

ÍNDICE DE CONTENIDOS

Contenido	Página
i. AGRADECIMIENTOS.....	I
ii. DEDICATORIA.....	II
iii. RESUMEN EJECUTIVO.....	III
1. CAPÍTULO PRIMERO: INTRODUCCIÓN.....	11
2. CAPÍTULO SEGUNDO: MOTIVACIÓN DEL TEMA DE ESTUDIO Y OBJETIVOS	14
2.1 MOTIVACIÓN DEL TEMA DE ESTUDIO.....	14
2.2 OBJETIVO GENERAL.....	14
2.3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	14
3. CAPÍTULO TERCERO: MARCO TEÓRICO.....	15
3.1 PARTE I: DEFINICIONES TÉRMICAS GENERALES.....	15
3.2 PARTE II: TRANSFERENCIA DE CALOR.....	17
3.2.1 Conducción.....	17
3.2.2 Convección.....	18
3.2.3 Radiación.....	19
3.3 PARTE III: TEORÍA DE LA TERMOGRAFÍA.....	20
3.3.1 Introducción a la termografía	20
3.3.2 Cuerpo negro y emisividad.....	21
3.3.3 Radiación en un cuerpo real	24
3.3.4 Ley de Kirchoff's.....	26
3.4 PARTE IV: CARACTERÍSTICAS DE LA CÁMARA TERMOGRÁFICA.....	28
3.4.1 Descripción de la cámara termográfica.....	28
4. CAPÍTULO IV: MATERIALES Y CARACTERÍSTICAS DE UNA CÁMARA FRIGORÍFICA	34
4.1 TIPOS DE CÁMARAS FRIGORÍFICAS	36
4.1.1 Cámaras de construcción fija	36

4.1.2 Cámaras desmontables	37
4.2 SISTEMAS DE AISLACIÓN TÉRMICA EN UNA CÁMARA FRIGORÍFICA	38
4.2.1 Aislación de piso	38
4.2.2 Aislación de muro.....	39
5.2.3 Sistemas de cierres.....	40
4.2.4 Cielo.....	42
5. CAPÍTULO V: METODOLOGÍA DE ANÁLISIS Y TOMA DE DATOS.....	44
5.1 EMPRESA FRIGORÍFICA 1	50
5.1.1 Cámara 1:	50
5.1.2 Cámara 2:	52
5.2 EMPRESA FRIGORÍFICA 2	54
5.2.1 Cámara frigorífica 1.....	54
5.2.2 Cámara frigorífica 2.....	58
5.3 EMPRESA FRIGORÍFICA 3	62
5.3.1 Cámara analizada.....	62
5.4 EMPRESA FRIGORÍFICA 4	64
5.4.1 Cámara analizada.....	64
5.5 EMPRESA FRIGORÍFICA 5	68
5.5.1 Cámara Frigorífica 1	68
5.5.2 Cámara frigorífica 2.....	71
5.6 EMPRESA FRIGORÍFICA 6	75
5.6.1 Cámara frigorífica analizada	75
5.7 EMPRESA FRIGORÍFICA 7	79
5.7.1 Cámara frigorífica 1.....	79
5.7.2 Cámara frigorífica 2.....	83
5.8 EMPRESA FRIGORÍFICA 8	86
5.8.1 Cámara frigorífica analizada	86

5.9 EMPRESA FRIGORÍFICA 9	90
5.9.1 Cámara frigorífica 1	90
5.9.2 Cámara frigorífica 2	92
5.9.3 Cámara frigorífica 3	97
5.10 EMPRESA FRIGORÍFICA 10	101
5.10.1 Cámara frigorífica analizada	101
6. CAPÍTULO VI: ANÁLISIS DE RESULTADOS	105
6.1 ANÁLISIS POR EMPRESA	105
6.1.1 Empresa frigorífica 1	105
6.1.2 Empresa frigorífica 2	106
6.1.3 Empresa frigorífica 3	106
6.1.4 Empresa frigorífica 4	106
6.1.5 Empresa frigorífica 5	107
6.1.6 Empresa frigorífica 6	107
6.1.7 Empresa frigorífica 7	108
6.1.8 Empresa frigorífica 8	108
6.1.9 Empresa frigorífica 9	109
6.1.10 Empresa frigorífica 10	109
6.2 ANÁLISIS GENERAL	110
6.2.1 Análisis con respecto a transmitancias térmicas.....	110
6.2.2 Análisis con respecto a la aislación.	113
6.2.3 Humedades y condensaciones	115
6.2.4 Materialidad	115
7. CAPÍTULO VII: CONCLUSIONES	118
8. ANEXOS	123
Anexo A	123
Anexo B.....	124

