



Título del Trabajo Fin de Máster:

***INCENDIOS FORESTALES Y CAMBIO  
CLIMÁTICO. ESTIMACIÓN DE  
EMISIONES EN LOS INCENDIOS DE  
ANDILLA Y CORTES DE PALLÁS***

Intensificación:

***ORDENACIÓN, RESTAURACIÓN Y GESTIÓN DE CUENCAS***

Autor:

***CHAVES NAHARRO, JULIÁN***

Director/es:

***DR.JOSÉ ANDRÉS TORRENT BRAVO***

***DR.LETICIA LÓPEZ SARDÁ***

Fecha: JUNIO, 2014

Título del Trabajo Fin de Máster:

**INCENDIOS FORESTALES Y CAMBIO CLIMÁTICO. ESTIMACIÓN DE EMISIONES EN LOS INCENDIOS DE ANDILLA Y CORTES DE PALLÁS**

Autor: **CHAVES NAHARRO, JULIÁN**

|                   |  |  |                                       |
|-------------------|--|--|---------------------------------------|
| <b>Tipo</b>       | A <input type="checkbox"/> B <input checked="" type="checkbox"/> |  |                                       |
| <b>Directores</b> | <b>JOSÉ ANDRÉS TORRENT BRAVO<br/>LETICIA LÓPEZ SARDÁ</b>         | <b>Lugar de Realización</b><br><b>Fecha de Lectura</b> | <b>VALENCIA</b><br><b>JULIO, 2014</b> |

**Resumen:**

**Castellano**

*Los incendios forestales son elementos propios del ámbito mediterráneo, fundamentales para la renovación y evolución de sus ecosistemas, sin embargo la acción antrópica ha provocado durante las últimas décadas un aumento muy significativo de la recurrencia, intensidad y extensión de los mismos, generando un desequilibrio que lleva asociado consecuencias bien conocidas como la erosión y desertificación. Por otro lado, la combustión de la biomasa libera a la atmósfera de gases de efecto invernadero (GEI), que podrían tener incidencia en la modificación de los actuales patrones climáticos, pudiendo ser la cantidad liberada en incendios forestales comparable a otras fuentes de emisión, tales como la industria, las cuales si que han sido habitualmente contempladas en los inventarios nacionales de GEI exigidos por el Protocolo de Kioto.*

*En el presente trabajo se propone una metodología para la estimación de GEI en incendios forestales, partiendo de la información provista en el Tercer Inventario Nacional Español (IFN3), imágenes de satélite, la cartografía oficial de los perímetros y diversos valores obtenidos en la bibliografía, y su posterior geoprocesamiento mediante hojas de cálculo y sistemas de información geográfica.*

*Se han analizado las áreas correspondientes a los incendios declarados en Andilla y Cortes de Pallás en Junio de 2012. Los resultados derivados de la metodología estiman que en Andilla, con una superficie de 20945 ha, existían 800205 tn de biomasa, de las cuales se consumieron el 68.26 %, liberando un total de 797735 tn CO<sub>2</sub>eq. Para el caso de Cortes de Pallás, con una superficie de 29752 ha, se calcula una biomasa pre-existente de 589594 tn, de las cuales se consumieron un 78.48 %, liberando en consecuencia un total de 675759 tn CO<sub>2</sub>eq..*

**Estas cifras ponen de manifiesto la importancia que pueden tener los incendios forestales como fuentes emisoras de GEI, así como la necesidad de contemplar este aspecto en las políticas de gestión ambiental.**

#### **Inglés**

**Wildfires are typical processes at Mediterranean zones, very important for renovation and evolution of their ecosystems. Nevertheless the anthropogenic influence has caused for the last decades a large rise of recurrence, and widening of this events, breaking the natural balance with well known impacts, like erosion and desertification. Furthermore, biomass burning can release GHG (Greenhouse gas), who could have some incidence in the current climate patterns, due to the fact the GHG amount released in wildfires are comparable with other emission sources like industry or traffic, which has been largely studied in the GHG national inventories required by the Kioto Protocol.**

**In the present work, is proposed a methodology for the GHG estimation in wildfires, taking the information provided in the Third Spanish National Forestry Inventory (IFN3), satellite imagery, official perimeters cartography and certain values taken from bibliography, for their later geoprocessing.**

**It has been analyzed two large wildfires, both occurred in Valencia province (Spain) on late June 2012, located on the Andilla and Cortes de Pallás areas. The results show that for Andilla wildfire, where were burned 20945 ha with 800205 tn biomass, occurred a biomass consumption of 68.26 % and 797735 tn of CO<sub>2</sub>eq were released to the atmosphere. In the Cortes de Pallás case, the burned area was 29752ha with a total biomass of 589594 tn, where were consumed the 78.48 % and a total amount of 675759 tn CO<sub>2</sub>eq were released to the atmosphere**

**These figures show the relevance of wildfires as GHG emission sources, and also the need to include these different aspects in the environmental management.**

#### **Valenciano**

**Els incendis forestals són elements propis de l'àmbit mediterrani, fonamentals per a la renovació i evolució dels seus ecosistemes, però l'acció antròpica ha provocat durant les últimes dècades un augment molt significatiu de la recurrència, intensitat i extensió dels mateixos, generant un desequilibri que porta associat conseqüències ben conegudes com l'erosió i desertificació. D'altra banda, la combustió de la biomassa allibera a l'atmosfera de gasos d'efecte hivernacle (GEH), que podrien tindre incidència en la modificació dels actuals patrons climàtics, podent ser la quantitat alliberada en incendis forestals comparable a altres fonts d'emissió, com ara la indústria, les quals sí que han estat habitualment previstes en els inventaris nacionals de GEH exigits pel Protocol de Kyoto.**

**En el present treball es proposa una metodologia per a l'estimació de GEH en incendis forestals, partint de la informació proveïda en el Tercer Inventari Forestal Nacional Espanyol (IFN3), imatges de satèl·lit, la cartografia oficial dels perímetres i diversos valors obtinguts en**

**la bibliografia, i el seu posterior geoprocesament mitjançant fulls de càlcul i sistemes d'informació geogràfica.**

**S'han analitzat les àrees corresponents als incendis declarats a Andilla i Cortes de Pallás al juny de 2012. Els resultats derivats de la metodologia estimen que a Andilla, amb una superfície de 20.945 ha, existien 80.0205 tn de biomassa, de les quals es van consumir el 68.26%, alliberant un total de 797.735 tn CO<sub>2</sub>eq. Per al cas de Cortes de Pallás, amb una superfície de 29.752 ha, es calcula una biomassa pre-existent de 589.594 tn, de les quals es van consumir el 78.48%, alliberant en conseqüència un total de 675.759 tn CO<sub>2</sub>eq ..**

**Aquestes xifres posen de manifest la importància que poden tindre els incendis forestals com a fonts emissores de GEH, així com la necessitat de contemplar aquest aspecte en les polítiques de gestió ambiental.**

**Palabras clave:**

**Incendios forestales, cambio climático, emisiones, biomasa, SIG,**

## **Agradecimientos**

*En primer lugar agradecer a José Andrés y Leticia toda la ayuda y apoyo que me han prestado durante este tiempo, y que a pesar de los tres mil kilómetros que nos han separado y las dificultades que eso presenta han sabido motivarme y solucionar los problemas que se han ido presentando. También agradecer al resto de profesores del máster su buen hacer, el cual ha repercutido en una gratificante sensación de haber aprendido y aprovechado enormemente todo este tiempo.*

*A mis compañeros del máster, con los que he disfrutado de muy buenos momentos, ya sea subiendo montañas, sentados en la terraza de un bar o incluso encerrándonos en la biblioteca para sacar el curso adelante. Grandes personas y grandes recuerdos. Especialmente quiero mencionar a Kike, pues además de ser un buen amigo me ha brindado una impagable ayuda durante la elaboración de este trabajo en todo lo referente a sistemas de información geográfica.*

*Al pueblo de Mira, provincia de Cuenca, donde nací y crecí, y en cuyas montañas surgió desde muy pequeño mi enorme curiosidad por comprender la naturaleza. La esencia de “mis queridas montañas” me acompaña allá donde vaya. A todas sus gentes y especialmente a mis amigos de infancia, sobre todo a Carlos y a Juan, pues juntos hemos evolucionado de niños a adultos con todo lo que ello significa. También a Celia, a quién le tengo un especial cariño y a quién considero una gran amiga. Especial mención para el club ciclista MTB Mira, por estar compuesto por grandísimas personas y a los que tengo que agradecer enormemente que volvieran a resurgir en mí la pasión por el deporte, y esa actitud mezclada de humildad, constancia y esfuerzo, que tan necesaria es para caminar por la vida.*

*A Konstyantyn, quién conozco ya de muchos años, y al que me une una grandísima amistad, así como a su novia Esther, quiero agradecerles de corazón que siempre estén ahí para lo que sea necesario.*

*A Dani y a Alex, con los que he compartido piso durante 4 años, con ellos he vivido grandísimos momentos y aprendido muchísimas cosas, y con los que desde luego pretendo seguir compartiendo momentos a pesar de nuestros distintos rumbos. También a Fernando y a Mariano, que aunque los conozco menos, guardo un gran recuerdo del año que vivieron conmigo. Un auténtico placer poder tener como amigos a cuatro de las personas más inteligentes y auténticas que he conocido nunca.*

*A toda mi familia, especialmente a mis hermanos, Alberto y Elena, que me han apoyado y ayudado en todo y desde siempre, y también a mis sobrinas Mar y Carla. A mis padres, Julián y Hortensia, de los cuales he recibido siempre todo el cariño y quienes me han transmitido los valores fundamentales que hoy cimentan mi personalidad. Gracias a mi padre por ser reflejo de trabajo, humildad, esfuerzo y constancia, y gracias a mi madre por transmitir en cada palabra curiosidad, imaginación y capacidad de crítica.*

*Por último, agradecer a Alexia que siempre esté a mi lado, en lo bueno y en lo malo, dándome todo su apoyo y todo su cariño, gracias por ser como eres, gracias por haber aparecido en mi vida y gracias por compartir tus segundos con los míos.*

*A todos lo que estuvieron y ya no están, a todos los que no están pero estarán.*

*“La vida es una lucha, una lucha constante y a muerte, que comienza al tomar la primera bocanada de aire, con muchos caminos posibles pero con un mismo destino final, alcanzar nuestra libertad, alcanzar nuestra felicidad”*



## Índice general

|  |    |
|--|----|
| 1. INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS.....                               | 16 |
| 1.1 Introducción .....   | 16 |
| 1.2. Antecedentes y estado del arte .....                      | 18 |
| 1.3. Objetivos .....   | 21 |
| 1.3.1. <i>Objetivo general</i> .....                           | 21 |
| 1.3.2. <i>Objetivos específicos</i> .....                      | 21 |
| 2. METODOLOGÍA.....  | 22 |
| 2.1. Materiales.....   | 22 |
| 2.1.1. <i>Programas informáticos</i> .....                     | 22 |
| 2.1.2. <i>Perímetro de los incendios</i> .....                 | 22 |
| 2.1.3. <i>Tercer Inventario Forestal Español (IFN3)</i> .....  | 22 |
| 2.1.4. <i>Imágenes de satélite</i> .....                       | 23 |
| 2.2. Descripción de las zonas de estudio .....                 | 26 |
| 2.2.1. <i>Localización de las zonas de estudio</i> .....       | 26 |
| 2.2.2. <i>Descripción de la zona de Andilla</i> .....          | 28 |
| 2.2.3. <i>Descripción de la zona de Cortes de Pallás</i> ..... | 35 |
| 2.3 Estimación de emisiones en incendios forestales.....       | 42 |
| 2.3.1. <i>Superficie afectada</i> .....                        | 42 |
| 2.3.2. <i>Biomasa pre-existente</i> .....                      | 42 |
| 2.3.3. <i>Fracción consumida</i> .....                         | 54 |
| 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....                                 | 59 |
| 3.1. Andilla.....  | 60 |
| 3.1.1 <i>Biomasa pre-existente</i> .....                       | 60 |
| 3.1.3. <i>Emisiones</i> .....                                  | 64 |
| 3.2. Cortes de Pallás .....                                    | 65 |
| 3.2.2. <i>Severidad y consumo de biomasa</i> .....             | 67 |



|   |     |
|---|-----|
| 3.2.3. Emisiones.....   | 69  |
| 3.3. Comparación entre ambas zonas e incidencia conjunta .....            | 70  |
| 3.4. Comparación con otras fuentes de emisión .....                       | 72  |
| 3.5. Discusión de los resultados .....                                    | 74  |
| <br>  |     |
| 4. CONCLUSIONES .....   | 77  |
| 4.1. Ideas principales.....   | 77  |
| 4.2. Incertidumbres .....   | 78  |
| 4.3. Futuras líneas de investigación .....                                | 79  |
| <br>  |     |
| 5. BIBLIOGRAFÍA.....  | 80  |
| <br>  |     |
| 6. ANEXOS.....  | 85  |
| 6.1. Reclasificación matorrales.....                                      | 85  |
| 6.2. Imágenes .....   | 90  |
| 6.3. Cálculos.....  | 94  |
| 6.3.1. Biomasa media por estrato y provincia. Valencia.....               | 94  |
| 6.3.2. Biomasa media por estrato y provincia. Castellón.....              | 95  |
| 6.3.3. Biomasa pre-existente y consumo de biomasa. Andilla.....           | 96  |
| 6.3.4. Biomasa pre-existente y consumo de biomasa. Cortes de Pallás ..... | 97  |
| 6.3.5. Emisiones GEI. Andilla .....                                       | 98  |
| 6.3.6. Emisiones GEI. Cortes de Pallás.....                               | 99  |
| 6.4. Bases de datos del IFN 3 (Ver CD) .....                              | 100 |
| 6.5. Imágenes de satélite Landsat 7 (Ver CD) .....                        | 100 |
| 6.6. Mapas.....   | 100 |

## Índice de tablas

|   |    |
|---|----|
| Tabla 1. Distribución de la superficie quemada por término municipal en el incendio de Andilla.   | 28 |
| Tabla 2. Distribución de los usos del suelo dentro del perímetro del incendio de Andilla  | 31 |
| Tabla 3. Distribución de las superficies que ocupaban los distintos tipos de vegetación dentro del área incendiada en Andilla   | 33 |
| Tabla 4. Recurrencia de incendios dentro del perímetro del incendio de 2012. Andilla  | 34 |
| Tabla 5. Distribución de la superficie quemada por término municipal en el incendio de Cortes de Pallás.  | 35 |
| Tabla 6. Distribución de los usos del suelo dentro del perímetro del incendio de Cortes de Pallás   | 38 |
| Tabla 7. Distribución de las superficies que ocupaba los distintos tipos de vegetación anteriormente al incendio de Cortes de Pallás  | 40 |
| Tabla 8. Estratos definidos para la provincia de Valencia.  | 50 |
| Tabla 9. Valores medios de biomasa por tipo de estrato en 2005 y en 2012, incremento anual del volumen por estrato, factores de expansión de la especie dominante del estrato, y porcentaje de origen de la biomasa para la provincia de Valencia.  | 50 |
| Tabla 11. Valores medios de biomasa por tipo de estrato en 2005 y en 2012, incremento anual del volumen por estrato, factores de expansión de la especie dominante del estrato, y porcentaje de origen de la biomasa para la provincia de Castellón | 51 |
| Tabla 12. Relación entre valores de dNBR y clase de severidad del píxel analizado   | 55 |
| Tabla 13. Porcentajes de consumo de biomasa por clase de severidad y tipo de vegetación   | 56 |
| Tabla 14. Factores de emisión utilizados  | 58 |

|  |    |
|--|----|
| Tabla 15. Reclasificación y agrupamiento de los estratos para las provincias de Valencia y Castellón   | 60 |
| Tabla 16. Datos generales de biomasa pre-existente en la zona de Andilla   | 61 |
| Tabla 17. Biomasa por tipo de vegetación, porcentaje del total de biomasa que representa, superficie y densidad media de biomasa en la zona de Andilla                           | 61 |
| Tabla 18. Datos generales de consumo de biomasa en Andilla   | 62 |
| Tabla 19. Biomasa consumida y áreas afectadas según la clase de severidad, y porcentajes sobre el total de biomasa y superficie de toda la zona de estudio de Andilla            | 62 |
| Tabla 20. Consumo de biomasa por tipo de vegetación, porcentaje del total de consumido que representa, superficie y densidad media de consumo. Andilla                           | 62 |
| Tabla 21. Datos generales de emisiones en el incendio de Andilla. Principales gases de efecto invernadero y su conversión a toneladas de dióxido de carbono equivalente          | 64 |
| Tabla 22. Emisiones de dióxido de carbono equivalente por tipo de vegetación en el incendio de Andilla   | 64 |
| Tabla 23. Datos generales de biomasa pre-existente en la zona de Cortes de Pallás  | 65 |
| Tabla 24. Biomasa por tipo de vegetación, porcentaje del total de biomasa que representa, superficie y densidad media de biomasa en la zona de Cortes de Pallás                  | 66 |
| Tabla 25. Datos generales de consumo de biomasa en Cortes de Pallás  | 67 |
| Tabla 26. Biomasa consumida y áreas afectadas según la clase de severidad, y porcentajes sobre el total de biomasa y superficie de toda la zona de estudio de Cortes de Pallás   | 67 |
| Tabla 27. Biomasa consumida y áreas afectadas según la clase de severidad, y porcentajes sobre el total de biomasa y superficie de toda la zona de estudio de Cortes de Pallás   | 67 |
| Tabla 28. Datos generales de emisiones en el incendio de Cortes de Pallás. Principales gases de efecto invernadero y su conversión a toneladas de dióxido de carbono equivalente | 69 |

