

## ÍNDICE

<b>ÍNDICE</b> .....	<b>I</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b> .....	<b>V</b>
<b>ÍNDICE DE TABLAS</b> .....	<b>VIII</b>
<b>RESUMEN</b> .....	<b>IX</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>XI</b>
<b>I. INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>1</b>
<b>II. OBJETIVO GENERAL</b> .....	<b>3</b>
<b>III. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA</b> .....	<b>4</b>
3.1. TELEDETECCIÓN ESPACIAL.....	4
3.1.1. <i>Acerca de la radiación electromagnética</i> .....	5
3.1.2. <i>Interacción de la radiación electromagnética con las cubiertas terrestres</i> . 8	
3.1.3. <i>Componentes de un sistema de Teledetección</i> .....	9
3.1.4. <i>Sensores de Teledetección</i> .....	10
3.1.4.1. <i>Sensores pasivos</i> .....	11
3.1.4.2. <i>Sensores activos</i> .....	11
3.1.4.4. <i>Programa espacial LANDSAT</i> .....	13
3.2. INTERPRETACIÓN DE IMÁGENES SATELITALES EN TELEDETECCIÓN ESPACIAL.....	17
3.3. ACERCA DE LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA (SIG).....	18
3.3.1. <i>Componentes de un SIG</i> .....	19
3.3.2. <i>Modelos de representación espacial utilizados por los SIG</i> . ....	21
3.3.3. <i>Funcionalidades de un SIG</i> .....	22
3.4. ACERCA DEL SISTEMA DE POSICIONAMIENTO GLOBAL (GPS).....	23
3.4.1. <i>Componentes del sistema</i> .....	24
3.4.2. <i>Fundamentos básicos del sistema</i> .....	27
3.4.3. <i>Fuentes de error</i> .....	27
3.5. TRATAMIENTO DIGITAL DE LA IMAGEN SATELITAL LANDSAT.....	28
3.5.1. <i>Visualización de la Imagen</i> .....	29
3.5.2. <i>Características geométricas de una imagen espacial</i> .....	30

3.5.3. Corrección de la imagen satelital.....	30
3.5.3.1. Corrección geométrica.....	30
3.5.3.2. Corrección radiométrica.....	32
3.5.3.3. Cálculo de reflectividades.....	32
3.6. ACERCA DE LOS ÍNDICES ESPECTRALES.....	33
3.6.1. Índice Diferencial de Vegetación Normalizada (NDVI).....	33
3.6.2. Índice de vegetación de proporción (RATIO).....	35
3.6.3. Índice de Vegetación de Proporción Simple (RVI).....	35
3.6.4. Índice de vegetación de proporción normalizado (NRVI).....	36
3.6.5. Índice de vegetación transformado (TVI).....	36
3.6.6. Índice de vegetación ajustado del suelo (SAVI).....	37
3.6.7. Índice de Área Quemada (IAQ).....	38
<b>IV. METODOLOGÍA.....</b>	<b>40</b>
4.1. ZONAS DE ESTUDIO.....	40
4.1.1. Zona 1: Curepto.....	40
4.1.2. Zona 2: Sagrada Familia.....	41
4.1.3. Zona 3: San Javier.....	42
4.2. MATERIALES.....	43
4.3. PROCESAMIENTO DIGITAL DE LA IMAGEN LANDSAT.....	43
4.3.1. Corrección radiométrica.....	52
4.4. CÁLCULO DE ÍNDICES ESPECTRALES.....	55
4.4.1. Índice diferencial de vegetación normalizada (NDVI).....	56
4.4.3. Índice de vegetación de proporción simple (RVI).....	57
4.4.4. Índice de vegetación de proporción normalizado (NRVI).....	57
4.4.5. Índice de Vegetación Transformado (TVI).....	57
4.4.6. Índice de vegetación ajustado del suelo (SAVI).....	57
4.4.7. Índice de área quemada (IAQ).....	58
4.5. EXPORTACIÓN DE LOS ÍNDICES ESPECTRALES.....	59
4.6. RECLASIFICACIÓN DE LOS ÍNDICES ESPECTRALES.....	60
<b>V. RESULTADOS Y ANÁLISIS.....</b>	<b>69</b>
5.1. CORRECCIÓN GEOMÉTRICA DE LA IMAGEN LANDSAT.....	69
5.2. CORRECCIÓN RADIOMÉTRICA.....	69

