Scientific. (2021). Ficha de datos de seguridad. Obtenido de <https://www.alfa.com/en/msds/?language=ES&subformat=CLP1&sku=38715> [Consultado el 29 de julio de 2021].
- Thermo Fischer Scientific (2021). Ficha de datos de seguridad. Obtenido de <https://www.alfa.com/en/msds/?language=ES&subformat=CLP1&sku=A15795> [Consultado el 29 de julio de 2021].
- SENER. (2010). NOM-001-SECRE-2010, Especificaciones del gas natural. DOF (Diario Oficial de la Federación) 19 de marzo 2010 México. Obtenido de <https://www.cre.gob.mx/documento/1724.pdf> [Consultado el 24 de agosto de 2021].
- STPS. (2001a). NOM-011-STPS-2001, Condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo donde se genere ruido. DOF (Diario Oficial de la Federación) 17 de abril de 2010. México. Obtenido de http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=734536&fecha=17/04/2002 [Consultado el 27 de julio de 2021].
- STPS. (2001b). NOM-015-STPS-2001, Condiciones térmicas elevadas o abatidas-Condiciones de seguridad e higiene. DOF (Diario Oficial de la Federación) 14 de junio de 2010. México. Obtenido de https://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=728016&fecha=14/06/2002 [Consultado el 27 de julio de 2021].

- STPS. (2008a). NOM-017-STPS-2008, Equipo de protección personal-Selección, uso y manejo en los centros de trabajo. DOF (Diario Oficial de la Federación) 9 de diciembre de 2008. México. Obtenido de http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5072773&fecha=09/12/2008 [Consultado el 27 de julio de 2021].
- STPS. (2008b). NOM-026-STPS-2008, Colores y señales de seguridad e higiene, e identificación de riesgos por fluidos conducidos en tuberías. DOF (Diario Oficial de la Federación) 25 de noviembre de 2008.. México. Obtenido de <https://www.dof.gob.mx/normasOficiales/3541/stps.htm#:~:text=NORMA%20Oficial%20Mexicana%20NOM%2D026.del%20Trabajo%20y%20Previsi%C3%B3n%20Social>. [Consultado el 27 de julio de 2021].
- STPS. (2010). NOM-002-STPS-2010, Condiciones de seguridad-Prevención y protección contra incendios en los centros de trabajo. DOF (Diario Oficial de la Federación) 09 de diciembre de 2010. México. Obtenido de https://dof.gob.mx/nota_detalle_popup.php?codigo=5170410 [Consultado el 27 de julio de 2021].
- STPS. (2011). NOM-029-STPS-2011, Mantenimiento de las instalaciones eléctricas en los centros de trabajo-Condiciones de seguridad. DOF (Diario Oficial de la Federación) 29 de diciembre de 2010. México. Obtenido de http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5227363&fecha=29/12/2011 [Consultado el 27 de julio de 2021].
- STPS (2015). NOM-018-STPS-2015, Sistema armonizado para la identificación y comunicación de peligros y riesgos por sustancias químicas peligrosas en los centros de trabajo. DOF (Diario Oficial de la Federación) 09 de octubre de 2015. México. Obtenido de https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5411121&fecha=09/10/2015 [Consultado el 27 de julio de 2021].
- STPS. (2020). PROY-NOM-004-STPS-2020 Maquinaria y equipo que se utiliza en los centros de trabajo. Sistemas de protección y dispositivos de seguridad. DOF (Diario Oficial de la Federación) 8 de febrero de 2021. México. Obtenido de http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5611061&fecha=08/02/2021 [Consultado el 22 de febrero de 2021].
- UNAM. (2010). Anexos: Guía para la elaboración de planes locales de seguridad y protección. Anexo 4. Método Mosler para valoración de riesgo. Comisión Especial de Seguridad. México. Obtenido de <https://www.stunam.org.mx/41consejouni/06comisionespecial/documentos/08anexoguiaplsp.pdf> [Consultado el 29 de enero de 2021].
- WeLiveSecurity. (2015), ¿Evaluación de riesgos cualitativa o cuantitativa? ESET Latinoamérica. México. Obtenido de <https://www.welivesecurity.com/las-es/2015/03/23/evaluacion-de-riesgos-cualitativa-o-cuantitativa/> [Consultado el 30 de enero de 2021].