Tabla 29. Emisiones de dióxido de carbono equivalente por tipo de vegetación en el incendio de Cortes de Pallás 69

Tabla 30. Valores conjuntos de biomasa pre-existente, biomasa consumida, superficie y emisiones de dióxido de carbono equivalente, y la contribución relativa de cada uno de los incendios sobre el total. 70

Tabla 31. Comparación de las emisiones de los incendios con otras fuentes de emisión en el año 2011.) 73

Tabla 32. Comparación de las emisiones de los incendios con las emisiones del sector industrial en la Comunidad Valenciana en el año 2012. 73

## **Índice de mapas**

|  |    |
|--|----|
| Mapa 1. Localización de los incendios en el marco de la Península Ibérica  | 27 |
| Mapa 2. Localización de los incendios en el marco de la Comunidad Valenciana   | 26 |
| Mapa 3. Composición del perímetro del incendio de Andilla junto a las hojas 639 y 667 del Mapa Topográfico Nacional a escala 1:50.000                    | 29 |
| Mapa 4. Mapa de altitudes en la zona de Andilla  | 30 |
| Mapa 5. Mapa de pendientes en la zona de Andilla   | 30 |
| Mapa 6. Usos del suelo pre-existente al incendio de Andilla.   | 32 |
| Mapa 7, Tipos de vegetación existente en la zona de Andilla anteriormente a la ocurrencia del incendio.  | 33 |
| Mapa 8. Recurrencia desde 1978 dentro del perímetro del incendio de 2012. Andilla  | 34 |
| Mapa 9. Composición del perímetro del incendio de Cortes de Pallás junto a las hojas 720,721, 745 y 746 del Mapa Topográfico Nacional a escala 1:50.000. | 36 |
| Mapa 10. Mapa de altitudes en la zona de Cortes de Pallás  | 37 |
| Mapa 11. Mapa de pendientes en la zona de Cortes de Pallás   | 37 |
| Mapa 12. Usos del suelo en la zona del incendio de Cortes de Pallás.   | 39 |
| Mapa 13. Vegetación pre-existente en la zona del incendio de Cortes de Pallás.   | 40 |
| Mapa 14. Recurrencia desde 1978 dentro del perímetro del incendio de 2012. Cortes de Pallás  | 41 |
| Mapa 15. Densidad de biomasa pre-existente en la zona de Andilla   | 61 |
| Mapa 16. Severidad del incendio de Andilla   | 63 |
| Mapa 17. Consumo medio de biomasa en el incendio de Andilla  | 63 |

|  |    |
|--|----|
| Mapa 18. Emisiones en dióxido de carbono equivalente por hectárea en el incendio de Andilla          | 65 |
| Mapa 19. Densidad de biomasa pre-existente en la zona de Cortes de Pallás                            | 66 |
| Mapa 20. Severidad del incendio de Cortes de Pallás  | 68 |
| Mapa 21. Consumo medio de biomasa en el incendio de Cortes de Pallás                                 | 68 |
| Mapa 22. Emisiones en dióxido de carbono equivalente por hectárea en el incendio de Cortes de Pallás | 70 |

## **Índice de figuras**

|  |    |
|--|----|
| Figura 1. Diagrama de flujo de la herramienta para ArcGis, GapFill.tbx   | 24 |
| Figura 2. Mapa conceptual de la metodología de cálculo de biomasa creada para este estudio   | 43 |
| Figura 3. Mapa conceptual de la reclasificación de estratos  | 53 |
| Figura 4. Mapa conceptual del proceso de cálculo de la biomasa en las zonas de estudio.  | 53 |
| Figura 5. Proceso de cálculo del consumo biomasa en función de la severidad y el tipo de vegetación pre-existente                    | 57 |
| Figura 6. Comparación del origen de las emisiones en toneladas dióxido de carbono equivalente para ambos incendios                   | 71 |
| Figura 7. Comparación del origen de las emisiones en porcentaje del total de dióxido de carbono equivalente emitido en cada incendio | 71 |

# **1. INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS**

## **1.1 Introducción**

Los incendios forestales constituyen una perturbación propia de los ecosistemas mediterráneos, estando estos perfectamente adaptados por medio de múltiples estrategias evolutivas y constituyendo un mecanismo de renovación de nutrientes, son por tanto procesos necesarios para este tipo de medios. Sin embargo, la actividad humana ha influido en las últimas décadas en la modificación de los patrones de ocurrencia, aumentando su extensión, intensidad y frecuencia (Miranda et al, 2008). Las causas que inducen a estos desequilibrios del régimen natural vienen dados por diversas razones socioeconómicas como el abandono rural, y la expansión incontrolada de las zonas urbanas, circunstancias que alteran las interfaces forestal/ rural y forestal/ urbana, aumentando por tanto la cantidad de combustible disponible y la mayor incidencia de los incendios provocados por el ser humano, ya sea al surgir una serie de conflictos de intereses o a la mayor exposición del monte a las actividades humanas (Biro et, 2009).

Estos fenómenos son especialmente importantes en los países de la cuenca mediterránea, donde, se estima que el 95 % de los incendios son provocados por el ser humano, habiendo aumentado el número de incendios en toda la cuenca desde 1980. Por término medio se queman al año unas 500.000 Ha, de las cuales el 38% corresponderían a España, 24% a Portugal, 23% a Italia, 10% a Grecia y el 5% a Francia, de estas hectáreas el 75% se queman en incendios mayores a 50Ha, cuando estos suponen tan solo el 2,6 % del total de incendios. (Biro et al 2009). Estos datos han sido obtenidos a partir del European Forest Fire Information System (EFFIS), que obtiene imágenes diarias por mediación de Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer (MODIS), estando estas disponibles en la página web <http://forest.jrc.ec.europa.eu/effis/>

En España, según los datos facilitados por el Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente (MAGRAMA), se observa una tendencia creciente en el número de siniestros en el período 1961-2010, con una media anual de 10.488 incendios anuales, mientras que la tendencia de las superficies afectadas decrece, quemándose anualmente una media de 143688 ha, y siendo especialmente significativo el período 1980-1991, donde se calcinaron



235685 ha. El aumento del número de siniestros y de superficies afectadas aumenta drásticamente a partir de 1970 cuando se producen importantes cambios socioeconómicos, mientras que las superficies afectadas disminuyen a partir de 1990 fundamentalmente por la mejora de los servicios de vigilancia y extinción. Sin embargo esta tendencia se ve truncada en 2012, cuando se quemaron un total de 209.855 ha, siendo los siniestros de mayor envergadura de todos los que se dieron en el territorio nacional los localizados en Cortes de Pallás (27.939 ha) y Andilla (19.691 ha), ambos producidos en la Comunidad Valenciana en los últimos días de Junio de 2012 y que son las áreas de estudio del presente trabajo.

La combustión de la biomasa durante los incendios forestales libera a la atmósfera diversos tipos de gases y aerosoles que tienen un importante impacto en la química atmosférica, los ciclos biogeoquímicos y en el clima (Alves et al, 2010). Los principales compuestos liberados son CO<sub>2</sub> y CO y en menor medida CH<sub>4</sub>, compuestos orgánicos volátiles (COV), N<sub>2</sub>O y aerosoles. La proporción liberada de cada uno dependerá de múltiples variables que pueden variar mucho espacial y temporalmente, tales como el tipo de vegetación, la cantidad de combustible y las condiciones específicas de combustión (Andreae et Merlet 2001). Algunas de las sustancias liberadas pueden tener un impacto importante sobre el clima, ya que tienen la capacidad de ser opacas a la radiación infrarroja proveniente de la tierra y contribuir así al proceso denominado como “efecto invernadero”, fundamentalmente se trata de CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O, siendo el dióxido de carbono el que mayor forzamiento radiativo genera (1.7 W/m<sup>2</sup>) y siendo a su vez el gas de referencia para la medida del potencial de calentamiento global (GWP). Por su parte, la liberación de aerosoles contribuiría a un forzamiento radiativo negativo por la refracción de energía solar sobre estas partículas (IPCC, AR5, 2013).

A partir de ciertos escenarios de cambio climático se prevé un aumento en la recurrencia, la intensidad y el alargamiento de las temporadas donde se producen estos eventos, debido a la mayor probabilidad de darse en el futuro con distinto grado, aunque para todos los continentes, aquellas condiciones climáticas que favorecen la ignición y propagación de los incendios (Liu et al,2010). Esta circunstancia provocaría un aumento de la cantidad de gases de efecto invernadero que se liberan a la atmósfera provenientes de incendios, reduciendo además la productividad y la capacidad de secuestro de carbono de las áreas forestales (IPCC, AR5 2013). Para la Península Ibérica, se pronostica un aumento de las temperaturas

en todas las estaciones, pero particularmente las de verano, a su vez, se prevé un aumento de las precipitaciones al final del otoño y principio del invierno, y una disminución de las precipitaciones en primavera y principios de verano. Este conjunto de circunstancias favorecerían la ignición y alargarían la temporada de incendios dentro del ámbito peninsular en las próximas décadas (Carvalho et al, 2011), (Herrera et al, 2013).

## **1.2. Antecedentes y estado del arte**

El estudio de los factores, las problemáticas que se derivan y las predicciones en materia de cambio climático constituyen un campo de estudio científico relativamente joven, y por tanto son muchas las incertidumbres que surgen al respecto, así como muchas las materias donde apenas se ha profundizado, además hay que recordar la enorme variabilidad que existe entre las distintas zonas del planeta, incluso a escala local, circunstancia que puede provocar que lo válido para una zona no lo sea para otra cercana, poniendo de relevancia la importancia de realizar estudios localizados y así ir acotando incertidumbres y posibles errores.

Dentro de la cuantificación de emisiones de gases de efecto invernadero provenientes de incendios forestales existen dos grandes enfoques bajo los cuales se ha abordado esta problemática, el llamado “Bottom-up”, cuando se obtienen datos de área incendiada y biomasa preexistente mediante teledetección, mientras que la cantidad consumida y los factores de emisión por tipo de gas se obtienen resultados experimentales generalmente hallados en la bibliografía. Alternativamente se utilizan medidas desde satélite de energía radiativa para calcular la biomasa consumida. El otro enfoque, es el llamado “Top-down”, que utiliza las correlaciones existentes entre la profundidad óptica de aerosoles y la presencia de distintos gases en la columna (Paton-Walsh et al, 2012).

Dos ejemplos del tipo “bottom-up”, serían los modelos atmosféricos globales FINNv1 (Wiedinmeyer et al, 2011), y GFED3.1 (van Leeuwen, T. T. and van der Werf, G. R ,2010). Ambos modelos están enfocados a la modelación química de la atmósfera en tiempo real y a escala global mediante el uso de imágenes MODIS, asumiendo en ambos casos valores de biomasa y factores de emisión muy generales, siendo ambos parámetros muy sensibles a las

variaciones locales (Andreae and Merlet, 2001), y sujetos a las incertidumbres propias de las técnicas de teledetección como son las no detección de incendios de reducidas dimensiones y la presencia de nubes. A escala nacional y para España, (Sanchez et al, 2007) se realiza la comparación de dos enfoques tipo “bottom-up”, enfoque Corine, el cual utiliza como datos base los mapas de vegetación derivados de CORINE-AIRE 2000 , dividiendo la vegetación en frondosas y coníferas, y asignándoles un valor medio de biomasa, único para todo el territorio, en función de si la superficie es explotada comercialmente o no. Por otro lado el enfoque SPCAN, usa como base el volumen maderable con corteza (VCC) medio de frondosas y coníferas para todo el país, obtenido a partir del Segundo Inventario Forestal Español (IFN2) y los correspondientes factores de expansión de biomasa. En ambos casos se utilizan factores de emisión de gases y fórmulas proporcionadas por el IPCC (IPCC, AR3, 2003), y se obvia la biomasa presente en matorrales y pies menores, la cual puede ser muy relevante en ecosistemas mediterráneos (García-Hurtado et al, 2012).

En este trabajo de fin de máster se persigue aportar una metodología de cálculo de la emisión de gases de efecto invernadero en los incendios forestales, se aborda la estimación de emisiones desde una escala local, haciendo uso del Tercer Inventario Forestal Español (IFN3) y cálculos derivados de sistemas de información geográfica en dos incendios concretos, partiendo para ello de la siguiente ecuación (Wiedinmeyer et al, 2006)

$$1) \quad E_x = A * B * FC * FEx$$

Donde  $E_x$ , son las toneladas de gas,  $A$  es el área quemada en hectáreas,  $FC$  es la fracción consumida en porcentaje, y  $FEx$  son los factores de emisión de un gas dado en toneladas gas liberado por tonelada de biomasa consumida.

Para hallar el resultado de cada uno de los parámetros se ha de revisar y tomar ciertos valores que se pueden encontrar en la bibliografía.

Así pues para el cálculo de la biomasa a partir de las bases de datos y cartografía del IFN3, podemos encontrar ecuaciones alométricas y factores de expansión de biomasa desarrolladas para un gran número de especies arbóreas presentes en la península ibérica (Gil et al, 2011), tendremos en cuenta el enfoque del inventario forestal hacia el cálculo de

las existencias madereras nos va a plantear problemas a la hora de estimar la biomasa residente en matorrales y pies menores, la cual puede ser de gran relevancia en los ecosistemas mediterráneos (García-Hurtado et al, 2012). Para solventar esto se han desarrollado recientemente ecuaciones que permiten calcular específicamente la biomasa en matorrales españoles usando el IFN3 (Montero et al, 2013).

El siguiente parámetro a calcular es la fracción de biomasa quemada, para ello existen diversos índices tales como el Normalized Burn Ratio (NBR) (Key and Benson, 2006), una adaptación del índice NVDI (Normalized Vegetation Index) que determina la intensidad de un incendio combinando imágenes de satélite en las bandas del infrarrojo cercano y medio. Este índice ha sido correlacionado y calibrado ampliamente con métodos empíricos como CBI (Composite Burn Index) (Key and Benson, 2006), (De Santis and Chuvieco, 2008), (De Santis and Chuvieco, 2006), (Tanase et al, 2011). A partir de esta severidad de incendio se han establecido valores predeterminados de porcentaje de biomasa consumida, siendo los únicos disponibles en la bibliografía para climas mediterráneos, los resultados de un estudio realizado en California (De Santis et al, 2010), que si bien se trata de un clima mediterráneo puede tener diferencias significativas con los ecosistemas valencianos.

Por último, podremos encontrar diversos factores de emisión por tipo de compuesto, teniendo en cuenta la variabilidad que pueden presentar en función del tipo de vegetación preexistente, y las condiciones particulares que se dan en cada incendio, así mismo estos factores pueden haber sido calculados en condiciones experimentales controladas, las cuales son mucho menos extremas que las de un incendio real, o bien habremos de tener en cuenta los posibles errores de medida en aquellos estudios realizados sobre incendios no experimentales. En el ámbito mediterráneo es muy escasa la información acerca de factores de emisión de gases en incendios (Evtyugina et al, 2012), muchos de ellos han sido llevados a cabo en Portugal (Alves et al, 2010), (Alves et al, 2011), (Vicente et al, 2012), y por tanto pueden conllevar cierta incertidumbre al aplicarlos en otro ámbito del mediterráneo.

## **1.3. Objetivos**

### **1.3.1. Objetivo general**

Se persigue aportar una metodología de cálculo de la emisión de gases de efecto invernadero en los incendios forestales. El objetivo principal es la creación de una metodología, cuyo uso sea rápido, sencillo y económico, que permita estimar y representar espacialmente la emisión de gases de efecto invernadero generados durante un incendio situado en cualquier punto de la geografía española, tomando en este estudio los casos de los incendios ocurridos en el año 2012 en las localidades de Andilla y Cortes de Pallás. La estimación de emisiones será calculada a partir de datos del Tercer Inventario Forestal Español (IFN3) e imágenes de satélite de las zonas afectadas.

Dentro de la propia metodología de estimación de gases se aportará una metodología paralela, para el cálculo de la biomasa preexistente y su representación espacial, de tal forma que partiendo de las bases de datos del IFN3 se pueda estimar la cantidad de biomasa de una determinada zona sin necesidad de realizar trabajos de campo.

El objetivo último que persigue este trabajo es proveer de una herramienta que muestre la contribución absoluta y relativa de los incendios forestales a los procesos de cambio climático, así como dotar de un nuevo elemento de decisión en la gestión de cuencas hidrográficas, gestión forestal y en la gestión de espacios naturales.

