

# Tabla de Contenido

<b>1. Introducción</b>	<b>1</b>
1.1. Motivación . . . . .	2
1.2. Objetivos . . . . .	2
1.2.1. Objetivo General . . . . .	2
1.2.2. Objetivos Específicos . . . . .	2
1.3. Alcances . . . . .	3
<b>2. Antecedentes Generales Transporte Concentrado</b>	<b>4</b>
2.1. Transporte de concentrado . . . . .	4
2.2. Caracterización tuberías de conducción . . . . .	5
2.3. Curvado de una tubería . . . . .	6
<b>3. Daños Internos en cañerías</b>	<b>8</b>
3.1. Erosión . . . . .	8
3.2. Sedimentación . . . . .	9
3.2.1. Velocidad de deposición . . . . .	10
3.2.2. Reología y modelamiento matemático concentrado . . . . .	11
3.2.2.1. Densidad . . . . .	13
3.2.2.2. Concentración del Relave $C_v$ . . . . .	13
3.2.2.3. Viscosidad Dinámica . . . . .	13
3.3. Caracterización de flujo en tubería . . . . .	13
3.3.1. Número de Hedstrom (He) . . . . .	14
3.3.2. Velocidad de transición . . . . .	15
3.4. Antecedentes Fluidodinámicos y Modelación Matemática . . . . .	16
3.4.1. Fluido Dinámica Computacional (CFD) . . . . .	16
3.4.2. Modelamiento concentrado general . . . . .	17
3.4.3. Parámetros de interacción Fluido-Partícula . . . . .	17
3.4.4. Distribución de partículas . . . . .	18
3.4.5. Modelos para erosión . . . . .	21
3.4.5.1. Modelo Inyección Partícula . . . . .	22
3.4.5.2. Modelo de Turbulencia . . . . .	23
3.4.5.3. Modelo de erosión de Finnie . . . . .	24
3.5. Resumen propiedades y modelos a utilizar . . . . .	26
3.5.1. Granulometría del Concentrado . . . . .	26
3.5.2. Modelos ANSYS Fluent . . . . .	28
3.5.3. Condiciones de Borde . . . . .	29
3.6. Definición del Problema . . . . .	29

3.7. Mallado o discretización del espacio a trabajar . . . . .	31
<b>4. Daños Externos de Cañería</b>	<b>34</b>
4.1. Teoría de Falla, criterios para la Deformación Plástica . . . . .	34
4.1.1. Esfuerzo-Deformación de un Material . . . . .	35
4.1.2. Esfuerzo y deformación en Cilindros . . . . .	37
4.1.3. Criterio de Falla: Von Mises . . . . .	38
4.2. Antecedentes Diseño Mecánico Abrazadera . . . . .	38
4.2.1. Métodos de reparación fallas externas . . . . .	38
4.2.2. Mechanical Bolt on Clamps . . . . .	39
4.2.3. Caso de estudio . . . . .	41
4.3. Diseño Mecánico Bolt on Clamps . . . . .	41
4.3.1. Diseño por requisitos de análisis . . . . .	43
4.3.2. Espesor Abrazadera (S) . . . . .	45
4.3.3. Carga en los pernos (T) . . . . .	46
4.3.4. Espesor Flange (F) . . . . .	46
4.3.5. Tolerancias de Ovalamiento . . . . .	47
4.3.6. Materiales Abrazadera . . . . .	48
4.3.7. Materiales Sello . . . . .	49
4.4. Geometría Caso Inicial . . . . .	50
4.5. Antecedentes Computacionales . . . . .	52
4.5.1. Módulo Estático Estructural . . . . .	52
4.5.2. Mallado y discretización del espacio a trabajar . . . . .	52
4.5.3. Condiciones de Borde . . . . .	56
<b>5. Metodología</b>	<b>58</b>
5.1. Recursos . . . . .	60
5.1.1. Recursos no pecuniarios . . . . .	60
5.1.1.1. Equipos . . . . .	60
5.1.1.2. Software . . . . .	60
<b>6. Resultados</b>	<b>61</b>
6.1. Erosión y Sedimentación . . . . .	61
6.1.1. Líneas de flujo . . . . .	61
6.1.2. Energía Cinética Turbulenta . . . . .	63
6.1.3. Zonas Deposición y Sedimentación . . . . .	63
6.1.4. Zona de Desgaste . . . . .	64
6.2. Mechanical Bolt on Clamps . . . . .	65
6.2.1. Análisis de Sensibilidad . . . . .	65
6.2.2. Resultados esfuerzos y deformaciones . . . . .	66
<b>7. Análisis de Resultados</b>	<b>71</b>
7.1. Daños Interiores . . . . .	71
7.2. Daños exteriores . . . . .	72
<b>8. Conclusiones</b>	<b>74</b>
<b>Bibliografía</b>	<b>75</b>

Anexo A. Reparaciones Permanentes	77
Anexo B. Análisis de sensibilidad - Mallado	79