

TABLA DE CONTENIDO

1	Introducción	1
1.1	Motivación	1
1.2	Objetivos.....	2
1.2.1	Objetivo general.....	2
1.2.2	Objetivos específicos	2
1.3	Alcances	2
2	Metodología	3
3	Antecedentes	5
3.1	Liquiñe	5
3.2	Invernaderos.....	8
3.2.1	Temperatura.....	10
3.2.2	Ventilación.....	10
3.2.3	Sistemas de calefacción	12
3.3	Cultivos.....	13
3.4	Balance energético del invernadero	14
3.4.1	Radiación neta, Rn	14
3.4.2	Calor perdido por conducción – convección, Qcc	16
3.4.3	Calor sensible y latente perdido por la renovación del aire interior, Qren ...	17
3.4.4	Calor latente consumido en la evapotranspiración de las plantas y el suelo, Qevap	18
3.4.5	Calor latente del suelo, Qsuelo	18
3.5	Diseños intercambiadores de Calor	19
3.5.1.	Variación de la temperatura ΔTm	21
3.5.2.	Área de transferencia de calor	23
3.5.2	Eficiencia global de las aletas.....	26
3.5.3	Resistencia térmica equivalente.....	26
3.6	Pérdidas de carga	27
3.7	Ventiladores	28
3.8	Bomba hidráulica	29
3.9	Estanque acumulador	30
4	Resultados técnicos	31

4.1	Demanda térmica del invernadero	31
4.2	Dimensionamiento intercambiador de calor	38
4.3	Ventiladores	43
4.4	Bomba hidráulica	44
4.5	Estanque	44
4.6	Layout final	45
5	Análisis económico	46
5.1	Ingresos	46
5.2	Inversión	47
5.2.1	Materiales de construcción y mano de obra.....	47
5.2.2	Equipos	48
5.3	Costos operacionales.....	50
5.4	Balance final	50
6	Discusiones.....	52
6.1	Resultados	52
6.2	Relevancia.....	53
6.3	Proyecciones y mejoras	53
7	Conclusiones	54
8	Bibliografía.....	55
9	Anexos.....	57
9.1	Anexo A: Propiedades termodinámicas.....	57
9.2	Anexo B: Balances y demandas energéticas para invernadero con cubierta de polietileno. 58	
9.3	Anexo C: Balances y demanda energética para invernadero con cubierta de policarbonato.	63
9.4	Anexo D: Balances y demandas energéticas para invernadero de vidrio.	68
9.5	Anexo E: Especificaciones diseño INTERCAL.	73
9.6	Anexo F: fichas técnicas para intercambiadores de calor.....	74
9.7	Anexo g: Dimensionamiento ventiladores.....	80
9.7.1	Demanda energética máxima.....	80
9.7.2	Demanda energética promedio	82
9.8	Anexo h: Tubería	84
9.9	Anexo I: Planos de intercambiador de calor	85
9.10	Anexo j: Bomba centrífuga.	87

9.11	Anexo K: Cotizaciones intercambiadores de calor.	88
9.12	Anexo L: Cotización electroventilador	93