

ÍNDICE GENERAL

CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN	1
1.1 ANTECEDENTES	2
1.2 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA	3
1.3 SOLUCIÓN PROPUESTA	4
1.4 OBJETIVOS	5
1.4.1 Objetivo general	5
1.4.2 Objetivos específicos	5
1.5 RESULTADOS ESPERADOS	6
CAPÍTULO 2. MARCO TEÓRICO	7
2.1 INTRODUCCIÓN A LA METODOLOGÍA RBI	8
2.2 INSPECCIÓN Y SUS FUNDAMENTOS	9
2.3 ALCANCE DE LA INSPECCIÓN BASADA EN RIESGO	10
2.4 MATRIZ DE RIESGO	11
2.5 FLUJO DE TRABAJO	12
2.5.1 Recolección de información	13
2.5.2 Validación de la información	14
2.5.3 Identificación funcional de los sistemas, sistematización y valoración de los mecanismos de deterioro	15
2.5.4 Análisis de riesgo	15
2.5.4.1 Análisis de riesgo Cualitativo (Por sistemas)	16
2.5.4.2 Análisis de riesgo Cuantitativo o Semicuantitativo (Por equipo)	16
2.5.5 Identificación de áreas de atención	17
2.5.6 Validación de resultados y recomendaciones	18

2.5.7	Ejecución de planes de inspección y Acciones de mantenimiento.....	18
2.6	PRODUCTOS DE LA METODOLOGÍA CUALITATIVA DE ibr api	18
2.7	Mecanismos de deterioro.....	19
2.7.1	Fallas mecánicas y metalúrgicas.....	19
2.7.2	Pérdidas de espesor uniformes y localizadas.....	20
2.7.3	Corrosión a alta temperatura (400°F o 204°C).....	20
2.7.4	Fractura asistida por el medio ambiente	21
2.8	TÉCNICAS DE INSPECCIÓN.....	21
2.8.1	Ensayos no destructivos Superficiales.....	22
2.8.1.1	Inspección Visual (VT).....	22
2.8.1.2	Inspección por líquidos penetrantes (PT).....	22
2.8.1.3	Inspección por partículas magnéticas (MT)	22
2.8.2	Ensayos no destructivos volumétricos.....	23
2.8.2.1	Inspección por Radiografía (RT).....	23
2.8.2.2	Inspección por Ultrasonido (UT)	24
2.9	ANÁLISIS DE RIESGO	24
2.9.1	Análisis Cualitativo del Riesgo	25
2.9.1.1	Valoración de la Probabilidad de Falla	26
2.9.1.2	Valoración de la Consecuencia de Daño por Explosión e incendio.....	27
2.9.1.3	Valoración de las Consecuencias de falla por Toxicidad.....	29
2.9.1.4	Matriz de Riesgo por análisis cualitativo	30
2.9.2	Análisis Cuantitativo y Semicuantitativo del Riesgo	32
2.9.2.1	Determinación de la probabilidad de falla	33
2.9.2.2	Determinación de la Consecuencia de Falla	37
2.10	EVALUACIÓN DEL RIESGO EN ANÁLISIS CUALITATIVO	41

2.10.1	Análisis del riesgo y jerarquización.....	41
CAPÍTULO 3. DESARROLLO DE LA SOLUCIÓN A LA PROBLEMÁTICA		
3.1	Equipos evaluados	44
3.2	Recolección de información	45
3.3	Sistematización.....	46
3.4	Análisis de Riesgo Cualitativo	47
3.4.1	Cálculo de la Probabilidad de Falla	48
3.4.1.1	Factor de Equipamiento	48
3.4.1.2	Factor de Daño	49
3.4.1.3	Factor de Inspección IF.....	50
3.4.1.4	Factor de Condición CCF.....	51
3.4.1.5	Factor de Proceso PF.....	52
3.4.1.6	Factor de Diseño Mecánico MDF.....	53
3.4.2	Cálculo de la Consecuencia de falla por Daños	53
3.4.2.1	Factor Químico CF.....	54
3.4.2.2	Factor de Cantidad QF	55
3.4.2.3	Factor de Estado SF.....	56
3.4.2.4	Factor de Auto combustión AF	56
3.4.2.5	Factor de Presión PRF.....	57
3.4.2.6	Factor de Crédito CF.....	57
3.4.3	Cálculo de la Consecuencia de falla por Toxicidad	59
3.4.3.1	Factor de Cantidad Tóxica TQF.....	59
3.4.3.2	Factor de Dispersión DIF.....	60
3.4.3.3	Factor de Crédito CRF	60
3.4.3.4	Factor de Población PPF	61