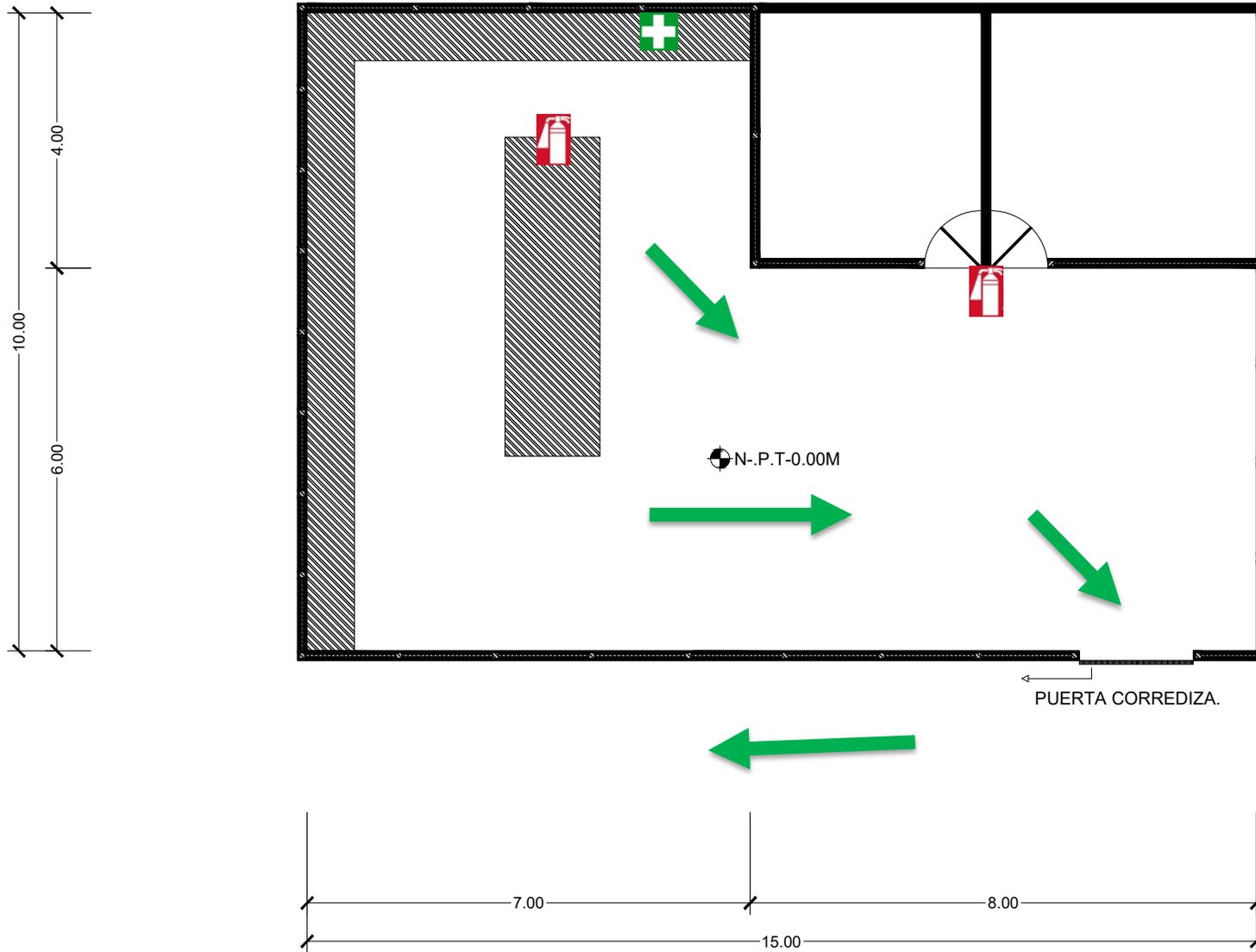
XIV. Anexos

ANEXO I. Lay-Out del área de Fundición.