Anexo C.....	126
Anexo D	128
Anexo E.....	130
Anexo F.....	132
Anexo G	134
Anexo H.....	132
9. BIBLIOGRAFÍA	138

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico	Página
Gráfico 01: Consumo sectorial de energía en porcentaje al año 2010.	11
Gráfico 02: Comparación de consumo de energía típicos de plantas del subsector.....	12
Gráfico 03: ley de desplazamiento de Wien para diferentes temperaturas.....	23
Gráfico 04: Detalle superficie plantada, sector frutícola, región del Maule.....	46
Gráfico 05: Principales especies exportadas en la región del Maule al año 2009.	46
Gráfico 06: Capacidad de almacenaje en la región del Maule y su crecimiento desde el año 2001 al 2007.	47
Gráfico 07: Número de empresas por tipo de almacenaje y provincia.....	47
Gráfico 08: Número de cámaras por provincia.....	48
Gráfico 09: Existencia de transmitancias térmicas producidas en el cielo.	110
Gráfico 10: Existencia de transmitancias térmicas producidas en muros.....	111
Gráfico 11: Transmitancias térmicas en puertas.	111
Gráfico 12: Transmitancias térmicas en unión piso-muro.....	112
Gráfico 13: Aislación de cañerías.	113
Gráfico 14: Aislación de equipo de frío.	113
Gráfico 15: Aislación de juntas entre materiales y elementos constructivos.....	114
Gráfico 16: Existencia de humedades y condensaciones.	115
Gráfico 17: Materiales utilizados para la confección de cámaras frigoríficas.	115

ÍNDICE DE IMÁGENES

Imagen	Página
Imagen 01: Puente térmico geométrico.....	16
Imagen 02: Espectro electromagnético.	20
Imagen 03: Cámara termográfica y sus componentes.....	29
Imagen 04: Esquema del ciclo de frío.....	35
Imagen 05: Esquema de construcción de una cámara construida en albañilería de ladrillo.....	36
Imagen 06: Esquema de aislación estructura de piso de una cámara frigorífica.	38
Imagen 07: Esquema de unión entre pared de cámara y aislante de piso.....	39
Imagen 08: Detalle de unión panel de poliestireno expandido machihembrado.	39
Imagen 09: Detalle de puerta pivotante.....	41
Imagen 10: Puerta corredera.....	41
Imagen 11: Cortina de lamas.	42
Imagen 12: Detalle de cielo.	43
Imagen 13: Mapa Administrativo de la región del Maule.....	44
Imagen 14: Ubicación de frigoríficos analizados.	49
Imagen 15: Compresor de la cámara 1, empresa 1.....	51
Imagen 16: Uniones de muro de la cámara 1, empresa 1.....	51
Imagen 17: Unión cielo-muro de la cámara 2, empresa 1.....	52
Imagen 18: Esquina superior de la cámara 2, empresa 1.....	53
Imagen 19: Uniones de planchas de cielo de la cámara 2, empresa 1.....	53
Imagen 20: Cielo de la cámara 2, empresa 1.....	53
Imagen 21: Esquina de la cámara 1, empresa 2.....	55
Imagen 22: Junta cielo-muro de la cámara 1, empresa 2.....	55
Imagen 23: Unión muro-piso de la cámara 1, empresa 2.....	56
Imagen 24: Cielo de la cámara 1, empresa 2.....	56
Imagen 25: Esquina inferior de la cámara 1, empresa 2.....	56
Imagen 26: Puerta de acceso de la cámara 1, empresa 2.....	57
Imagen 27: Puerta de acceso de la cámara 1, empresa 2.....	57
Imagen 28: Cañería de la cámara 1, empresa 2.....	57
Imagen 29: Exterior de la cámara de la cámara 1, empresa 2.....	58