### **1.3.2. Objetivos específicos**

- Estimación de la cantidad total, en tn de CO<sub>2</sub> equivalente, liberada durante los incendios de Andilla y Cortes de Pallás
- Estimación de la cantidad total, en tn, de los distintos tipos de gases liberados durante dichos incendios
- Representar y analizar espacialmente la densidad de emisión, en tn/ha, de cada uno de los gases liberados en la combustión de la biomasa.
- Determinar y representar espacialmente los grados de intensidad que alcanzó el fuego en las zonas de estudio.
- Estimar la biomasa total preexistente en cada uno de los incendios, y representar espacialmente su distribución por tipo de especie dominante y por la cantidad de biomasa presente.

-Analizar la contribución de las emisiones al conjunto de emisiones generadas en España y en la Comunidad Valenciana, y así evaluar su importancia relativa frente a otro tipo de fuentes de emisión.

## **2. METODOLOGÍA**

### **2.1. Materiales**

#### **2.1.1. Programas informáticos**

Todos los datos y materiales utilizados, y que serán expuestos a continuación, han sido procesados mediante los programas informáticos Microsoft Office Access 2007, Microsoft Office Excel y ArcGis 10.1.

#### **2.1.2. Perímetro de los incendios**

La Generalitat Valenciana, por mediación de la Consellería de Gobernación y Justicia, ha proporcionado la cartografía correspondiente a los perímetros provisionales de los incendios de Andilla y Cortes de Pallás. Esta información tiene formato vectorial, y se utilizará dentro de ArcGis 10.1 para extraer exclusivamente nuestras áreas de interés antes de la realización de los cálculos. Los archivos facilitados tienen las siguientes extensiones *.shp* , *.dbf*, *.sbx*, *.sbn*, *.prj* y *.shx*.

#### **2.1.3. Tercer Inventario Forestal Español (IFN3)**

Se han utilizado los datos correspondientes a las provincias de Castellón y Valencia, los cuales están disponibles gratuitamente en la página web del Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. Esta información es referente tanto a los datos de campo recogidos durante la realización del inventario, como a los datos cartográficos, ambos están recogidos dentro de dos archivos de base de datos en formato *.mdb*. Así mismo, se dispone de la información geográfica en formato vectorial mediante archivos *shp* , *dbf*, *sbx*, *sbn*, *prj* y *shx*.

#### **2.1.4. Imágenes de satélite**

Las imágenes de satélite utilizadas corresponden a las tomadas por el satélite Landsat 7, con una resolución espacial de 30m y para las bandas 4 y 7, siendo estas las que abarcan los espectros infrarrojo medio y cercano respectivamente. Las imágenes utilizadas corresponden a las siguientes fechas:

-8/7/2012 Para la situación de post-incendio tanto en Andilla como en Cortes de Pallás

23/8/2011 Para la situación de pre-incendio en Andilla

19/7/2010 Para la situación de pre-incendio en Cortes de Pallás

La elección de las fechas para la situación pre-incendio se ha basado en la elección de unas imágenes en las que se diera ausencia de nubes y un estado fenológico de la vegetación similar a la que se presentaba cuando ocurrieron los incendios. Estas imágenes fueron transformadas desde el sistema de referencia WGS84 UTM 30N al sistema ETRS\_1989\_30N.

La descarga de estas imágenes es gratuita y está disponible en la página web <http://glovis.usgs.gov/>, dependiente del servicio geológico de Estados Unidos.

#### **Corrección del bandeo de la imagen**

Desde Mayo de 2003 el satélite Landsat 7 presenta un fallo en el sensor que corrige las líneas escaneadas (Sensor Line Corrector), lo que provoca que aparezcan en las imágenes líneas carentes de información (*Gaps*), que provocan en media, la pérdida del 22 % de los datos ([http://landsat.usgs.gov/using\\_Landsat\\_7\\_data.php](http://landsat.usgs.gov/using_Landsat_7_data.php)) por lo que se hace recomendable el uso de algoritmos correctores, y así estimar las lagunas de información a partir de los píxeles adyacentes que si poseen la poseen, con el objetivo de no subestimar las emisiones generadas asumiendo que la vegetación y la intensidad del incendio en esos píxeles sin datos será similar a las características de los píxeles contiguos.

En el presente trabajo se ha utilizado el modelo para ArcGis creado por Luis Vega Bustillos, generado con *Model Builder*, de nombre *Gap-Fill* y disponible en el enlace <https://rapidshare.com/files/1632645659/GapFill.tbx>. El diagrama de flujo utilizado por esta herramienta para corregir el bandeo es el siguiente:

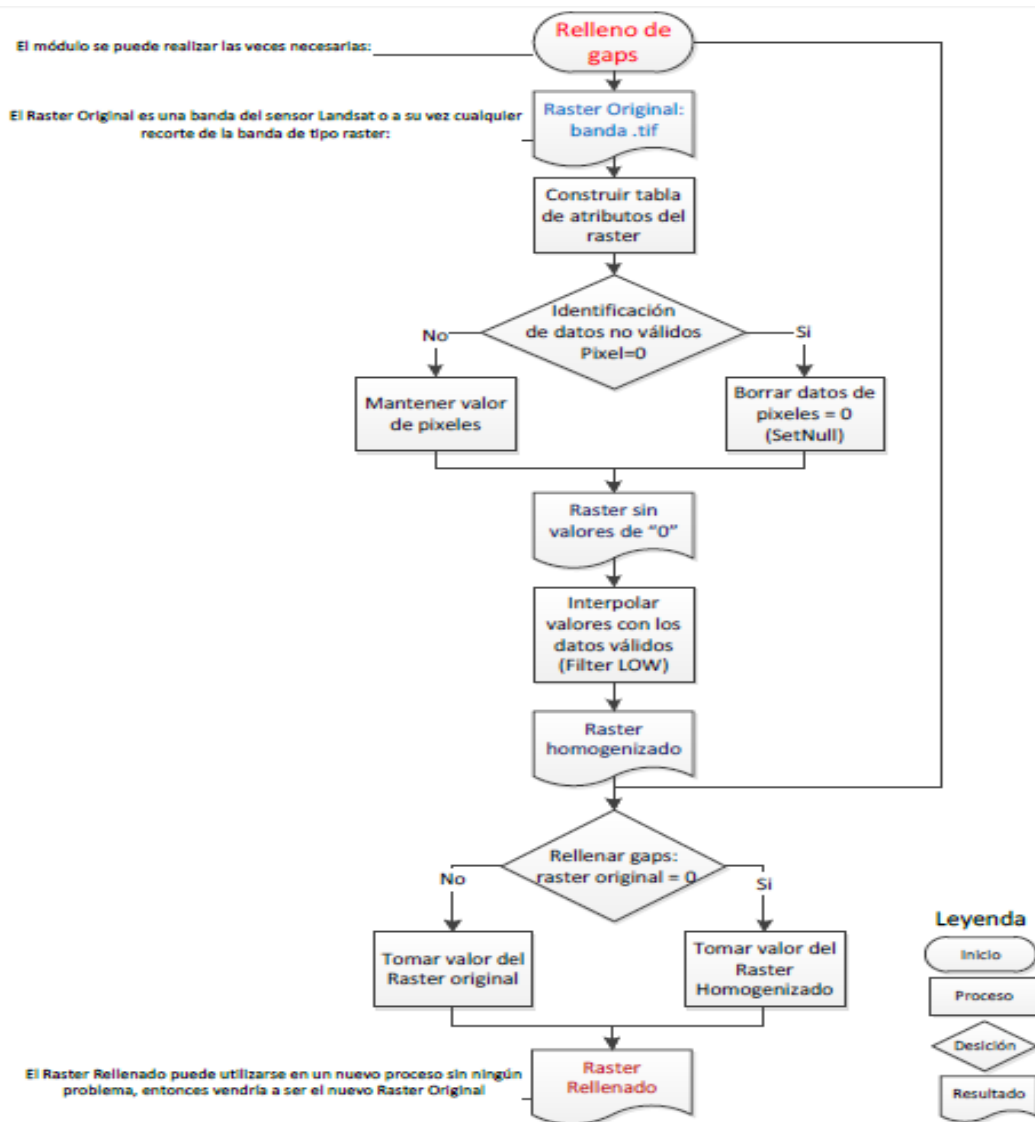


Figura 1. Diagrama de flujo de la herramienta para ArcGis, GapFill.tbx

Las imágenes para la zona de Andilla fueron corregidas con una sola aplicación del modelo, mientras que las correspondientes a Cortes de Pallás necesitaron dos aplicaciones del modelo para ser corregidas completamente, debido a que su situación es más cercana al borde de la imagen y por tanto, por razones propias del fallo técnico, el bandeo es mayor que en las zonas centrales de la misma.

### Corrección atmosférica

Los datos correspondientes a cada uno de los píxeles de las imágenes adquiridas vienen dados en niveles digitales (ND), y requieren de su transformación a valores de reflectancia en la superficie terrestre para poder operar con ellos. Para esto se han seguido las directrices



contenidas en el Plan Nacional de Teledetección (Chuvieco y Hantson, 2010), en primer lugar realizando el cálculo de la radiancia espectral recibida por el sensor:

$$2) \quad L_{\lambda} = G * ND + B$$

Donde,  $L_{\lambda}$  es la radiancia espectral recibida por el sensor ( $W/m^2 \cdot \text{ster} \cdot \mu m$ ), ND es el nivel digital de cada píxel, G es la ganancia y B el sesgo, siendo estos dos últimos valores propios del satélite y que están recogidos en el archivo de metadatos que viene adjunto con la descarga de las imágenes.

La radiancia espectral se transformará en reflectividad usando el modelo de objeto oscuro, el cual asume que si en una imagen existen áreas con valores muy bajos de reflectancia en alguno de los píxeles, cualquier valor de reflectancia aparente debería ser causado por la dispersión atmosférica (Chavez et al, 1989). Su objetivo es eliminar las distorsiones radiométricas producidas por la atmósfera, teniendo en cuenta la transmisividad de la atmósfera en el camino Sol- Tierra y la dispersión atmosférica, pero no considerando la irradiación difusa y la transmisividad en el camino Tierra- Sensor.

$$3) \quad \rho = \frac{\pi * [L - L_a] * d^2}{\cos \theta * E_0 * \tau_1 * \tau_2}$$

Siendo  $\rho$  la reflectividad, L la radiancia del píxel a corregir,  $L_a$  la radiancia recibida en un área donde solo hay contribución de la atmósfera,  $E_0$  la radiancia exoatmosférica ( $W/m^2 \cdot \mu m$ ),  $\tau_1$  la transmisividad de la atmósfera en el camino Tierra-Sol,  $\tau_2$  la transmisividad de la atmósfera en el camino Tierra-sensor, d es la distancia Tierra-Sol en unidades astronómicas y  $\theta$  el ángulo cenital solar. El cálculo de  $L_a$  viene dado a partir de los valores mínimos del histograma de la imagen, en este caso particular se tomó el valor mínimo de ND que superaba los 1000 píxeles. Puesto que es bastante improbable que los píxeles sean

verdaderamente negros, se les aplica una corrección asumiendo un 1% de reflectancia en estas zonas (Goslee et al, 2011).

$$4) L_{1\%} = 0.01 * \frac{E_0 * \cos \theta_z}{\pi * d^2}$$

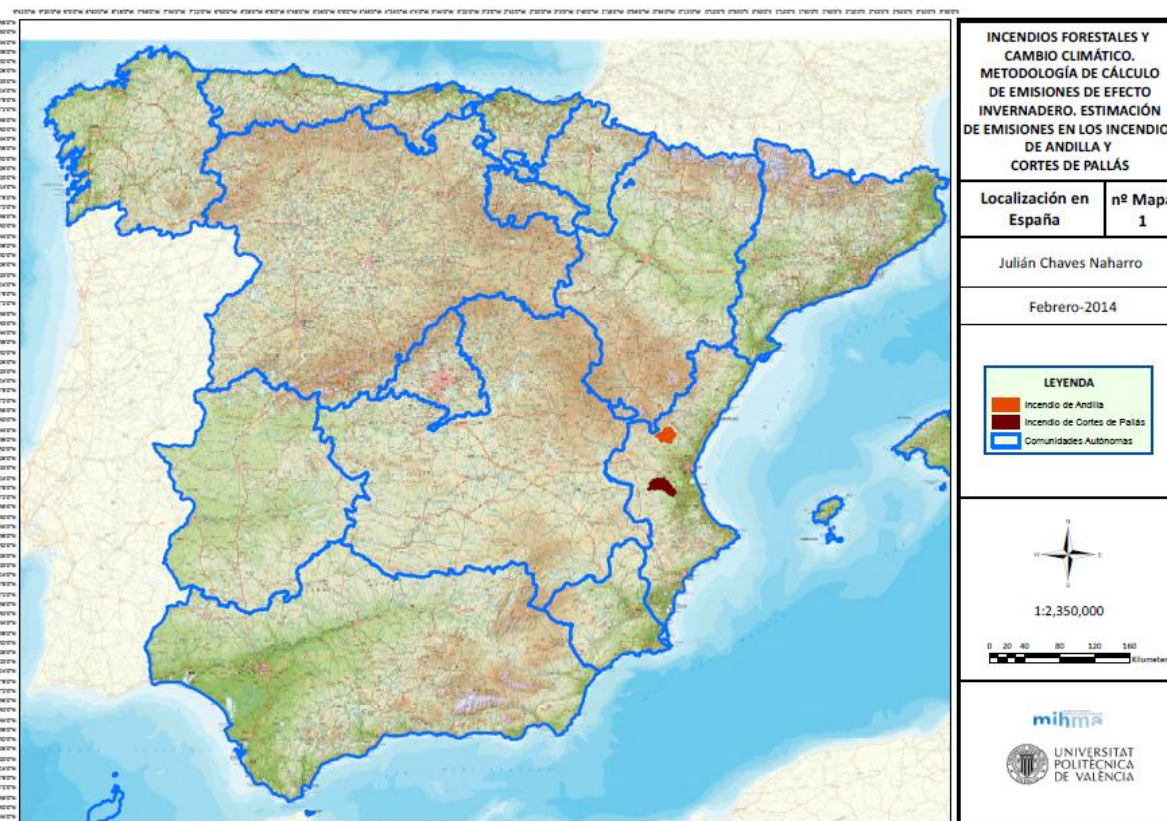
## **2.2. Descripción de las zonas de estudio**

### **2.2.1. Localización de las zonas de estudio**

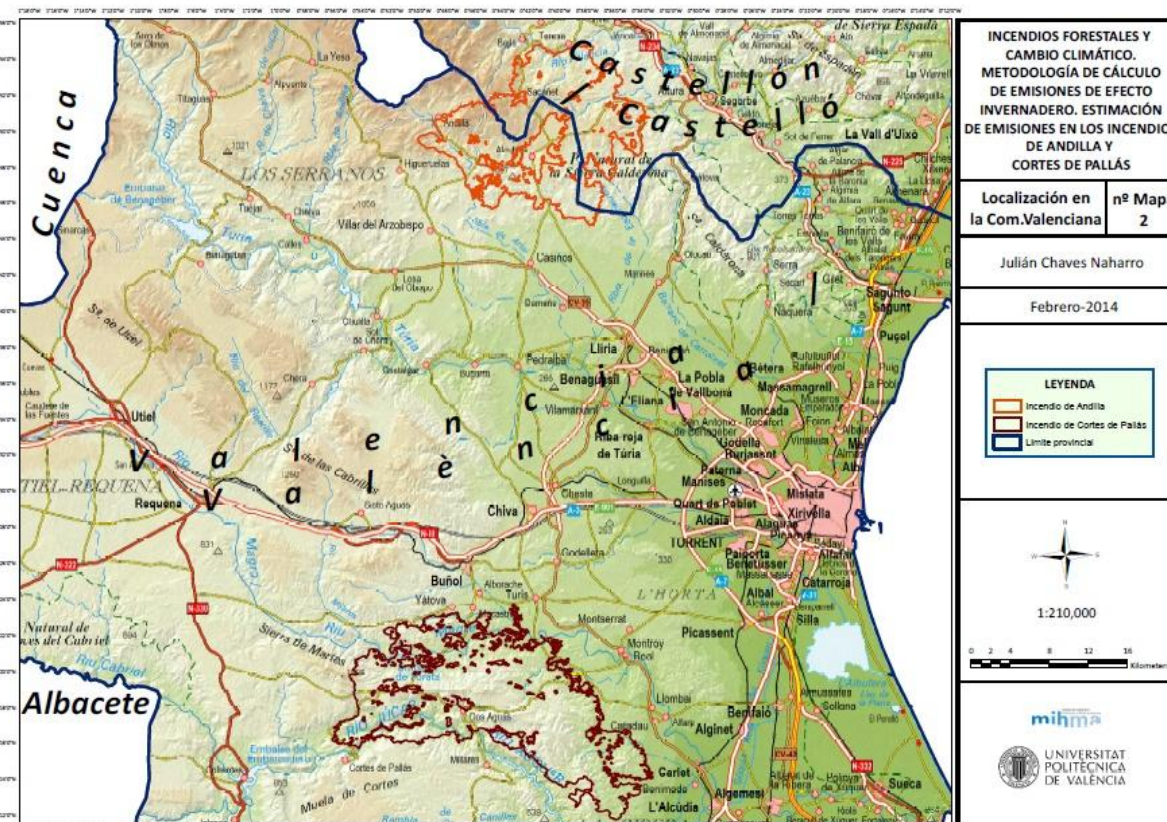
Los dos incendios que constituyen las zonas de estudio de este trabajo tuvieron lugar en el este de la Península Ibérica, ambos dentro en la Comunidad Valenciana, íntegramente en la provincia de Valencia en el caso del incendio generado en el término municipal de Cortes de Pallás, y afectando también a la provincia de Castellón en el incendio iniciado en el municipio de Andilla. En ambos casos el fuego se extendió en dirección Oeste-Este, llegando a situarse entorno a 40 km de la ciudad de Valencia.