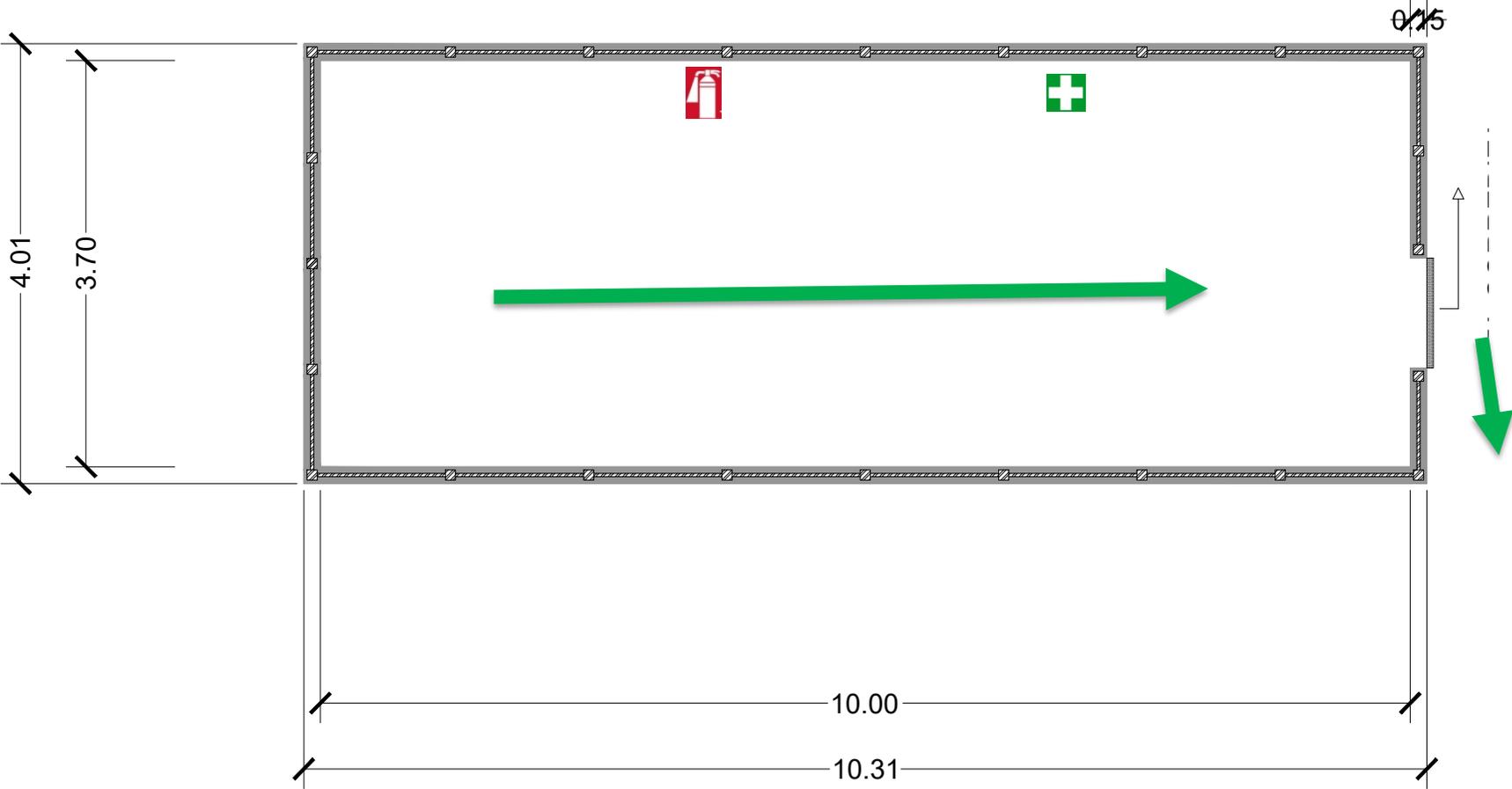
LABORATORIO DE FUNDICION.