5.2.1. Zona 1: Curepto.....	70
5.2.2. Zona 2: Sagrada Familia.....	72
5.2.3. Zona 3: San Javier.....	73
5.3. CÁLCULO DE ÍNDICES ESPECTRALES.....	74
5.3.1. Zona 1: Curepto.....	75
5.3.1.1. Índice de vegetación diferencial normalizado (NDVI).....	75
5.3.1.2. Índice de vegetación de proporción (RATIO).....	76
5.3.1.3. Índice de vegetación de proporción simple (RVI).....	77
5.3.1.4. Índice de vegetación de proporción normalizado (NRVI).....	78
5.3.1.5. Índice de Vegetación Transformado (TVI).....	79
5.3.1.6. Índice de vegetación ajustado del suelo (SAVI).....	80
5.3.1.7. Índice de área quemada (IAQ).....	81
5.3.2. Zona 2: Sagrada Familia.....	82
5.3.2.1. Índice de vegetación diferencial normalizado (NDVI).....	82
5.3.2.2. Índice de vegetación de proporción (RATIO).....	83
5.3.2.3. Índice de vegetación de proporción simple (RVI).....	84
5.3.2.4. Índice de vegetación de proporción normalizado (NRVI).....	85
5.3.2.5. Índice de Vegetación Transformado (TVI).....	86
5.3.2.6. Índice de vegetación ajustado del suelo (SAVI).....	87
5.3.2.7. Índice de área quemada (IAQ).....	88
5.3.3. Zona 3: San Javier.....	89
5.3.3.1. Índice diferencial de vegetación normalizada (NDVI).....	89
5.3.3.2. Índice de vegetación de proporción (RATIO).....	90
5.3.3.3. Índice de vegetación de proporción simple (RVI).....	91
5.3.3.4. Índice de vegetación de proporción normalizado (NRVI).....	92
5.3.3.5. Índice de Vegetación Transformado (TVI).....	93
5.3.3.6. Índice de vegetación ajustado del suelo (SAVI).....	94
5.3.3.7. Índice de área quemada (IAQ).....	95
<b>VI. CONCLUSIONES.....</b>	<b>105</b>
<b>VII. RECOMENDACIONES.....</b>	<b>107</b>
<b>VIII. BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>108</b>
<b>IX. APENDICES.....</b>	<b>112</b>

APÉNDICE 1: RESULTADO DE LA RECLASIFICACIÓN DE LOS ÍNDICES ESPECTRALES QUE NO FUERON CONSIDERADOS PARA LA GENERACIÓN DE LA CARTOGRAFÍA TEMÁTICA. ....	113
APÉNDICE 2: PLANOS CON LA CARTOGRAFÍA TEMÁTICA QUE CORRESPONDE A CADA ZONA DE ESTUDIO. ....	119

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1:</b> Esquema de una onda electromagnética. ....	5
<b>Figura 2:</b> Espectro electromagnético. ....	6
<b>Figura 3:</b> Descomposición del flujo solar incidente. ....	7
<b>Figura 4:</b> Signatura espectral, característica de diversas cubiertas terrestres. ....	9
<b>Figura 5:</b> Resolución angular de un sistema sensor. ....	13
<b>Figura 6:</b> Satélite LANDSAT 3. ....	14
<b>Figura 7:</b> Satélite LANDSAT 5. ....	15
<b>Figura 8:</b> Satélite LANDSAT 7. ....	15
<b>Figura 9:</b> Esquema de una órbita heliosíncrona polar. ....	16
<b>Figura 10:</b> Imagen satelital Landsat, Región del Maule. ....	17
<b>Figura 11:</b> Componentes de un SIG. ....	20
<b>Figura 12:</b> Ejemplificación del modelo raster, vectorial y del mundo real. ....	22
<b>Figura 13:</b> Tipos de funciones de un software SIG. ....	23
<b>Figura 14:</b> Constelación de satélites. ....	24
<b>Figura 15:</b> Segmento Espacial. ....	25
<b>Figura 16:</b> Segmento de Control. ....	26
<b>Figura 17:</b> Segmento usuario. ....	26
<b>Figura 18:</b> Variación de NDVI en el espectro electromagnético. ....	34
<b>Figura 19:</b> Sub-imagen, zona de estudio 3. ....	44
<b>Figura 20:</b> Vector referenciado correspondiente a la cobertura hidrográfica, zona de estudio 3. ....	45
<b>Figura 21:</b> Configuración proceso de corrección geométrica. ....	45
<b>Figura 22:</b> Selección de la imagen no corregida. ....	46
<b>Figura 23:</b> Selección de bandas espectrales. ....	46
<b>Figura 24:</b> Definición del área a georreferenciar. ....	47
<b>Figura 25:</b> Ventana que da inicio a la recolección de puntos de control (GPCs). ....	47
<b>Figura 26:</b> Ventanas en las cuales irán los vectores referenciados, en donde la primera corresponde a la vista general del área y la segunda a un aumento de la misma. ....	48