En el *Mapa 2* podemos observar las zonas que ocupan los incendios a escala regional, así como las principales vías desde las cuales se puede acceder a las zonas afectadas

Los incendios se produjeron simultáneamente, iniciándose el de Cortes de Pallás el 28 de Junio de 2012 y el de Andilla el día 29, bajo unas condiciones meteorológicas propias de una ola de calor, con temperaturas cercanas a 40 °C, vientos sostenidos de poniente de más de 20 km/h y rachas de 50 km/h y humedades relativas inferiores al 30% durante la noche e inferiores al 20% durante el día (Estación de Cortes de Pallás). Estas condiciones particulares se unieron a las escasas lluvias producidas en la Comunidad Valenciana durante la primavera de 2012, lo que se tradujo en una baja humedad del combustible vegetal (Alloza et al, CEAM, 2012).



Mapa 1. Localización de los incendios en el marco de la Península Ibérica.



Mapa 2. Localización de los incendios en la Comunidad Valenciana

## **2.2.2. Descripción de la zona de Andilla**

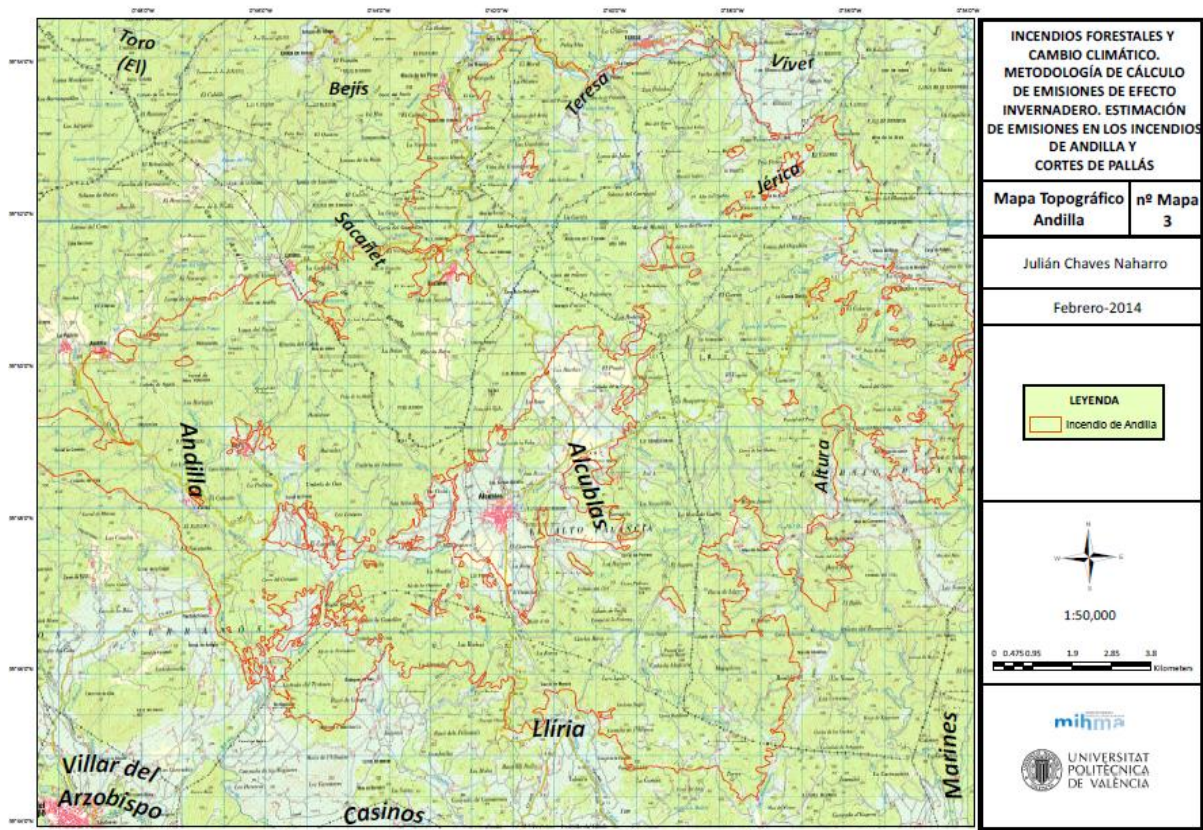
### Datos generales

La zona de estudio se enclava entre las comarcas de Los Serranos, Camp de Turia y Alto Palancia, y acorde con los perímetros provisionales facilitados por la Conselleria de Gobernación y Justicia, la superficie total quemada sería de 20945 ha. Los municipios afectados fueron Alcublas, Andilla y Llíria en la provincia de Valencia, y Altura, Bejís, Jérica, Sacañet, Teresa y Viver en la provincia de Castellón. De todos ellos, Andilla y Altura fueron en los que se quemaron un mayor número de hectáreas, 5127 y 4887 ha, lo que supone que el 47,8 % del incendio tuvo lugar en estas dos localidades.

| <b>Término municipal</b> | <b>Superficie (ha)</b> | <b>% por municipio</b> |
|--------------------------|------------------------|------------------------|
| Alcublas                 | 2282                   | 13.8                   |
| Altura                   | 4887                   | 23.3                   |
| Andilla                  | 5127                   | 24.5                   |
| Bejis                    | 411                    | 2.0                    |
| Jérica                   | 2392                   | 11.4                   |
| Lliria                   | 2134                   | 10.2                   |
| Sacañet                  | 1837                   | 8.8                    |
| Teresa                   | 1250                   | 6.0                    |
| Viver                    | 26                     | 0.1                    |
| <b>Total</b>             | <b>20945</b>           | <b>100</b>             |

Tabla 1. Distribución de la superficie quemada por término municipal en el incendio de Andilla. Datos extraídos de “Informe urgente del impacto ecológico de los incendios de Andilla y Cortes de Pallás”, elaborado por la fundación CEAM. (Alloza et al, 2012)



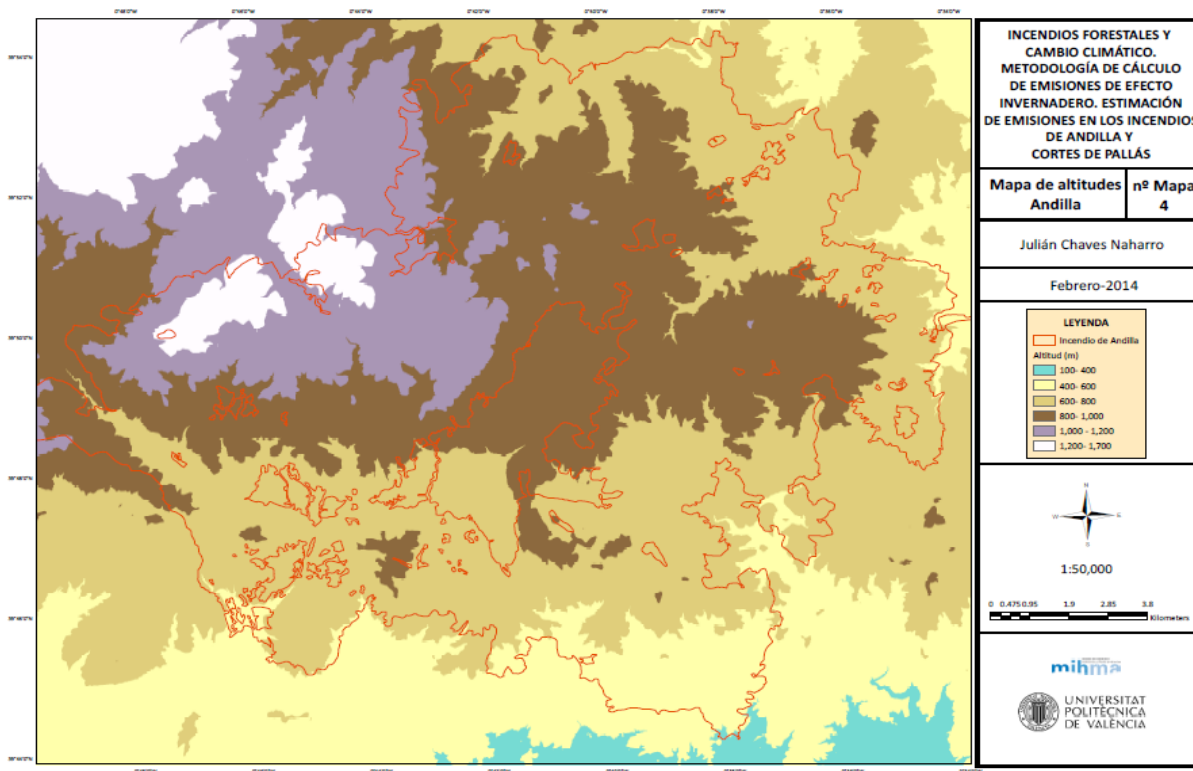


Mapa 3.Composición del perímetro del incendio junto a las hojas 639 y 667 del Mapa Topográfico Nacional a escala 1:50.000. Se muestran las zonas afectadas en cada municipio, así como los núcleos de población, vías de comunicación, curvas de nivel y usos del suelo.

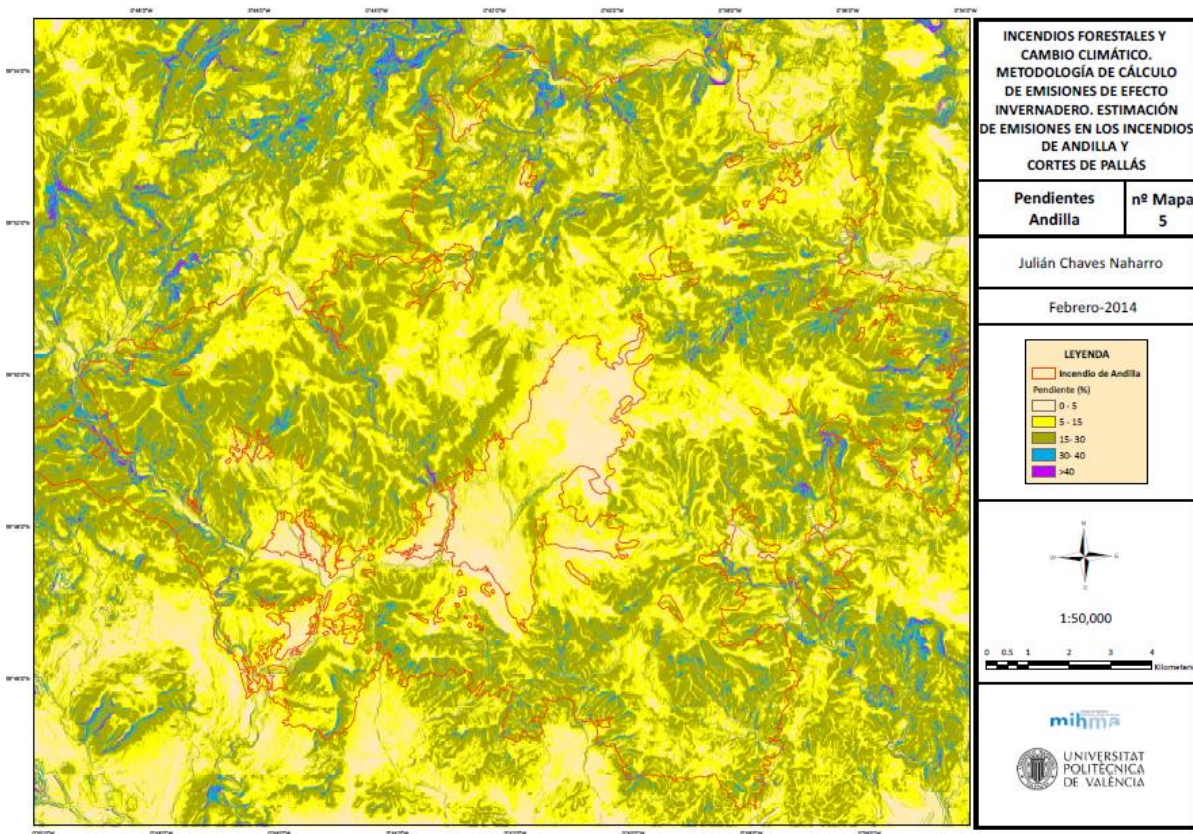
### Relieve

Se presentan altitudes que van desde los 400m en el extremo suroeste hasta valores que rondan los 1400 al noreste, correspondiendo estas máximas altitudes a las sierras de Peñaparda y La Bellida. El 77% de la zona de estudio se sitúa entre 600 y 1000 m.

Domina el terreno ondulado y montañoso, siendo mayoritarias las zonas con pendientes entre 15 y 30 %. Las zonas más escarpadas se sitúan hacia los extremos norte y noreste, en los términos municipales de Altura y Teresa, hacia el extremo oeste, en el municipio de Andilla, y junto al borde sureste, en la zona perteneciente a Liria. A su vez podemos observar una gran zona interior, excluida del perímetro, y prácticamente llana, que corresponde al municipio de Alcublas y los cultivos que lo rodean.



Mapa 4. Mapa de altitudes en la zona de Andilla



Mapa 5. Mapa de pendientes en la zona de Andilla

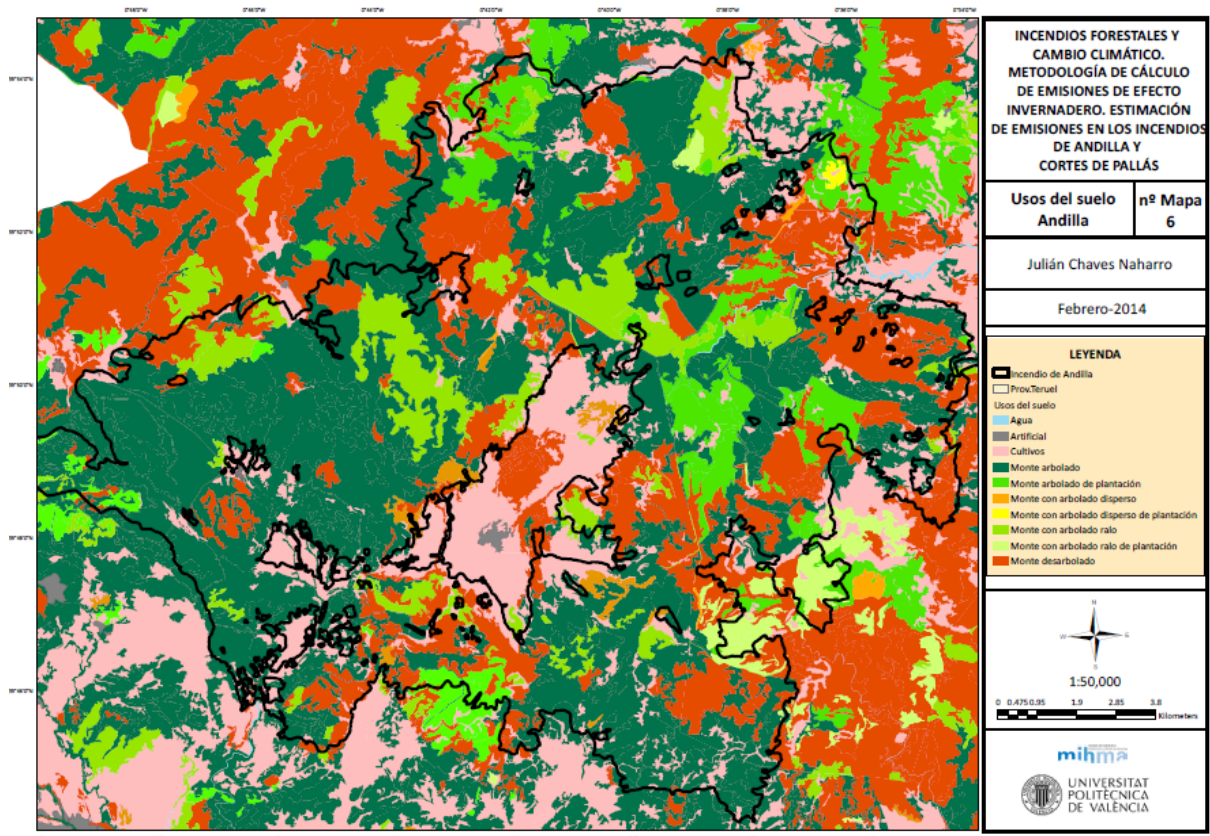
Usos anteriores.

