

Tabla de Contenido

1. Introducción	1
1.1. Motivación	2
1.2. Objetivo General	3
1.3. Objetivos Específicos	3
1.4. Alcances	3
2. Antecedentes	4
2.1. Cold Spray	4
2.1.1. Velocidad crítica y presión en Cold Spray	5
2.2. Alimentadores de polvos	6
2.2.1. Polvos y granulometría	8
2.3. Sistemas comerciales y académicos	10
2.3.1. Sistemas comerciales	10
2.3.2. Sistemas académicos	10
2.4. Perfiles de flujo: Flujo másico y central	12
2.5. Problemas de flujo	14
3. Metodología	16
3.1. Parámetros de diseño	16
3.2. Memoria de cálculo	17
3.3. Diseño y evaluación del equipo	17
3.4. Selección de componentes y procesos de manufactura	17
3.5. Planos, cotizaciones y cubicaciones	17
4. Memorias de cálculo	19
4.1. Cálculo de tolva de alimentación	20
4.1.1. Función de flujo de polvos $\sigma_c(\sigma_1)$	21
4.1.2. Fricción con ángulo de muralla (ϕ_w)	23
4.1.3. Ángulo estático efectivo de fricción interna (δ)	23
4.1.4. Cálculo de ángulo de descarga Θ para flujo másico	24
4.1.5. Cálculo del factor de flujo ff	25
4.1.6. Cálculo de esfuerzos de fluencia sin confinamiento $\sigma_{c,crit}$ y de consolidación $\sigma_{1,crit}$ críticos.	27
4.1.7. Cálculo de diámetro de descarga crítico d_{crit} y D_{crit}	29
4.2. Cálculo de tornillo alimentador	31
4.2.1. Selección de tornillo alimentador	31
4.2.1.1. Rendimientos másicos R_m y volumétricos R_v	32
4.2.1.2. Cálculo de despeje radial c	36

4.2.2.	Cálculo de torque	43
4.2.2.1.	Fuerza axial en superficie de corte superior F_{ua}	44
4.2.2.2.	Fuerza axial en superficie de eje central F_{ca}	45
4.2.2.3.	Fuerza axial en superficie de corte superior F_{la}	46
4.2.2.4.	Fuerza axial en superficie de la camisa F_{ta}	46
4.2.2.5.	Fuerza axial en superficie de corte superior F_{da}	47
4.3.	Cálculo de uniones empernadas	49
4.3.1.	Dimensiones del hilo	49
4.3.2.	Precarga del sistema	49
4.3.2.1.	Valores de precarga	50
4.3.2.2.	Obtención del torque de precarga	50
4.3.3.	Rigidez de la unión	51
4.3.3.1.	Rigidez del perno	52
4.3.3.2.	Rigidez de la empuñadura	53
4.3.4.	Carga del perno y carga aplicada	54
4.3.4.1.	Fuerzas en el perno	55
4.3.4.2.	Esfuerzos en el perno	55
4.3.5.	Evaluación de pernos	56
4.3.5.1.	Evaluación de perno superior (Perno 1)	58
4.3.5.2.	Evaluación de perno intermedio (Perno 2)	60
4.3.5.3.	Evaluación de perno de unión (Perno 3)	62
4.3.5.4.	Evaluación de perno de tapa tornillo (Perno 4)	63
4.4.	Evaluación de recipientes presurizados, método de cálculo por (ASME Sección II & VIII, Div 1)	65
4.4.1.	Selección de materiales	65
4.4.2.	Diseño de carcasa	66
4.4.3.	Diseño de tapas	68
4.4.4.	Evaluación de estructura	68
4.4.4.1.	Tolva de alimentación	69
4.4.4.2.	Tornillo alimentador	72
4.5.	Evaluación de transporte neumático por método de Stokes	74
5.	Diseño y validación del equipo	76
5.1.	Componentes mecánicos	77
5.1.1.	Tolva de alimentación	77
5.1.1.1.	Tapa superior de acceso:	78
5.1.1.2.	Cilindro de almacenamiento	79
5.1.1.3.	Cono de descarga	81
5.1.2.	Anillos para conexión de pivote	83
5.1.3.	Eje de fijación	85
5.1.4.	Conexiones de seguridad	86
5.1.5.	Tornillo alimentador	87
5.1.5.1.	Camisa principal	87
5.1.6.	Tapa frontal de tornillo y tornillo alimentador	89
5.1.7.	Evaluación numérica del tornillo alimentador	90
5.1.8.	Sistema de movimiento y acople de stepper	91
5.1.9.	Estructura de soporte	91

5.2. Componentes electrónicos	94
5.2.1. Sistema de control stepper y celda de carga	94
6. Selección de componentes	99
6.1. Componentes electrónicos	99
6.1.1. Motor paso a paso y drivers	99
6.1.2. Celda de carga y amplificador	101
6.1.3. Controlador	101
6.2. Conexiones y sellos de gas	101
6.2.1. Racor de alta presión	102
6.2.2. Tee de alta presión	102
6.2.3. Válvula de alivio	103
6.2.4. Manómetro	103
6.2.5. Sellos con o-ring	104
6.2.6. Sellos rotatorios para tornillo	106
7. Procedimiento de utilización	108
8. Conclusión	110
Bibliografía	112
8.1. Anexos	116
8.1.1. Cotizaciones	117
8.1.2. Planos	129