<b>Figura 27:</b> Ventanas en las cuales va la imagen a corregir, en donde la primera corresponde a la vista general del área y la segunda a un aumento de la misma. ....	48
<b>Figura 28:</b> Ventana de registro de puntos de control (GPCs). .....	49
<b>Figura 29:</b> Visualización de los puntos de control en la imagen a georreferenciar como en los vectores ya referenciados. ....	50
<b>Figura 30:</b> Configuración del archivo de salida de la corrección geométrica. ....	51
<b>Figura 31:</b> Imagen corregida geoméricamente. ....	52
<b>Figura 32:</b> Interfaz que permite la creación de nuevas bandas. ....	54
<b>Figura 33:</b> Interfaz EASI Modelling de PCI Geomática. ....	55
<b>Figura 34:</b> Ejemplificación del resultado del cálculo de un índice espectral. ....	59
<b>Figura 35:</b> Interfaz que permite configurar el nuevo archivo. ....	60
<b>Figura 36:</b> IAQ visto mediante el SIG Idrisi32. ....	61
<b>Figura 37:</b> Reclasificación a través del SIG Idrisi32. ....	62
<b>Figura 38:</b> Interfaz que permite guardar el archivo importado. ....	63
<b>Figura 39:</b> Visualización del archivo vectorial importado a Idrisi32. ....	63
<b>Figura 40:</b> Interfaz que permite observar las dimensiones del archivo que registra el índice en evaluación, en la izquierda, e interfaz que permite ingresar las dimensiones para la generación del nuevo archivo raster. ....	64
.....	64
<b>Figura 41:</b> Polígono del incendio rasterizado. ....	65
<b>Figura 42:</b> Área quemada dentro del perímetro del incendio. ....	66
<b>Figura 43:</b> Vectorización del área quemada. ....	67
<b>Figura 44:</b> Vector del área quemada. ....	68
<b>Figura 45:</b> Vector del área quemada. ....	68
<b>Figura 46:</b> Índice de vegetación diferencial normalizado (NDVI). ....	75
<b>Figura 47:</b> Índice de vegetación de proporción (RATIO). ....	76
<b>Figura 48:</b> Índice de vegetación de proporción simple (RVI). ....	77
<b>Figura 49:</b> Índice de vegetación de proporción normalizado (NRVI). ....	78
<b>Figura 50:</b> Índice de vegetación transformado (TVI). ....	79
<b>Figura 51:</b> Índice de vegetación ajustado al suelo (SAVI). ....	80
<b>Figura 52:</b> Índice de área quemada (IAQ). ....	81
<b>Figura 53:</b> Índice de vegetación diferencial normalizado (NDVI). ....	82
<b>Figura 54:</b> Índice de vegetación de proporción (RATIO). ....	83

<b>Figura 55:</b> Índice de vegetación de proporción simple (RVI).....	84
<b>Figura 56:</b> Índice de vegetación de proporción normalizado (RVI).....	85
<b>Figura 57:</b> Índice de vegetación transformado (TVI).....	86
<b>Figura 58:</b> Índice de vegetación ajustado al suelo (SAVI).....	87
<b>Figura 59:</b> Índice de vegetación ajustado al suelo (SAVI).....	88
<b>Figura 60:</b> Índice diferencial de vegetación normalizado (NDVI).....	89
<b>Figura 61:</b> Índice de vegetación de proporción (RATIO).....	90
<b>Figura 62:</b> Índice de vegetación de proporción simple (RVI).....	91
<b>Figura 63:</b> Índice de vegetación de proporción normalizado (NRVI).....	92
<b>Figura 64:</b> Índice de vegetación de proporción normalizado (NRVI).....	93
<b>Figura 65:</b> Índice de vegetación ajustado al suelo (SAVI).....	94
<b>Figura 66:</b> Índice de área quemada (IAQ).....	95
<b>Figura 67:</b> reclasificación IAQ, zona 1.....	97
<b>Figura 68:</b> reclasificación IAQ, zona 2.....	98
<b>Figura 69:</b> reclasificación IAQ, zona 3.....	99
<b>Figura 70:</b> traslape y cambio de formato del IAQ, Curepto.....	100
<b>Figura 71:</b> traslape y cambio de formato del IAQ, Sagrada Familia.....	101
<b>Figura 72:</b> traslape y cambio de formato del IAQ, San Javier.....	101
<b>Figura 73:</b> IAQ sobre la imagen georreferenciada, Curepto.....	102
<b>Figura 74:</b> IAQ sobre la imagen georreferenciada, Sagrada Familia.....	103
<b>Figura 75:</b> IAQ sobre la imagen georreferenciada, San Javier.....	103

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1:</b> Bandas espectrales del sensor Thematic Mapper.....	18
<b>Tabla 2:</b> Colores resultantes para distintos valores de ND.....	29
<b>Tabla 3:</b> Parámetros para la conversión a reflectividades de imágenes Landsat (Chuvieco 2002).....	54
<b>Tabla 4:</b> comparación de la superficie quemada entregada por CONAF y la obtenida por el IAQ.....	104