Las zonas adyacentes al perímetro del incendio están ocupadas por zonas cuya vegetación no es especialmente abundante, así pues, en el mapa 6 podemos observar extensiones agrícolas tanto en el centro del perímetro como al norte y al sur del mismo. Así mismo existe monte desarbolado hacia el noroeste, donde encontramos altitudes superiores a 1200m. y hacia el sureste, en las cercanías de los términos de Liria y Marines. Sin embargo, dentro del perímetro predomina el monte arbolado por encima de cualquier uso, constituyendo el 50,76% del área de estudio, lo que afectaría sin duda al desarrollo del incendio y a las emisiones finalmente generadas. Las superficies compuestas por monte desarbolado tienen también una presencia importante dentro del perímetro, constituyendo el 21 % de la superficie, y localizándose especialmente hacia el este del mismo, fundamentalmente en solanas, espacios antropizados y zonas afectadas por anteriores incendios.

| <b>Usos del suelo</b>          | <b>Superficie (ha)</b> | <b>%</b> |
|--------------------------------|------------------------|----------|
| Agua                           | 12.77                  | 0.06     |
| Artificial                     | 13.00                  | 0.06     |
| Cultivos                       | 1904.85                | 9.09     |
| M. Arbolado                    | 10631.15               | 50.76    |
| M. Arbolado plantación         | 1516.91                | 7.24     |
| M.Arbolado ralo                | 1825.45                | 8.72     |
| M.Arbolado ralo plantación     | 257.35                 | 1.23     |
| M.arbolado disperso            | 185.04                 | 0.88     |
| M.arbolado disperso plantación | 23.51                  | 0.11     |
| M.desarbolado                  | 4528.08                | 21.62    |

Tabla 2. Distribución de los usos del suelo dentro del perímetro del incendio.





Mapa 6. Usos del suelo pre-existente al incendio de Andilla. Se muestra los tipos de uso dentro del perímetro y en las zonas adyacentes.

### Vegetación pre-existente

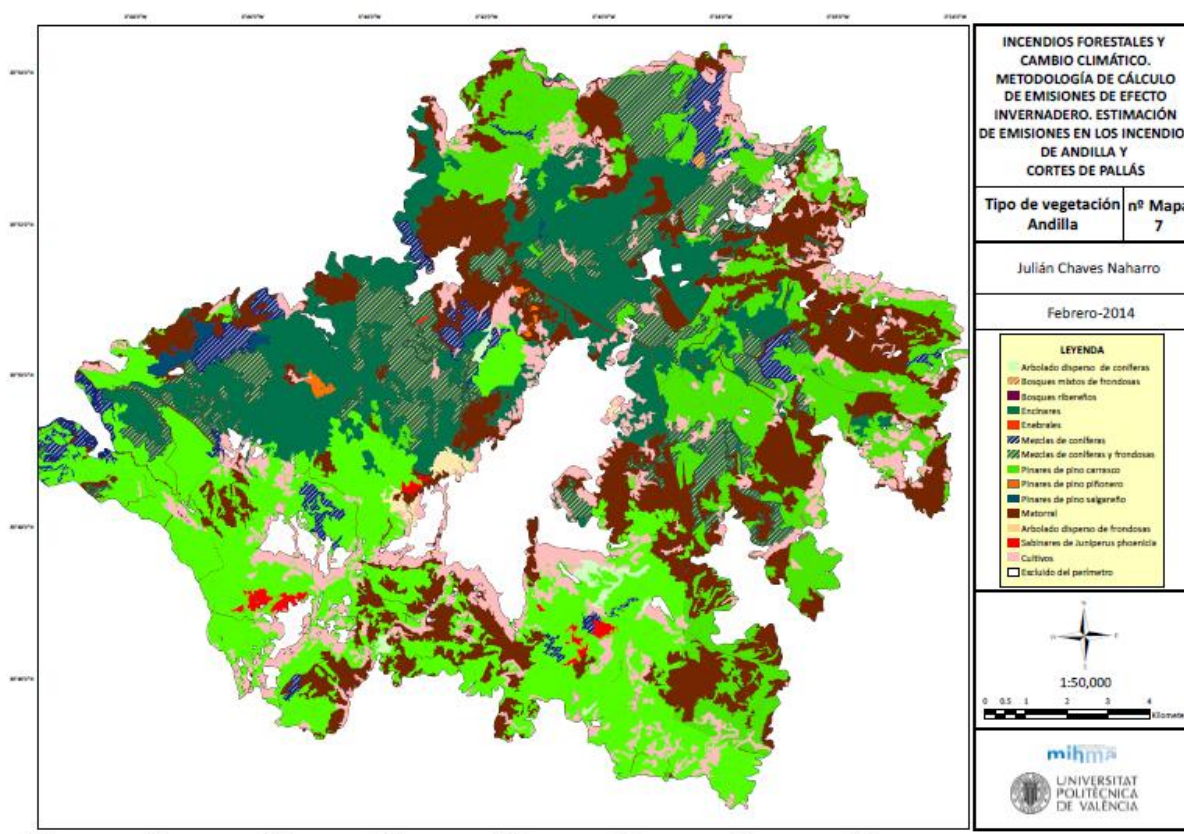
La zona estaba dominada por los pinares de pino carrasco, ocupando estos un 35.5 % del total de la superficie, ocupando mayoritariamente las zonas este, sur y oeste. Hacia el norte y noroeste, encontramos mezclas de *Pinus halepensis*, con *Pinus nigra* y *Pinus pinaster*, así como zonas de mezcla de coníferas y frondosas, ocupando un 10,83%. En esta zona norte tiene una importante presencia el bosque de encinas, ocupando el 15,96% del incendio. Los matorrales también tienen una importancia significativa dentro de la composición vegetal previa al incendio, ocupando un 22,60 % del total, presentándose especialmente en las zonas más degradadas.

Por último en las zonas periféricas del incendio encontramos tierras de cultivos, las cuales ocupan el 9,09 % del área, y no se las ha considerado en los cálculos de emisiones, asumiendo que su biomasa es igual a cero toneladas por hectáreas.



| Tipo de vegetación               | Superficie (ha) | %     |
|----------------------------------|-----------------|-------|
| Arbolado disperso coníferas      | 125.84          | 0.60  |
| Arbolado disperso frondosas      | 72.89           | 0.35  |
| Bosque mixto frondosas           | 8.59            | 0.04  |
| Bosque ribereño                  | 11.27           | 0.05  |
| Encinares                        | 3341.82         | 15.96 |
| Enebrales                        | 34.41           | 0.16  |
| Mezclas de coníferas             | 751.17          | 3.59  |
| Mezclas de coníferas y frondosas | 2267.79         | 10.83 |
| Pinares de pino carrasco         | 7435.88         | 35.50 |
| Pinares de pino piñonero         | 5.78            | 0.03  |
| Pinares de pino salgareño        | 91.90           | 0.44  |
| Matorral                         | 4733.88         | 22.60 |
| Sabinars de Juniperus phoenicea  | 112.04          | 0.53  |
| Cultivos                         | 1904.85         | 9.09  |

Tabla 3. Distribución de las superficies que ocupaban los distintos tipos de vegetación dentro del área incendiada.



Mapa 7, Tipos de vegetación existente en la zona de Andilla anteriormente a la ocurrencia del incendio.

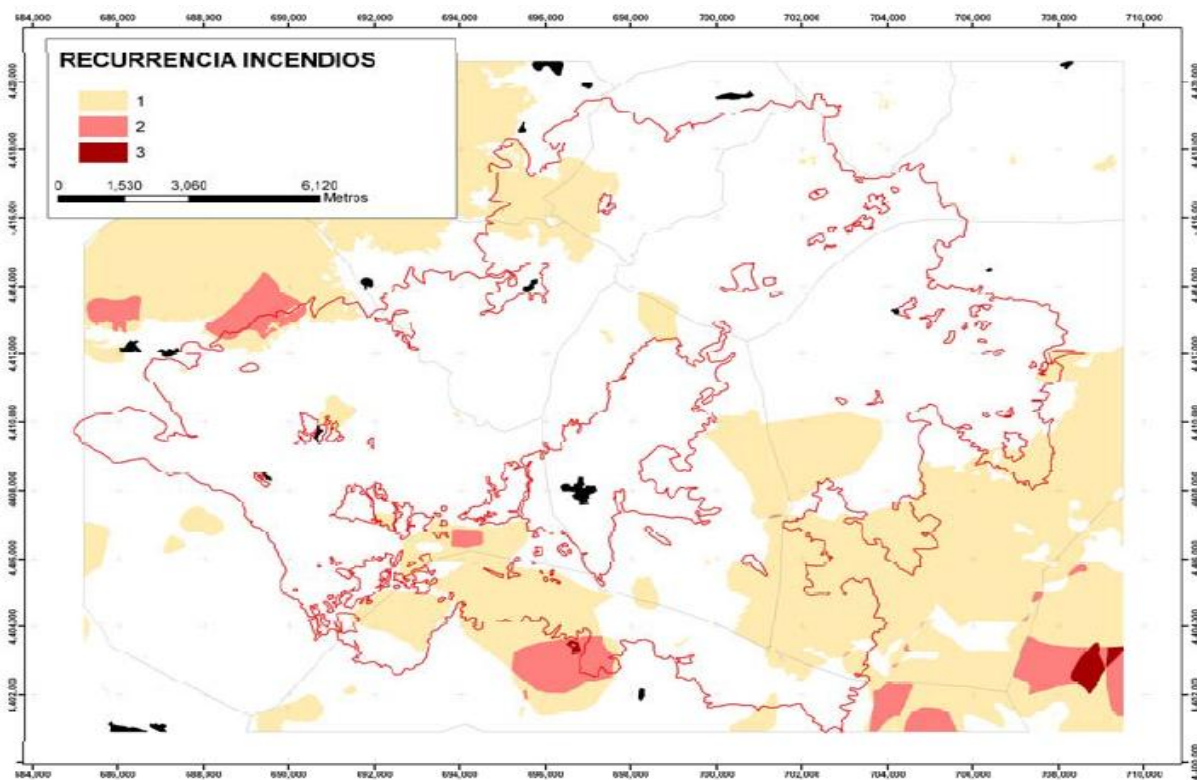
!

Incendios anteriores

La recurrencia de los incendios y el tiempo transcurrido desde su ocurrencia condiciona en gran medida el tipo de vegetación existente en una zona en un momento dado y la cantidad total de biomasa existente. De esta manera, y extrayendo los datos del informe presentado por la fundación CEAM (Alloza et al, 2012), obtenemos que el 18 % de la zona se había quemado una vez desde 1978, y el 0.8 % se había quemado 2 o 3 veces.

| Fecha incendio | Superficie que afecto al actual incendio (ha) | % afectada en la zona quemada |
|----------------|---|-------------------------------|
| 07/09/1978     | 610   | 2.9                           |
| 04/10/1978     | 103   | 0.5                           |
| 12/07/1979     | 245   | 1.2                           |
| 07/04/1985     | 303   | 1.4                           |
| 17/07/1987     | 283   | 1.4                           |
| 20/10/1991     | 85  | 0.4                           |
| 1993           | 583   | 2.8                           |
| 1993           | 187   | 0.9                           |
| 10/08/1994     | 1310  | 6.3                           |

Tabla 4. Recurrencia de incendios dentro del perímetro del incendio de 2012.



Mapa 8. Recurrencia desde 1978 dentro del perímetro del incendio de 2012 (Alloza et al, 2012)

### 2.2.3. Descripción de la zona de Cortes de Pallás

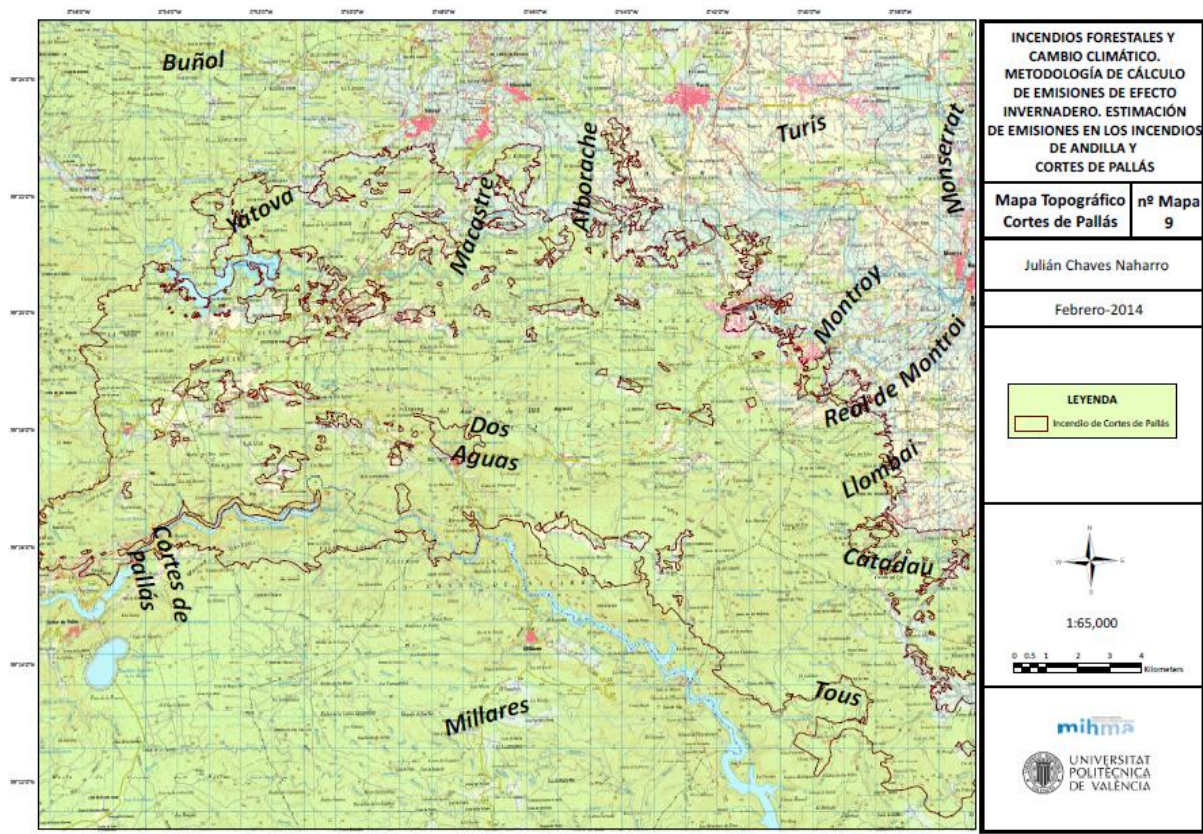
#### Datos generales

La zona de estudio comprende un total de 13 municipios, pertenecientes a las comarcas de Valle de Ayora, Ribera Alta, Canal de Navarrés y Hoya de Buñol. Dichos municipios son, Dos Aguas, Yátova, Tous, Macastre, Catadau, Cortes de Pallás, Llombai, Montroy, Alborache, Turís, Real de Montroi, Millares y Alborache, siendo la superficie total del incendio de 29752 ha, según los perímetros provisionales de la Consellería de Gobernación y Justicia de la Comunidad Valenciana. De todos ellos, Dos Aguas, con un total de 10529 ha, fue el más afectado, suponiendo esta superficie el 35,39 % de la superficie total incendiada.

| <b>Término municipal</b> | <b>Superficie (ha)</b> | <b>% por municipio</b> |
|--------------------------|------------------------|------------------------|
| Dos Aguas                | 10529.2                | 35,39                  |
| Tous                     | 4162.6                 | 13,99                  |
| Yátova                   | 3638.1                 | 12,23                  |
| Cortes de Pallás         | 3248.2                 | 10,92                  |
| Macastre                 | 2593.8                 | 8,72                   |
| Catadau                  | 1681.1                 | 5,65                   |
| Turís                    | 1242.7                 | 4,18                   |
| Llombai                  | 1006.2                 | 3,38                   |
| Montroy                  | 489.4                  | 1,64                   |
| Alborache                | 641.3                  | 2,16                   |
| Real de Montroi          | 271                    | 0,91                   |
| Carlet                   | 193.5                  | 0,65                   |
| Millares                 | 54.9                   | 0,18                   |
| <b>Total</b>             | <b>29752</b>           | <b>100</b>             |

Tabla 5. Distribución de la superficie quemada por término municipal en el incendio de Cortes de Pallás. Datos extraídos de “Informe urgente del impacto ecológico de los incendios de Andilla y Cortes de Pallás”, elaborado por la fundación CEAM. (Alloza et al, 2012)



