

---

<b>RESUMEN</b>	<b>4</b>
<b>CAPÍTULO 1 INTRODUCCIÓN AL DISEÑO DE DUCTOS.</b>	<b>5</b>
1.1 Historia.	5
1.2 Tipos de ductos.	7
1.2.1 Ductos para flujo de gas.	7
1.2.2 Ductos para flujo de líquido.	8
1.2.3 Ductos para flujo bifásico.	10
1.2.4 Otros.	11
1.3 Fabricación.	12
1.3.1 Métodos de fabricación.	13
Información de la Tubería.	15
1.3.2 Materiales.	15
1.3.3 Recubrimiento.	16
1.4 Prácticas de construcción y equipos.	16
1.4.1 Construcción de líneas en tierra.	17
1.4.2 Pasos para la instalación.	18
1.4.3 Equipo utilizado.	18
1.5 Métodos y equipo de soldado.	19
<b>CAPÍTULO 2 CAÍDAS DE PRESIÓN EN DUCTOS.</b>	<b>22</b>
2.1 Fundamentos.	22
2.1.1 Propiedades de los fluidos.	22
2.1.2 Número de Reynolds.	30
2.1.3 Factor de Fricción.	32
2.1.4 Patrones de Flujo.	35
2.2 Flujo de líquido.	37
2.3 Flujo de gas.	38
2.4 Flujo multifásico.	41
2.5 Flujo a través de válvulas y accesorios.	43

---

<b>CAPÍTULO 3 SELECCIÓN DE ESPESOR, TAMAÑO Y GRADO DEL MATERIAL</b>	<b>47</b>
3.1. Tamaño de la línea	47
3.1.1. Velocidad erosional	47
3.1.2. Líneas para flujo de líquido.	49
3.1.3. Líneas para flujo de gas.	50
3.1.4. Líneas para flujo en dos fases.	53
3.2. Espesor de la pared de la línea	54
3.2.1. Estándares y consideraciones.	55
3.2.2. Diseño para tensión circunferencial.	56
3.2.3. Diseño para tensión equivalente y colapso hidrostático.	60
3.3. Grado del material.	61
<b>CAPÍTULO 4 DISEÑO DE ACUERDO A LA RESISTENCIA A ESFUERZOS.</b>	<b>64</b>
4.1 Colapso y pandeo de las tuberías.	64
4.1.5. Presión externa.	64
4.1.6. Momento de torcimiento.	65
4.1.7. Torcimiento.	65
4.1.8. Presión interna.	66
4.1.9. Tensión.	66
4.1.10. Compresión.	66
4.2 Diseño de ductos basado en el estado límite de resistencia.	67
4.2.1. Límite de deformación elíptica.	68
4.2.2. Estallamiento.	68
4.2.3. Colapso y pandeo local.	69
4.2.4. Fatiga.	72
4.2.5. Deformación plástica .	74
4.2.6. Deformación plástica acumulada.	75
4.2.7. Fractura.	75

---

<b>CAPÍTULO 5 ANÁLISIS EN RÉGIMEN TRANSITORIO.</b>	<b>78</b>
5.1 Régimen Estacionario.	78
5.2 Régimen Transitorio.	78
<b>CAPÍTULO 6 SIMULACIÓN.</b>	<b>88</b>
6.1 Introducción.	88
6.2 Objetivo.	88
6.3 Ejemplo 1.	88
6.3.1 Variación de la presión de entrada.	92
6.3.2 Variación de a presión de salida.	93
6.3.3 Variación de la elevación.	94
6.3.4 Variación del diámetro interno.	94
6.3.5 Variación de la densidad del fluido.	95
6.3.6 Variación de la longitud e la línea.	95
6.3.7 Cálculo de las caídas de presión.	96
6.4 Ejemplo 2.	100
6.4.1 Variación del diámetro interno.	102
6.4.2 Variación del gasto.	103
6.4.3 Variación de la densidad del fluido.	104
6.5 Conclusiones.	105
<b>CAPÍTULO 7 INSPECCIÓN, REPARACIÓN Y MANTENIMIENTO.</b>	<b>106</b>
7.1 Operación.	106
7.1.1 Seguridad de la línea.	106
7.1.2 Cierre de la línea.	108
7.1.3 Despresurización de la línea.	108

---

7.2	Mantenimiento.	109
	7.2.2 Mantenimiento general.	109
	7.2.3 Mantenimiento de válvulas.	109
	7.2.4 Mantenimiento de trampas.	110
7.3	Reparación.	110
	7.3.2 Métodos convencionales de reparación.	110
	7.3.3 Reparaciones generales de mantenimiento.	111
7.4	Corrosión.	112
7.5	Corridas de diablo.	113
	7.5.2 Operaciones.	115
	7.5.3 Inspección mediante corridas de diablo instrumentadas.	116
<b>CAPÍTULO 8 MEDICIÓN, OPERACIÓN Y CONTROL.</b>		<b>120</b>
8.1	Medición de los fluidos.	120
8.2	Muestreo de los fluidos.	126
	8.2.1 Muestreo en tuberías de líquidos.	127
	8.2.2 Muestreo en tuberías de gas.	127
8.3	Operación y control.	129
<b>CAPÍTULO 9 COSTOS .</b>		<b>132</b>
9.1	Estimación de los costos.	132
9.2	Optimización de la ruta.	137
9.3	Ejemplo	139
<b>DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO DE DISEÑO DE DUCTOS.</b>		<b>141</b>
<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.</b>		<b>147</b>
<b>ANEXOS.</b>		<b>150</b>
<b>BIBLIOGRAFIA.</b>		<b>155</b>