Imagen 30: Puerta de acceso de la cámara 2, empresa 2.....	59
Imagen 31: Unión de muro y piso de la cámara 2, empresa 2.....	59
Imagen 32: Cielo de la cámara 2, empresa 2.....	59
Imagen 33: Escotilla de acceso de la cámara 2, empresa 2.....	60
Imagen 34: Tuberías de la cámara 2, empresa 2.....	60
Imagen 35: Exterior de la cámara de la cámara 2, empresa 2.....	60
Imagen 36: Máquina exterior de la cámara de la cámara 2, empresa 2.....	61
Imagen 37: Exterior de la cámara de la cámara 1, empresa 3.....	62
Imagen 38: Muro de la cámara 1, empresa 3.....	63
Imagen 39: Unión Muro-piso de la cámara 1, empresa 3.....	63
Imagen 40: Equipo de frío y escotilla de la cámara 1, empresa 3.....	63
Imagen 41: Esquina de la cámara 1, empresa 4.....	65
Imagen 42: Equipo de frío de la cámara 1, empresa 4.....	65
Imagen 43: Unión cielo-Muro cámara 1, empresa 4.....	65
Imagen 44: Unión muro-piso cámara 1, empresa 4.....	66
Imagen 45: Puerta de acceso, esquina izquierda, cámara 1, empresa 4.....	66
Imagen 46: Puerta de acceso de la cámara 1, empresa 4.....	66
Imagen 47: Puerta de acceso desde el exterior de la cámara 1, empresa 4.....	67
Imagen 48: Muro de la cámara 1, empresa 5.....	68
Imagen 49: Unión cielo-muro de la cámara 1, empresa 5.....	69
Imagen 50: Cielo de la cámara 1, empresa 5.....	69
Imagen 51: Unión cielo- muro de la cámara 1, empresa 5.....	69
Imagen 52: Unión entre planchas de cielo de la cámara 1, empresa 5.....	70
Imagen 53: Exterior de la cámara de la cámara 1, empresa 5.....	70
Imagen 54: Acceso a la cámara de la cámara 1, empresa 5.....	70
Imagen 55: Unión piso-muro de la cámara 2, empresa 5.....	71
Imagen 56: Esquina superior de la cámara 2, empresa 5.....	71
Imagen 57: Equipo de frío de la cámara 2, empresa 5.....	72
Imagen 58: Unión cielo-muro de la cámara 2, empresa 5.....	72
Imagen 59: Cielo de la cámara 2, empresa 5.....	72
Imagen 60: Esquina superior de la cámara 2, empresa 5.....	73
Imagen 61: Exterior de la cámara de la cámara 2, empresa 5.....	73
Imagen 62: Puerta de acceso de la cámara 2, empresa 5.....	73

Imagen 63: Puerta de acceso de la cámara 2, empresa 5.....	74
Imagen 64: Esquina inferior del recinto de la cámara 1, empresa 6.	75
Imagen 65: Cielo de la cámara 1, empresa 6.....	76
Imagen 66: Equipo de frío de la cámara 1, empresa 6.....	76
Imagen 67: Junta muro- piso de la cámara 1, empresa 6.....	76
Imagen 68: Unión cielo-muro de la cámara 1, empresa 6.....	77
Imagen 69: Puerta de acceso de la cámara 1, empresa 6.....	77
Imagen 70: Puerta de acceso desde el exterior de la cámara 1, empresa 6.....	77
Imagen 71: Puerta de acceso parte inferior de la cámara 1, empresa 6.....	78
Imagen 72: Junta entre muro y solera inferior de la cámara 1, empresa 7.....	79
Imagen 73: Junta cielo- muro y juntas entre planchas de poliestireno expandido de la cámara 1, empresa 7.....	80
Imagen 74: una de las esquinas inferiores de la cámara 1, empresa 7.....	80
Imagen 75: Esquina superior de la cámara 1, empresa 7.....	80
Imagen 76: Muro de la cámara 1, empresa 7.....	81
Imagen 77: Unión cielo-muro de la cámara 1, empresa 7.....	81
Imagen 78: Bines de la cámara 1, empresa 7.....	81
Imagen 79: Juntas de cielo de la cámara 1, empresa 7.....	82
Imagen 80: Cañerías de la cámara 1, empresa 7.....	82
Imagen 81: Exterior de la cámara de la cámara 1, empresa 7.....	82
Imagen 82: Esquina de la cámara de la cámara 2, empresa 7.....	83
Imagen 83: Muro de la cámara de la cámara 2, empresa 7.....	83
Imagen 84: Esquina superior de la cámara de la cámara 2, empresa 7.....	84
Imagen 85: Cielo de la cámara de la cámara 2, empresa 7.....	84
Imagen 86: Puerta de acceso de la cámara de la cámara 2, empresa 7.....	84
Imagen 87: Escotilla de acceso y máquina refrigerante de la cámara de la cámara 2, empresa 7....	85
Imagen 88: Puerta de acceso desde el exterior de la cámara de la cámara 2, empresa 7.....	85
Imagen 89: Puerta de acceso esquina derecha de la cámara de la cámara 2, empresa 7.....	85
Imagen 90: Esquina inferior de la cámara 1, empresa 8.....	86
Imagen 91: Esquina de muros de la cámara 1, empresa 8.....	86
Imagen 92: Tuberías de equipo de frío de la cámara 1, empresa 8.....	87
Imagen 93: Muro de la cámara 1, empresa 8.....	87
Imagen 94: Unión entre muro y cielo de la cámara 1, empresa 8.....	87