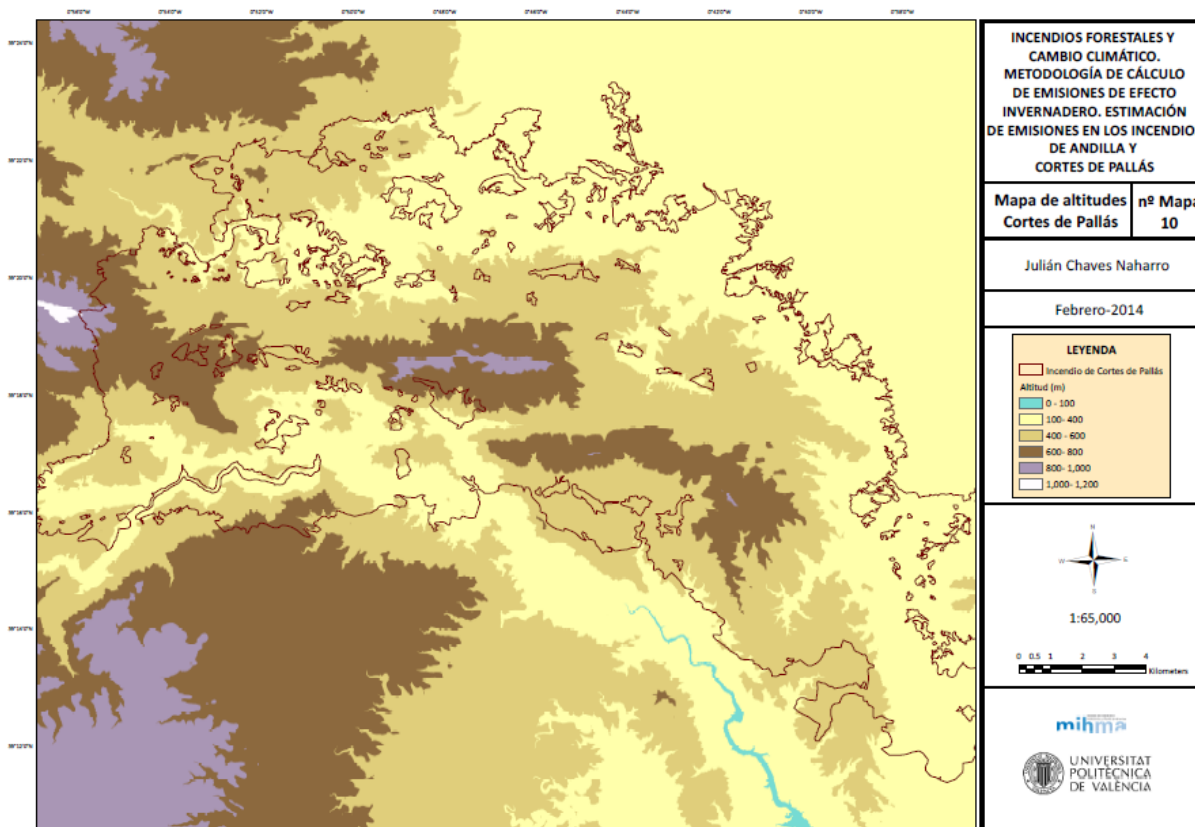


Mapa 9. Composición del perímetro del incendio junto a las hojas 720, 721, 745 y 746 del Mapa Topográfico Nacional a escala 1:50.000. Se muestran las zonas afectadas en cada municipio, así como los núcleos de población, vías de comunicación, curvas de nivel y usos del suelo.

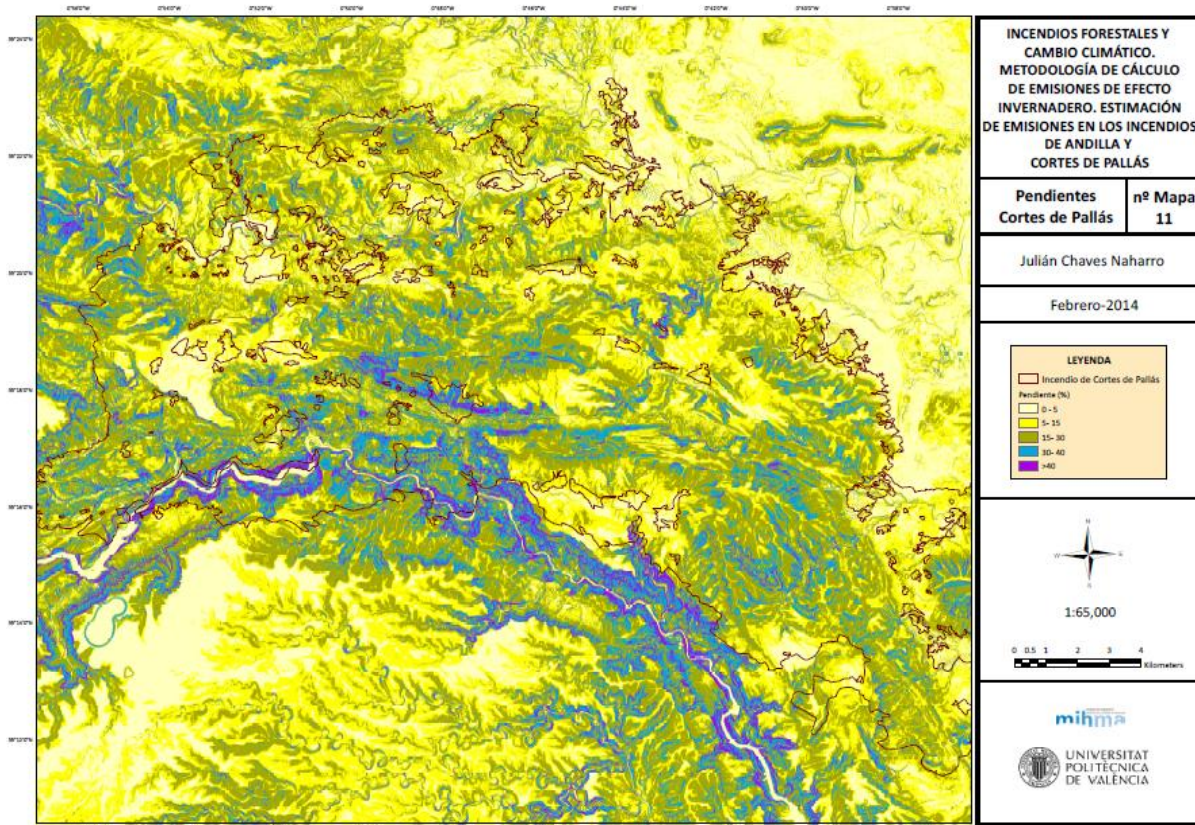
### Relieve

La altitud varía desde los 100 m en las zonas periféricas del este, hasta los 942 m del Pico del Ave, en la Sierra del Ave de Dos Aguas, situándose el 50% de la superficie entre los 300 y 500 m, y solo un 4,8 % se sitúa por encima de los 700 m.

Las pendientes inferiores a 15% y las situadas entre 15 y 30 % representan un 33% de la superficie cada una, mientras tanto las englobadas en los rangos 31-40 % y las mayores a 40%, representan el 20 y el 13,7 %. Estas zonas de mayor pendiente se localizan especialmente en la zona Sur, bordeando el cañón del Río Júcar y en la Sierra del Ave.



Mapa 10. Mapa de altitudes en la zona de Cortes de Pallás



Mapa 11. Mapa de pendientes en la zona de Pallás



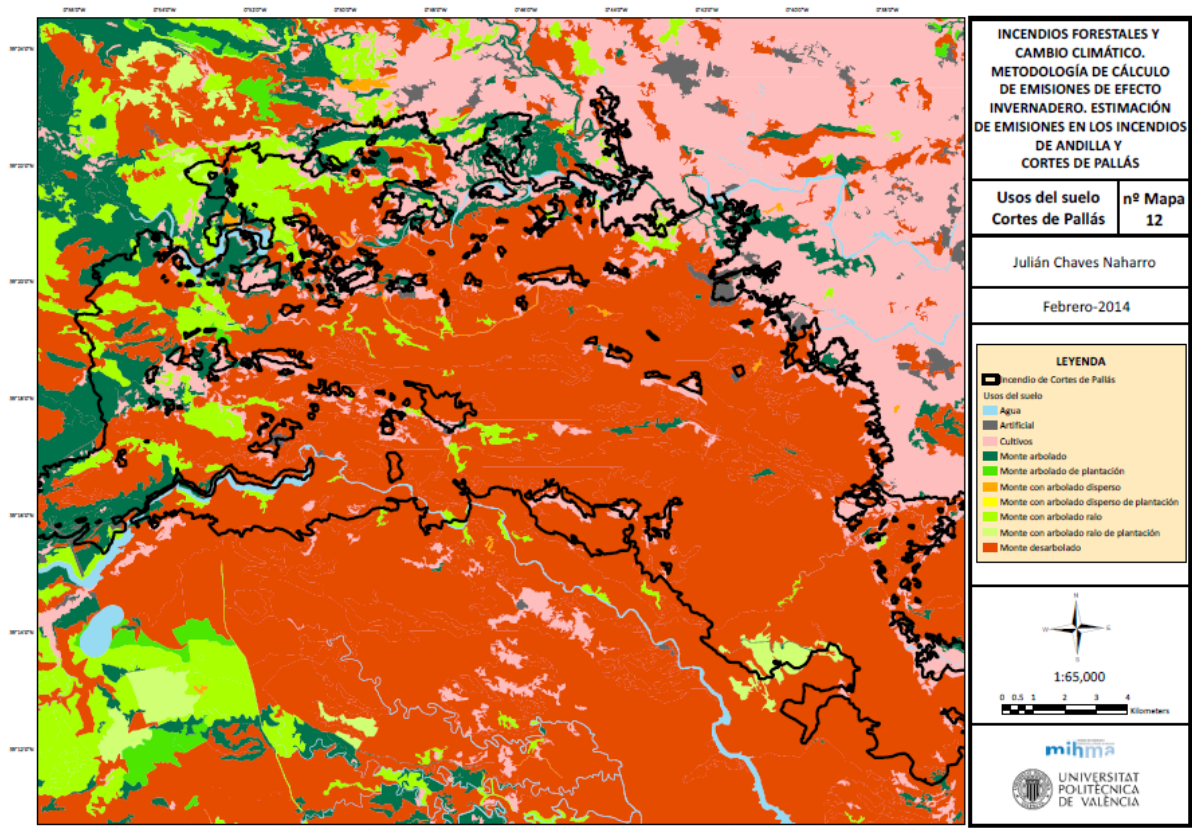
### Usos anteriores

Las zonas adyacentes al perímetro se hayan dominadas por tres grandes bloques de usos, el agrícola hacía el norte y el este, de el monte desarbolado hacía el sur, y el monte arbolado tanto natural como de plantación hacia las zonas más interiores del oeste. A su vez hacía los bordes norte y sur, discurren dos importantes masas de agua, el Rio Magro y el Rio Júcar, que cuentan a su vez con los embalses de Forata y Embarcadero respectivamente

Dentro del perímetro del incendio domina absolutamente el monte desarbolado, ocupando un 73,85 % del total, dominado por matorrales y pastizales con una fracción de cabida cubierta inferior al 5%, y siendo la superficie arbolada que posee una fracción de cabida cubierta muy escasa para todo el perímetro, un 7.40 % para el arbolado natural y 0.08 % y concentrada en la zona más interior del oeste.

| <b>Usos del suelo</b>      | <b>Superficie (ha)</b> | <b>%</b> |
|----------------------------|------------------------|----------|
| Agua                       | 295.62                 | 0.99     |
| Artificial                 | 151.49                 | 0.51     |
| Cultivos                   | 3041.49                | 10.22    |
| M. Arbolado                | 2200.57                | 7.40     |
| M. Arbolado plantación     | 23.47                  | 0.08     |
| M.Arbolado ralo            | 1787.66                | 6.01     |
| M.Arbolado ralo plantación | 195.95                 | 0.66     |
| M.arbolado disperso        | 79.71                  | 0.27     |
| M.desarbolado              | 21970.55               | 73.85    |

Tabla 6. Distribución de los usos del suelo dentro del perímetro del incendio.



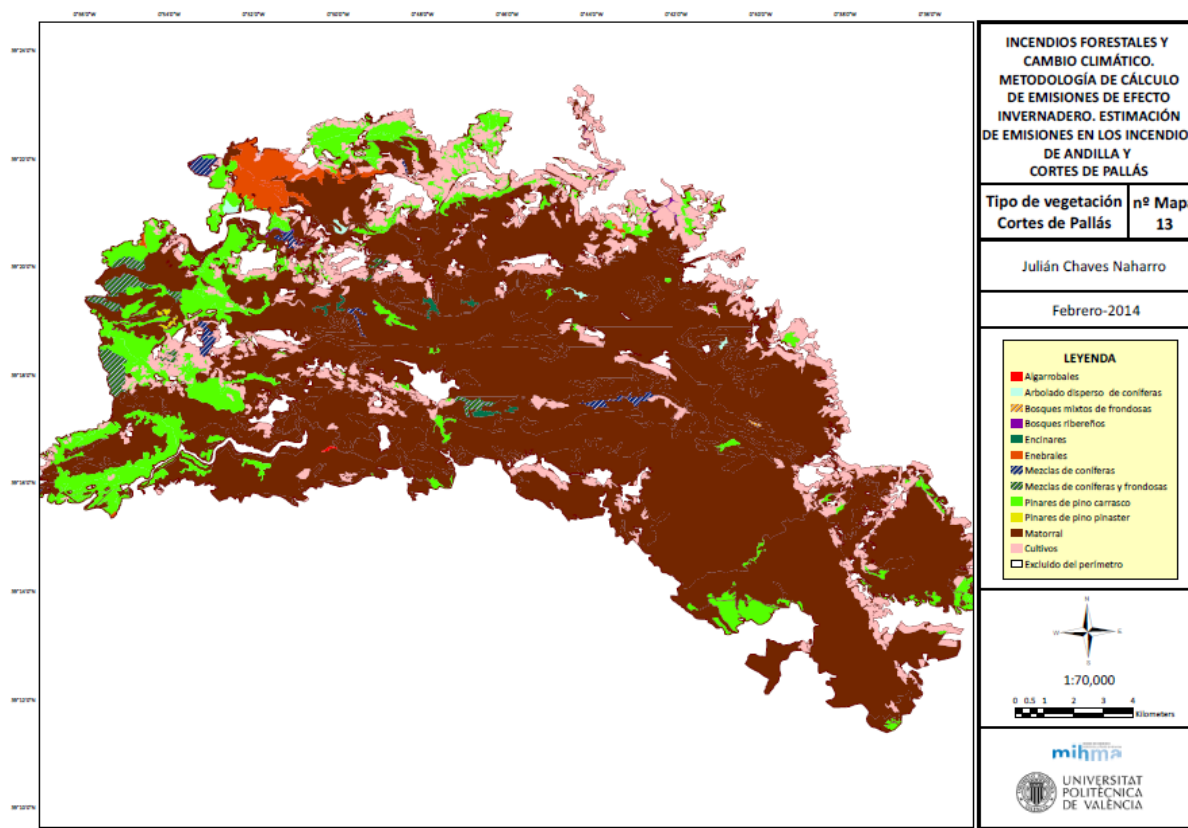
Mapa 12. Usos del suelo en la zona del incendio de Cortes de Pallás.