CAPÍTULO 4. ANÁLISIS DE RESULTADOS	62
CONCLUSIONES.....	67
REFERENCIAS	68
ANEXOS	69

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Categoría PoF por análisis cualitativo. Fuente: API RP 581 / Appendix A.....	27
Tabla 2: Categoría CoF de Daño por Explosión e incendio por análisis cualitativo. Fuente: API RP 581 / Appendix A.....	29
Tabla 3 Categoría CoF de Daño por Toxicidad por análisis cualitativo. Fuente: API RP 581 / Appendix A.....	30
Tabla 4 Suggested Component Generic Failure Frequencies, Fuente: API 581, Tabla 3.1	34
Tabla 5 Evaluación del sistema gerencial. Fuente: API RP 581, Tabla 4.4	37
Tabla 6 Recopilación de las características de los fluidos según sus Hojas de Seguridad de los Materiales de la empresa Arauco. Fuente Propia.	45
Tabla 7 Mecanismos de falla según tipo de componente fabricado Acero. al carbono. Fuente: Arauco	47

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1.1 Ejemplo evaluación del riesgo para un equipo en una Matriz de riesgo. Fuente: Propia.....	6
Ilustración 2.1 Matriz de Riesgo, Fuente: API-RP-580.....	12
Ilustración 2.2 Flujo de trabajo RBI, Fuente: Aplicación de la Tecnología de Inspección Basada en Riesgo (IBR) para la Generación de Planes Óptimos de Inspección a Equipos Estáticos en la Industria del Petróleo y Gas [3].....	13
Ilustración 2.3 Factores que influyen en el riesgo. Fuente: Metodología Integral Para El Diseño Y Optimización De Planes De Inspección- Midopi [6].....	25
Ilustración 2.4 Clasificación de riesgos según NFPA.	27
Ilustración 2.5 Proceso de liberación de fluido	29
Ilustración 2.6 Ejemplo de combinación de Factores de PoF y CoF en análisis cualitativo. Fuente propia.....	31
Ilustración 2.7 Ejemplo Matriz de riesgo para un equipo estático de planta Celulosa Arauco. Fuente propia.....	32
Ilustración 2.8 Procedimiento de análisis de consecuencias. Fuente: API RP 581 /parte 3 [9].	38
Ilustración 2.9 Ejemplo Jerarquización de equipos según el riesgo de una planta. Fuente: Aplicación de la Tecnología de Inspección Basada en Riesgo (IBR) para la Generación de Planes Óptimos de Inspección a Equipos Estáticos en la Industria del Petróleo y Gas [3].....	41
Ilustración 2.10 Ejemplo Porcentaje de equipos vs Porcentaje de contribución al riesgo. Fuente: Introducción a la Metodología de Inspección Basada en Riesgo [1]	42
Ilustración 2.11 Ejemplo listado de equipos con mayor porcentaje de contribución al riesgo. Fuente: Introducción a la Metodología de Inspección Basada en Riesgo [1]	42
Ilustración 3.1 Listado de equipos evaluados. Fuente Propia.....	44
Ilustración 3.2 Categoría de PoF según la sumatoria de los factores de seguridad presentes. Fuente Propia.....	48
Ilustración 3.3 Factor de inspección IF. Fuente: API RP 581	50
Ilustración 3.4 Pasos para determinar el factor de condición CCF. Fuente: API RP 581	51
Ilustración 3.5 Pasos para obtener el valor de PF. Fuente: API RP 581	52
Ilustración 3.6 Pasos para el cálculo del Factor de diseño mecánico MDF. Fuente: API RP 581	53

Ilustración 3.7 Ejemplo Evaluación de los factores de Consecuencia de daño. Fuente: Propia.	54
Ilustración 3.8 Pasos para determinar el factor químico CF. Fuente: API RP 581	55
Ilustración 3.9 Factores para determinar el valor de QF. Fuente: API RP 581	55
Ilustración 3.10 Factores para determinar el valor de SF. Fuente: API RP 581	56
Ilustración 3.11 Factores para determinar el factor AF. Fuente: API RP 581	56
Ilustración 3.12 Factores para determinar el valor de PRF. Fuente: API RP 581	57
Ilustración 3.13 Pasos para determinar el valor de CF. Fuente: API RP 581	58
Ilustración 3.14 Pasos para determinar el factor de cantidad tóxica TQF. Fuente: API RP 581	59
Ilustración 3.15 Procedimiento para el cálculo de factor de dispersión DIF. Fuente: API RP 581	60
Ilustración 3.16 Pasos para determinar el factor de crédito CRF. Fuente: API RP 581	61
Ilustración 3.17 Determinación del factor PPF en función del número de personas que se pueden ver afectadas. Fuente: API RP 581	61
Ilustración 4.1 Ejemplo factor de Probabilidad. Fuente: Propia.....	63
Ilustración 4.2 Ejemplo factor de Consecuencia de Daño. Fuente: Propia	63
Ilustración 4.3 Ejemplo de factor de Consecuencia de Salud. Fuente: Propia.	63
Ilustración 4.4 Resumen de la evaluación del riesgo para el equipo 34-G-11. Fuente: Propia.	64
Ilustración 4.5 Resumen resultados obtenidos de los Factores de PoF y CoF. Fuente: Propia.	65
Ilustración 4.6 Representación de la cantidad de equipos equivalentes para cada par ordenado en la matriz de riesgo. Fuente: Propia.	65
Ilustración 4.7 Jerarquización del riesgo de los equipos evaluados. Fuente: Propia.	66