Imagen 95: Cañerías de cielo de la cámara 1, empresa 8.....	88
Imagen 96: Cielo de la cámara 1, empresa 8.....	88
Imagen 97: Unión cielo- muro de la cámara 1, empresa 8.....	88
Imagen 98: Puerta de acceso de la cámara 1, empresa 8.....	89
Imagen 99: Unión piso-muro desde el exterior de la cámara 1, empresa 8.....	89
Imagen 100: Muro desde el exterior de la cámara 1, empresa 8.....	89
Imagen 101: Muro de la cámara 1, empresa 9.....	90
Imagen 102: Cielo de la cámara 1, empresa 9.....	91
Imagen 103: Acceso de la cámara 1, empresa 9.....	91
Imagen 104: Exterior de la cámara 1, empresa 9.....	91
Imagen 105: Esquina superior de la cámara 2, empresa 9.....	92
Imagen 106: Muro de la cámara 2, empresa 9.....	92
Imagen 107: Cielo de la cámara 2, empresa 9.....	93
Imagen 108: Equipo de Frío de la cámara 2, empresa 9.....	93
Imagen 109: Esquina inferior de muros de la cámara 2, empresa 9.....	93
Imagen 110: Unión muro-piso de la cámara 2, empresa 9.....	94
Imagen 111: Unión cielo-muro de la cámara 2, empresa 9.....	94
Imagen 112: Muro de la cámara 2, empresa 9.....	94
Imagen 113: Puerta de acceso, esquina inferior, cámara 2, empresa 9.....	95
Imagen 114: Puerta de acceso, esquina superior, cámara 2, empresa 9.....	95
Imagen 115: Puerta de acceso, vista desde el exterior de la cámara 2, empresa 9.....	95
Imagen 116: muro, visto desde el exterior de la cámara 2, empresa 9.....	96
Imagen 117: muro visto desde el exterior, parte superior de la cámara 2, empresa 9.....	96
Imagen 118: Muro de la cámara colindante con el exterior de la cámara 2, empresa 9.....	96
Imagen 119: Muro de la cámara 3, empresa 9.....	97
Imagen 120: Muro derecho de la cámara 3, empresa 9.....	97
Imagen 121: Cielo de la cámara 3, empresa 9.....	98
Imagen 122: Tuberías y junta cielo - muro de la cámara 3, empresa 9.....	98
Imagen 123: Puerta de acceso, esquina superior, cámara 3, empresa 9.....	98
Imagen 124: Puerta de acceso de la cámara 3, empresa 9.....	99
Imagen 125: Puerta de acceso, vista desde el exterior de la cámara de la cámara 3, empresa 9.....	99
Imagen 126: Exterior de la cámara de la cámara 3, empresa 9.....	99
Imagen 127: Muro exterior de la cámara 3, empresa 9.....	100

Imagen 128: Equipo de frío y tuberías de la cámara 1, empresa 10.	101
Imagen 129: Cielo de la cámara 1, empresa 10.	102
Imagen 130: Esquina de la cámara 1, empresa 10.	102
Imagen 131: Muro de la cámara 1, empresa 10.	102
Imagen 132: Tuberías de la cámara 1, empresa 10.	103
Imagen 133: Exterior de la cámara 1, empresa 10.	103
Imagen 134: Muro, visto desde el exterior de la cámara 1, empresa 10.	103
Imagen 135: Puerta de acceso de la cámara 1, empresa 10.	104
Imagen 136: Exterior de la cámara 1, empresa 10.	104