### Vegetación pre-existente

El 79,36 % de la superficie está compuesto por matorrales, dominados fundamentalmente por *Quercus coccifera*, *Ulex parviflorus* y *Rosmarinus officinalis*. Las zonas arboladas del interior se componen fundamentalmente de *Pinus halepensis*, siendo muy residuales los demás tipos de formaciones, como enebrales, encinares, algarrobales, pinares de pinaster y zonas de mezcla de especies, no superando ninguna de ellas una ocupación superior al 2% del territorio. Encontramos zonas de cultivo intercaladas a lo largo y ancho del perímetro, suponiendo la zona de estos parches el 6,40 % de la superficie total.

| Tipo de vegetación               | Superficie (ha) | %     |
|----------------------------------|-----------------|-------|
| Arbolado disperso coníferas      | 36.32           | 0.12  |
| Algarrobales                     | 3.04            | 0.01  |
| Bosque mixto frondosas           | 2.64            | 0.01  |
| Bosque ribereño                  | 23.96           | 0.08  |
| Encinares                        | 61.52           | 0.21  |
| Enebrales                        | 462.07          | 1.55  |
| Mezclas de coníferas             | 175.61          | 0.59  |
| Mezclas de coníferas y frondosas | 290.79          | 0.98  |
| Pinares de pino carrasco         | 3159.03         | 10.62 |
| Pinares de pino rodeno           | 14.64           | 0.05  |
| Matorral                         | 23612.06        | 79.36 |
| Cultivos                         | 1904.85         | 6.40  |

Tabla 7. Distribución de las superficies que ocupaba los distintos tipos de vegetación anteriormente al incendio de Cortes de Pallás



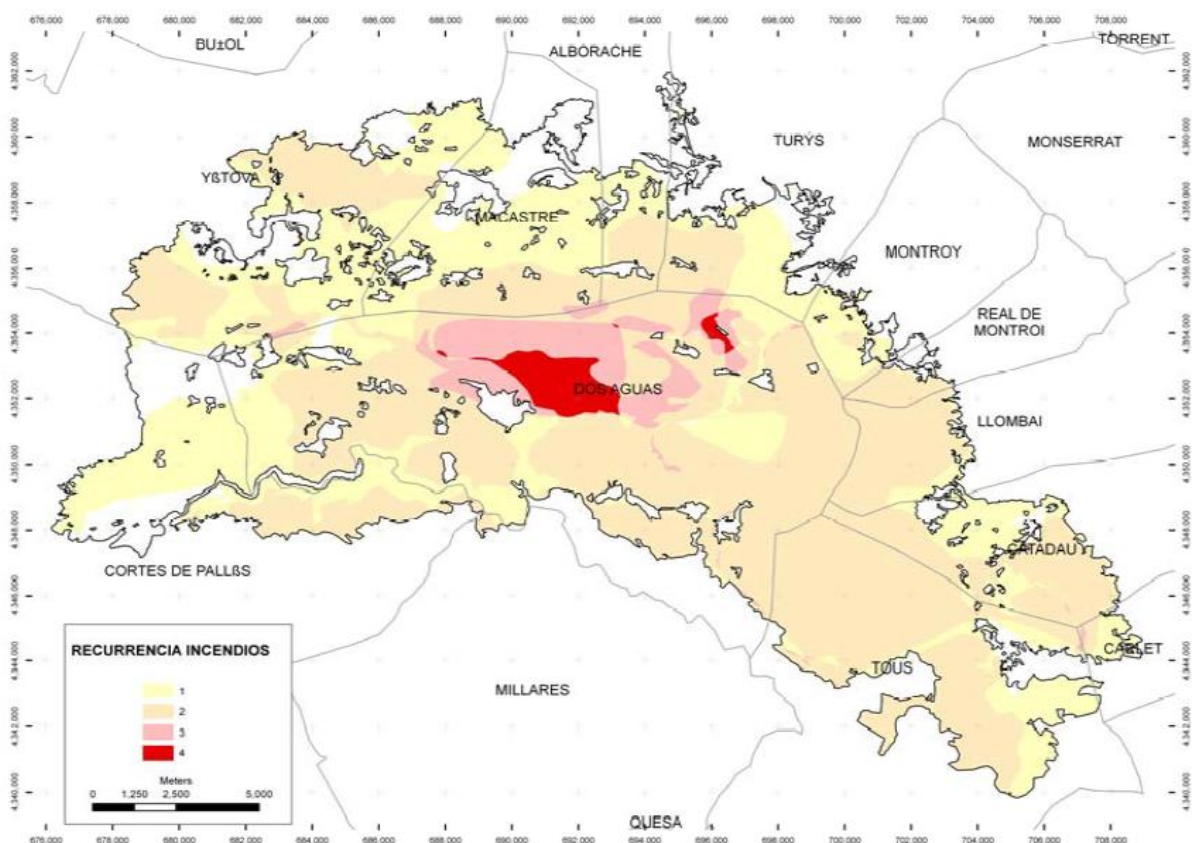
Mapa 13. Vegetación pre-existente en la zona del incendio de Cortes de Pallás.



### Incendios anteriores

A partir de los datos presentados por la fundación CEAM (Alloza et al , 2012), vemos que la zona ha sido muy afectada por los incendios desde 1978, estimándose que tan solo el 8,8% de la zona no ha sido afectada por ningún incendio durante este período. Encontramos que 9538 ha se han quemado una vez, suponiendo el 32,1 % de la superficie, 15406 ha se han quemado dos veces, siendo la clase mayoritaria con un 51,8 % del total, 1632 ha han ardido tres veces, ocupando el 5,5%, y finalmente 522 ha de la zona central dentro de la Sierra del Ave, se han llegado a quemar cuatro veces en este período, significando esta cifra el 1,84 % del total.

En total, han sido hasta 36 incendios los que han afectado la zona desde 1978, incendiándose hasta el 91 % de la superficie actual durante diversos incendios en los años 1991, 1993 y 1994.



## **2.3 Estimación de emisiones en incendios forestales**

Para la determinación de las emisiones generadas en los incendios partiremos de la ecuación de Wiedinmeyer (ec.1), desglosando y calculando por separado cada uno de sus términos, cuyos resultados parciales se multiplicarán acorde con la expresión de la ecuación para obtener las toneladas por hectárea (tn/ha) de cada uno de los gases considerados en este estudio.

### **2.3.1. Superficie afectada**

La superficie incendiada en ambos incendios ha sido directamente extraída de los perímetros provisionales proporcionados por la Consellería de Justicia y Gobernación de la Comunidad Valenciana, por lo que no se ha realizado ningún cálculo al respecto, utilizando por tanto directamente los datos proporcionados. Las superficies totales incendiadas han sido citadas en la descripción de ambas zonas de estudio.

### **2.3.2. Biomasa pre-existente**

Los datos presentes en la cartografía y en las bases de datos del Tercer Inventario Forestal Nacional (IFN3), provienen del muestreo de distintas variables en parcelas o estadillos que coinciden con las intersecciones de la cuadrícula de coordenadas UTM de 1km. Todos los estadillos están subdivididos en coronas de 5, 10 y 15 y 25 m, donde se realizan distintas mediciones de los árboles en función de su diámetro normal. Una vez realizada la toma de datos en una determinada parcela, se procede a caracterizarla en un determinado tipo de estrato. La estratificación es única para cada provincia y define aquellas superficies forestales cuyas características son muy similares, y estadísticamente significativas dentro de cada una de las provincias. De esta manera, los datos tomados en las parcelas se pueden extrapolar al resto de la provincia, definiendo cada tesela identificada con un tipo de estrato, tal y como se presentan en el Mapa Forestal Español a escala 1:50.000.

La metodología de cálculo de biomasa que se presenta a continuación hace uso de distintas ecuaciones alométricas presentes en la bibliografía, siempre teniendo en cuenta las limitaciones que el inventario presenta a la hora de cuantificar matorrales y pies menores debido a su enfoque maderero, lo que conlleva la aplicación de ciertas simplificaciones.

Usando dichas ecuaciones sobre el total de los estadillos levantados en una provincia, podremos hallar la biomasa total existente, así como los valores medios de biomasa por tipo de estrato, y la composición media en porcentaje de pies mayores, pies menores y matorrales. Obtenidos estos datos medios por estrato, se extrapolarán al conjunto provincial a través del MFE, de tal forma que podremos valorar, caracterizar y cuantificar las existencias de biomasa en una zona cualesquiera que se sitúe dentro de esa provincia.

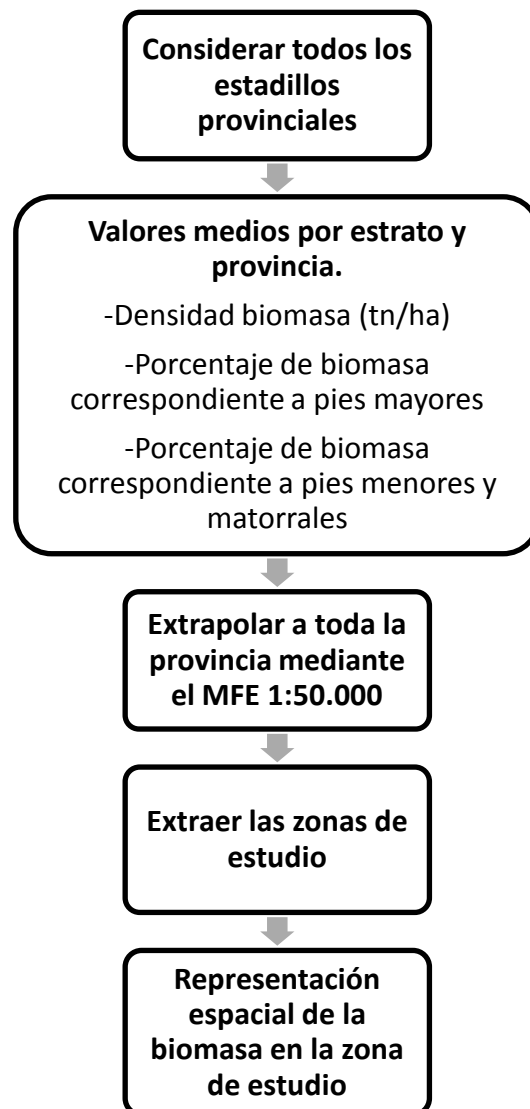


Figura 2. Mapa conceptual de la metodología de cálculo de biomasa creada para este estudio

Para llegar al cálculo global de las medias provinciales, se han calculado por separado para su posterior unión, los siguientes subconjuntos de vegetación; matorral, pies mayores, pies

menores cuyo diámetro normal se sitúe 2,5 y 7,5 cm y su altura mayor a 1,30 m, pies  
menores cuyo diámetro normal es menor a 2,5 cm y su altura mayor a 1,30 m, y pies  
menores cuyo diámetro normal es menor a 2,5 cm y su altura inferior a 1,30 m.

### Matorrales

En primer lugar se extraen de la base de datos SIG del IFN3 el tipo de estrato que corresponde a cada estadillo levantado a partir de la tabla "Parcpoly", esta información se relaciona con la información sobre matorrales que está contenida en la base de datos de campo del IFN3, en la tabla "PCMatorral" y con las coordenadas de cada estadillo situadas en la tabla "PCDatosMapa".

De esta manera obtendremos los datos base a partir de los cuales realizaremos los cálculos de biomasa:

"Estrato", "Estadillo", Altura media (como "Hm" y medida en dm), fracción de cubierta cubierta "FCC", la localización de los estadillos ("CoorX" y "CoorY") y las especies encontradas en las parcelas "Código IFN".

Extraídos estos datos de las bases de datos hacia una hoja de cálculo se procede al cálculo de la biomasa de los matorrales encontrados en cada parcela, usando para ello las ecuaciones alométricas que se exponen a continuación (Montero et al, 2013) y que están desarrolladas expresamente para su utilización a partir de datos de altura media y fracción de cubierta aportados por el IFN3. Son un total de nueve ecuaciones, una por cada uno de los grupos de especies que se definen, las cuales estiman los valores de biomasa seca (B) en toneladas por hectárea.

#### **Setos, orlas, bardas, salcedas, galerías arbustivas, etc**

$$5) \ln B = 0.949 * \ln(FCC)$$

#### **Manchas, cornicabrales, garrigas**

$$6) \ln B = -3.853 + 1.311 * \ln(Hm) + 0.726 * \ln(FCC)$$

**Coscojares, lentiscares**

$$7) \ln B = -2.892 + 1.505 * \ln(Hm) + 0.462 * \ln(FCC)$$

**Brezales, matorrales de Erinaceae y afines**

$$8) \ln B = -2.921 + 0.984 * \ln(hm) + 0.747 * \ln(FCC)$$

**Jarales y matorrales de Cistaceae**

$$9) \ln B = -2.596 + 0.957 * \ln(Hm) + 0.863 * \ln(FCC)$$

**Mezcla de matorrales de leguminosas retamoideas**

$$10) \ln B = -1.833 + 0.965 * \ln(Hm) + 0.453 * \ln(FCC)$$

**Mezcla de matorrales de leguminosas aulagoideas**

$$11) \ln B = -2.464 + 0.808 * \ln(Hm) + 0.761 * \ln(FCC)$$

**Labiadas y tomillares**

$$12) \ln B = -1.877 + 0.643 * \ln(Hm) + 0.661 * \ln(FCC)$$

**Espartizales y pastizales**

$$13) \ln B = 0.494 * \ln(FCC)$$

Las especies identificadas y catalogadas en el IFN3 han sido incluidas en esta metodología dentro de cada uno de estos subgrupos de matorrales, tal y como se refleja en el capítulo de anexos. Algunas de las especies no han sido incluidas dentro bajo ningún tipo de asociación, debido en la mayoría de los casos a ser especies propias de las Islas Canarias, y por tanto que poco o nada tienen que ver con las especies propias de las zonas de estudio y que pertenecen a grupos de asociaciones que no han sido contemplados en la construcción de las ecuaciones.

Para facilitar la manipulación de los datos en las hojas de cálculo, se ha creado un nuevo campo bajo el nombre de "Código método" en el cual se reclasifican los códigos originales del inventario.

Los subgrupos "Manchas, cornicabrales, garrigas" y "Coscojares, lentiscares" están compuestos fundamentalmente por las mismas especies, y por ello, se asume la utilización de la fórmula 6 cuando el valor de FCC de la parcela sea menor a 15% y la utilización de la fórmula 7 cuando el valor de FCC en la parcela sea superior a 15%.

### Pies mayores

Se ha utilizado la relación creada en el apartado anterior entre estadillos, el estrato al que pertenecen y sus coordenadas, para unir esta información a la que se extrae de la tabla “Parcelas\_exs”, y trasladar los siguientes campos a la hoja de cálculo provincial; “Estrato”, “Estadillo”, clase diamétrica (“CD”), número de pies por hectárea (“Npies/ha”), “especie”, y sus coordenadas (“CoorX” y “CoorY”).

El cálculo de la biomasa contenida en los pies mayores de cada estadillo viene dado por una recopilación de ecuaciones alométricas de las principales especies arbóreas que podemos encontrar en el ámbito de la Península Ibérica (Gil et al, 2010). Estas ecuaciones utilizan como variable el diámetro normal a la altura de 1,30m (DBH), y calculan la biomasa (B) en kilogramos de materia seca por árbol estudiado, razón por la cual habrá que dividir los valores obtenidos entre mil y así obtener los resultados en toneladas por hectárea.

Las ecuaciones utilizadas son las que se muestran a continuación:

#### ***Pinus halepensis***

$$14) \quad B = 0.1247 * (DBH^{2.206} )$$

#### ***Pinus nigra***

$$15) \quad B = 0.6073 * (DBH^2) - 5.0998 * DBH - 23.729$$

#### ***Pinus pinaster***

$$16) \quad B = 0.4684 * (DBH^2) - 6.3722 * DBH + 36.698$$

#### ***Pinus pinea***

$$17) \quad B = 0.1129 * DBH^{2.4167}$$

#### ***Quercus ilex***

$$18) \quad B = 0.1006 * DBH^{2.4727}$$

#### ***Juniperus spp***

$$19) \quad B = 0.5 + 25000 * DBH^{2.5}/DBH^{2.5} + 246872$$

#### ***Pinus sylvestris***

$$20) \quad B = 0.0805 * DBH^{2.4167}$$

#### ***Arbutus unedo***

$$21) \quad B = -2.7563 + 0.3045 * DBH^2$$

***Quercus faginea***

$$22) \quad B = 0.41354 * DBH^{2.14}$$

***Populus spp***

$$23) \quad B = 0.0519 * DBH^{2.545}$$

*Pies menores. Categoría de desarrollo 4.*

Acorde con la metodología utilizada por el IFN3, esta categoría comprende aquellos pies cuyo diámetro normal se sitúa entre 2.5 cm y 7.5 cm, siempre y cuando su altura sea superior a 1,30 m. Estos pies son contabilizados dentro de la corona de radio igual a 5m que se define en cada parcela, y que por lo tanto tiene una superficie de 0.007853982 ha.

La información sobre pies menores está recogida en la tabla “*PcRegenera*” contenida en la base de datos de campo, y relacionándola con los estadillos y su estrato, extraemos para la hoja de cálculo los siguientes campos: “*Estrato*”, “*Estadillo*”, “*Especie*”, categoría de desarrollo (“*CatDes*”), que en este caso será siempre igual a 4, número de pies contabilizados en la corona (“*NumPies*”), y por último sus coordenadas (“*CoorX*” y “*CoorY*”).

La biomasa es calculada a partir de las mismas ecuaciones definidas para el caso de los pies mayores, asumiendo que el diámetro normal permanece constante y es igual a 5cm. Los resultados se multiplican por el número de pies hallados, y dividen entre la superficie de la corona en ha, para posteriormente ser divididos entre mil, y obtener de tal forma los resultados en toneladas de biomasa por hectárea.

*Pies menores. Categoría de desarrollo 3.*

Esta categoría comprende aquellos pies cuyo diámetro normal es inferior a 2.5 cm, siendo su altura superior a 1.30 m. La información sobre estos pies se encuentra también en la tabla “*PcRegenera*”, pero a diferencia de los pies de la categoría 4, no están contabilizados individualmente dentro de la corona sino que se estima su densidad dentro de la corona, estableciéndose la siguiente clasificación: 1, cuando existen de 1 a 4 pies, 2, cuando se estiman de 5 a 15 pies, y 3, cuando hay más de 15 pies dentro de la corona. Acorde con esta clasificación y con objeto de facilitar la manipulación de los datos en la hoja de cálculo se asume que para la categoría de densidad 1, el número de pies es igual a 2, para la categoría de densidad 2, el número de pies es igual a 10, y para la categoría de densidad 3, el número

de pies es igual a 15. Definido el número de pies por corona a utilizar se divide por la superficie de la misma en hectáreas (0.007853982) y obtenemos la densidad de pies por hectárea.