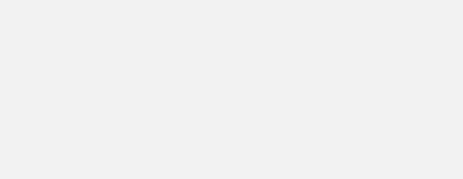
ARENAS DE MOLDEO



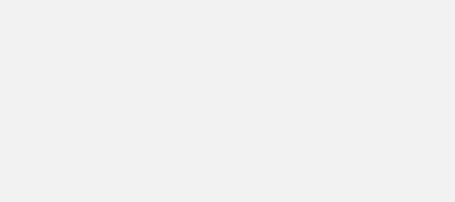
MODELOS



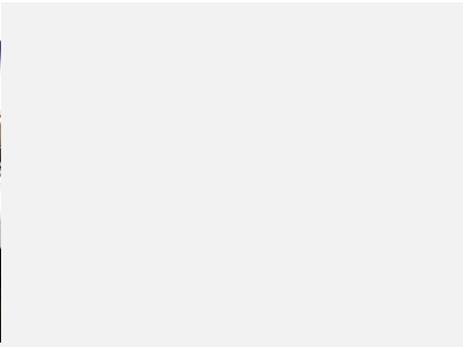
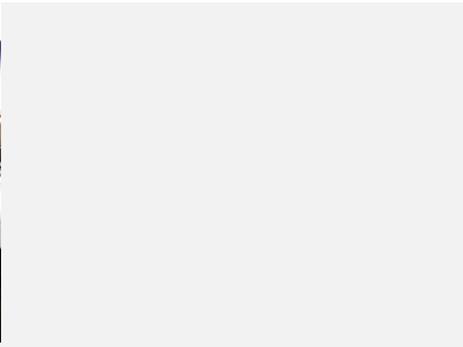
ANEXO II. Equipos usados en el área de Fundición.

<i>Equipo</i>	<i>Imagen ángulo 1</i>	<i>Imagen ángulo 2</i>
<i>Sierra de Banco</i>		
<i>Sierra circular</i>		
<i>Lijadora de banda</i>		
<i>Sierra cinta</i>		

<i>Equipo</i>	<i>Imagen ángulo 1</i>	<i>Imagen ángulo 2</i>
<i>Desterronadora</i>		
<i>Mezcladora de arena</i>		
<i>Molino tipo chileno</i>		
<i>Quemador de precalentamiento</i>		

<i>Equipo</i>	<i>Imagen ángulo 1</i>	<i>Imagen ángulo 2</i>
<i>Lingotera metálica</i>		
<i>Horno de crisol</i>		
<i>Taladro de banco</i>		

<i>Equipo</i>	<i>Imagen ángulo 1</i>	<i>Imagen ángulo 2</i>
<i>Banco de moldeo semiautomático</i>		
<i>Pisoneta</i>		
<i>Apisonadora de arena para elaboración de probetas normas</i>		
<i>Pulidoras</i>		

<i>Equipo</i>	<i>Imagen ángulo 1</i>	<i>Imagen ángulo 2</i>
<i>Esmeril</i>		
<i>Arco con segueta</i>		
<i>Estufa</i>		
<i>Máquina de resistencias</i>		
<i>Horno de inducción sin núcleo</i>		