Extraídos los datos correspondientes de la base de datos, de la misma forma que en los casos anteriores y aplicando la simplificación expuesta con anterioridad, definimos estos campos en la hoja de datos: “Estrato”, “Estadillo”, “Especie”, categoría de desarrollo (“CatDes”), “Categoría densidad”, “Número de pies corona”, “Pies/ha”, “CoorX” y “CoorY”.

Dispuesta la información inicial aplicamos las mismas ecuaciones utilizadas para los pies mayores y los pies menores de la categoría 4, asumiendo que el diámetro normal es igual a 1,25 cm, multiplicando los resultados por el campo “Pies/ha”, y dividiendo a su vez entre mil, para obtener valores de biomasa en toneladas por hectárea.

#### *Pies menores. Categorías de desarrollo 1 y 2.*

Ambas categorías engloban aquellos pies menores cuyo diámetro normal es inferior a 2.5 cm, y su altura es inferior a 1.30 m, razón por la que no podremos aplicar convenientemente las ecuaciones alométricas válidas para los pies cuya altura es mayor y por lo tanto se consideran como formaciones de matorral, bajo las simplificaciones que se detallan a continuación.

Al igual que en la categoría 3, los datos se localizan en la tabla “PcRegenera”, donde también se contabilizan los pies por su densidad aproximada en la corona, la cual relacionaremos en este caso con una supuesta fracción de cabida cubierta según la clase de densidad definida, estableciéndose el 10% para la clase 1, 30% para la clase 2, y 50% para la clase 3. De esta manera dispondremos nuestros datos de inicio bajo los siguientes campos:

“Estrato”, “Estadillo”, “Especie”, categoría de desarrollo (“CatDes”), “Categoría densidad”, “FCC”, “CoorX” y “CoorY”.

Dispuesta la información de inicio se considera que la formación de matorral más válida son los coscojares o garrigas, y se aplicará por tanto la ecuación número 6, asumiendo una altura media constante de 0.65 m y las fracciones de cabida cubierta establecidas con anterioridad.



### Valores medios de biomasa por provincia

Los resultados parciales de los apartados anteriores se deberán sumar para cada estadillo, obteniendo así la biomasa total presente en el mismo, para posteriormente promediar los valores medios de biomasa para cada tipo de estrato definido en la provincia de interés, así como el porcentaje de esta que corresponde a pies mayores o al conjunto de matorrales más los subconjuntos de pies menores.

En el caso concreto de estudio se han calculado dichos valores para las provincias de Valencia y Castellón, debido a que los tipos de estratos y la cartografía vienen dados para cada provincia y en el caso del incendio de Andilla encontramos que el límite provincial divide la zona de estudio.

### Crecimiento de la biomasa desde la realización del inventario.

Los trabajos de campo para la realización del inventario en las provincias de Valencia y Castellón tuvieron lugar durante los meses de Enero, Febrero y Marzo del año 2005, por lo que es de esperar que la biomasa cuando los incendios tuvieron lugar fuese sensiblemente superior a la que se estima de los datos de las parcelas del inventario. Para estimar este crecimiento se han utilizado los valores dados por el IFN3 sobre el crecimiento anual por tipo de estrato y provincia, definido como el incremento anual de volumen con corteza (IAVC) y dado en metros cúbicos por hectárea y año. Para convertir este valor en toneladas por hectárea se ha utilizado los factores de expansión de la biomasa de las especies dominantes de cada estrato, dadas en toneladas por metro cúbico (Gil et al, 2010).

Los cálculos realizados para la elaboración de las tablas que se muestran a continuación están expuestos en el capítulo de anexos, en los apartados 6.3.1 y 6.3.2. Se presentan aquí de forma resumida por la cantidad de datos utilizados, 3561 parcelas para Valencia y 3416 para Castellón, en los cuales se han determinado la biomasa de pies mayores, matorrales, tres divisiones de pies menores, biomasa total, el porcentaje presente de pies mayores y resto de formaciones, las coordenadas de cada parcela, y los valores máximos, medios y la desviación estándar para cada una de las columnas citadas exceptuando la de coordenadas. En el CD que se adjunta se dispone la totalidad de las hojas de cálculo bajo los nombres de

*Biomasa\_Castellón.xlsx* y *Biomasa\_Valencia.xlsx*, donde se detallan los cálculos realizados para el cálculo de cada una de las columnas anteriormente citadas para cada parcela del IFN3.

### 116IFN3. TABLA DE DATOS BÁSICOS POR ESTRATO DEL IFN3

| Definición |   |                      |  |                 |                |          | Nº de |
|------------|---|----------------------|--|-----------------|----------------|----------|-------|
| Estrato    | Formación forestal dominante  | Ocupación (%)        | Estado de masa                               | F.c.c. (%)      | Superficie(ha) | parcelas |       |
| 01         | Pinus halepensis  | >=70                 | Fustal. Latizal                              | 70-100          | 39.040,98      | 200      |       |
| 02         | Pinus halepensis  | >=70                 | Fustal. Latizal                              | 40-69           | 117.701,22     | 666      |       |
| 03         | Pinus halepensis  | >=70                 | Fustal. Latizal<br>Monte bravo.              | 20-39           | 55.057,40      | 310      |       |
| 04         | Pinus halepensis<br>Pinus nigra y P. pinaster puros o en<br>mezcla entre sí o con | >=70;                | Repoblado                                    | 5-100           | 46.919,72      | 247      |       |
| 05         | Pinus halepensis<br>Pinus nigra y P. pinaster puros o en<br>mezcla entre sí o con | 30<=Esp.<70<br>>=70; | Fustal. Latizal                              | 40-100          | 17.061,50      | 98       |       |
| 06         | Pinus halepensis<br>Quercus ilex puro o en mezcla con Pinus<br>halepensis o       | 30<=Esp.<70<br>>=70; | Fustal. Latizal                              | 20-39           | 9.729,98       | 66       |       |
| 07         | Ceratonia siliqua   | 30<=Esp.<70<br>>=70; | Fustal. Latizal<br>Monte bravo.              | 20-100          | 8.055,01       | 64       |       |
| 08         | Quercus ilex puro o en mezcla con pinos   | 30<=Esp.<70<br>>=70; | Repoblado<br>Fustal. Latizal<br>Monte bravo. | 5-100<br>20-100 | 6.813,47       | 63       |       |
| 09         | Juniperus thurifera   | >=70<br>>=70;        | Repoblado                                    | 5-100           | 14.393,33      | 111      |       |
| 10         | Árboles de ribera   | 30<=Esp.<70<br>>=70; | Todos  | 5-100           | 3.824,98       | 31       |       |
| 11         | Matorral con arbolado ralo y disperso   | 30<=Esp.<70          | Fustal. Latizal                              | 5-19            | 32.357,25      | 113      |       |
| Todos      |   |                      |  |                 | 350.954,84     | 1969     |       |

Tabla 8. Estratos definidos para la provincia de Valencia. Fuente IFN3.

| Estrato        | tn/ha 2005 | IAVC (m3/ha*año) | BEF (tn/m3) | tn/ha 2012 | Des.Estándar | %BIO_May | %BIO_Mat+Men |
|----------------|------------|------------------|-------------|------------|--------------|----------|--------------|
| 1              | 70.13      | 2.37             | 0.74        | 82.38      | 69.78        | 67.47    | 32.53        |
| 2              | 44.43      | 1.20             | 0.74        | 50.66      | 44.36        | 53.01    | 46.99        |
| 3              | 28.52      | 0.51             | 0.74        | 31.14      | 28.43        | 34.69    | 64.99        |
| 4              | 25.26      | 0.06             | 0.74        | 25.55      | 25.16        | 4.24     | 95.76        |
| 5              | 78.03      | 2.00             | 0.64        | 86.99      | 77.23        | 71.95    | 28.05        |
| 6              | 31.12      | 0.56             | 0.64        | 33.63      | 30.65        | 42.47    | 57.53        |
| 7              | 41.30      | 0.45             | 0.28        | 42.18      | 40.65        | 36.73    | 63.27        |
| 8              | 29.63      | 0.09             | 1.28        | 30.43      | 29.16        | 9.55     | 90.45        |
| 9              | 20.82      | 0.05             | 1.28        | 21.29      | 20.63        | 8.85     | 91.15        |
| 10             | 32.53      | 2.33             | 0.62        | 42.63      | 31.48        | 41.56    | 51.99        |
| 11             | 19.72      | 0.17             | 0.80        | 20.65      | 19.55        | 16.41    | 82.70        |
| <b>TOTALES</b> | 38.32      | 0.89             | 0.77        | 42.50      | 37.92        | 35.17    | 64.13        |

Tabla 9. Valores medios de biomasa por tipo de estrato en 2005 y en 2012, incremento anual del volumen por estrato, factores de expansión de la especie dominante del estrato, y porcentaje de origen de la biomasa para la provincia de Valencia.

116IFN3. TABLA DE DATOS BÁSICOS POR ESTRATO DEL IFN3

| Definición   |   | Ocupación         | Estado de masa                             | F.c.c. (%)      | Superficie(ha)    | Nº de parcelas |
|--------------|---|-------------------|--|-----------------|-------------------|----------------|
| Estrato      | Formación forestal dominante                                      | (%)               |  |                 |                   |                |
| 01           | Pinus halepensis  | ≥70               | Fustal. Latizal                            | 70-100          | 20.803,59         | 131            |
| 02           | Pinus halepensis  | ≥70               | Fustal. Latizal                            | 40-69           | 34.695,59         | 229            |
| 03           | Pinus halepensis  | ≥70               | Fustal. Latizal                            | 20-39           | 17.183,45         | 106            |
| 04           | Pinus nigra   | ≥70               | Fustal. Latizal                            | 70-100          | 8.250,39          | 67             |
| 05           | Pinus nigra   | ≥70               | Fustal. Latizal                            | 20-69           | 10.863,47         | 88             |
| 06           | Pinus sylvestris y Pinus sylvestris con Pinus nigra               | ≥70; 30 ≤ Esp.<70 | Fustal. Latizal                            | 20-100          | 6.686,19          | 64             |
| 07           | Pinus pinaster y Pinus pinaster con Pinus halepensis              | ≥70; 30 ≤ Esp.<70 | Fustal. Latizal<br>Monte bravo.<br>Replado | 20-100          | 7.577,57          | 65             |
| 08           | Pinus halepensis  | ≥70               |  | 5-100           | 23.479,40         | 168            |
| 09           | Quercus ilex con Pinus nigra y con Pinus halepensis               | 30 ≤ Esp.<70      | Fustal. Latizal                            | 20-100          | 23.732,75         | 143            |
| 10           | Quercus ilex  | ≥70               | Fustal. Latizal                            | 70-100          | 8.632,49          | 57             |
| 11           | Quercus ilex  | ≥70               | Fustal. Latizal                            | 40-69           | 12.656,01         | 88             |
| 12           | Quercus ilex  | ≥70               | Fustal. Latizal                            | 20-39           | 11.049,73         | 62             |
| 13           | Quercus faginea y Quercus faginea con Quercus ilex                | ≥70; 30 ≤ Esp.<70 | Fustal. Latizal                            | 20-100          | 9.317,06          | 53             |
| 14           | Quercus suber y Quercus suber con Pinus pinaster                  | ≥70; 30 ≤ Esp.<70 | Fustal. Latizal<br>Monte bravo.<br>Replado | 20-100          | 7.563,01          | 59             |
| 15           | Quercus ilex y Quercus faginea                                    | ≥70; 30 ≤ Esp.<70 | Monte bravo.<br>Replado                    | 5-100           | 20.882,81         | 150            |
| 16           | Olea europaea, Ceratonia siliqua y ambas con Pinus halepensis     | ≥70; 30 ≤ Esp.<70 | Monte bravo.<br>Replado                    | 5-100           | 7.223,29          | 58             |
| 17           | Juniperus thurifera, Juniperus oxycedrus y ambas con Quercus ilex | ≥70; 30 ≤ Esp.<70 | Fustal. Latizal<br>Monte bravo.<br>Replado | 20-100<br>5-100 | 17.979,57         | 86             |
| 18           | Matorral con arbolado ralo y disperso                             | ≥70; 30 ≤ Esp.<70 | Fustal. Latizal                            | 5-19            | 22.142,11         | 126            |
| <b>Todos</b> |   |                   |  |                 | <b>270.718,48</b> | <b>1800</b>    |

Tabla 10. Estratos definidos para la provincia de Castellón. Fuente IFN3

| Estrato        | tn/ha        | IAVC (m3/ha*año) | BEF (tn/m3) | tn/ha 2012   | Des.Estándar | %BIO_May     | %BIO_Mat+Men |
|----------------|--------------|------------------|-------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| 1              | 76.40        | 3.64             | 0.74        | 95.25        | 75.82        | 68.90        | 31.10        |
| 2              | 51.85        | 1.83             | 0.74        | 61.32        | 51.63        | 52.40        | 47.60        |
| 3              | 34.98        | 0.68             | 0.74        | 38.51        | 34.65        | 30.45        | 69.55        |
| 4              | 143.09       | 3.84             | 0.64        | 160.28       | 140.96       | 83.16        | 16.84        |
| 5              | 81.29        | 1.87             | 0.64        | 89.68        | 80.37        | 74.13        | 25.87        |
| 6              | 85.70        | 2.70             | 0.62        | 97.42        | 84.36        | 79.11        | 20.89        |
| 7              | 92.29        | 3.18             | 0.55        | 104.55       | 90.87        | 66.94        | 33.06        |
| 8              | 26.26        | 0.08             | 0.74        | 26.65        | 26.10        | 3.81         | 96.19        |
| 9              | 74.81        | 1.33             | 1.28        | 86.75        | 74.29        | 60.44        | 39.56        |
| 10             | 93.04        | 0.90             | 1.28        | 101.08       | 91.40        | 68.57        | 31.43        |
| 11             | 62.36        | 0.57             | 1.28        | 67.45        | 61.65        | 66.42        | 33.58        |
| 12             | 39.06        | 0.28             | 1.28        | 41.59        | 38.43        | 46.38        | 53.62        |
| 13             | 99.75        | 0.94             | 1.28        | 108.17       | 97.86        | 73.03        | 26.97        |
| 14             | 39.47        | 0.85             | 1.28        | 47.07        | 38.80        | 11.98        | 88.02        |
| 15             | 31.01        | 0.16             | 1.28        | 32.44        | 30.80        | 18.94        | 81.06        |
| 16             | 25.46        | 0.32             | 0.80        | 27.28        | 25.03        | 12.15        | 87.85        |
| 17             | 34.70        | 0.35             | 0.80        | 36.68        | 34.30        | 27.90        | 72.10        |
| 18             | 25.75        | 0.23             | 0.80        | 27.03        | 25.54        | 16.60        | 83.40        |
| <b>TOTALES</b> | <b>61.23</b> | <b>1.18</b>      | <b>0.94</b> | <b>67.88</b> | <b>60.41</b> | <b>47.85</b> | <b>52.15</b> |

Tabla 11. Valores medios de biomasa por tipo de estrato en 2005 y en 2012, incremento anual del volumen por estrato, factores de expansión de la especie dominante del estrato, y porcentaje de origen de la biomasa para la provincia de Castellón

*Determinación de la biomasa pre-existente en las zonas de estudio.*

En primer lugar se ha de trasladar los datos medios anteriormente calculados hacia la tabla de atributos contenida en los mapas forestales de cada provincia, y proceder de esta forma a la representación espacial de los datos. Para ello debemos extraer de la tabla “*Poligon*”, perteneciente a la base de datos sig, la información referente al tipo de estrato que se presenta en cada uno de los polígonos definidos en la provincia, y posteriormente relacionar este dato con las tablas creadas sobre los datos medios de biomasa provincial, de nombre “*Medias\_Bio\_ProvinciaX*”. De esta forma ya estamos en disposición de representar espacialmente la densidad de biomasa, la biomasa total en cada polígono y la composición de la misma.

Para llevar a cabo esta operación habrá que tener en cuenta una circunstancia que se da en la metodología del IFN, la cual identifica ciertos polígonos como pertenecientes a un estrato 00, a los que les correspondería una biomasa igual a cero toneladas por hectárea si aplicáramos directamente los pasos indicados anteriormente. Esta situación no se corresponde en absoluto con la realidad, y sucede en zonas donde encontramos formaciones de matorrales y que en el inventario están definidas como los siguientes tipos estructurales, los cuales tienen los códigos que aparecen entre paréntesis: TD incendios (6), TD F.naturales (7), matorral (8), herbazal (9), monte sin vegetación superior (10), monte bajo (32) y pastizal-matorral (35). Así pues, cuando aparezcan estos tipos estructurales, los incluiremos directamente en el estrato de matorrales, 11 para la provincia de Valencia y 18 para la provincia de Castellón, creando una nueva tabla que modifica a la original “*Poligon*” y que contendrá los siguientes campos, para posteriormente relacionarla con el mapa forestal provincial:

“*Polygon*”, “*Superficie*”, tipo estructural (“*TipoEstr*”), estrato original (“*Estrato\_OR*”) y el estrato redefinido (“*Estrato*”).

Por último, se extrae del mapa forestal provincial nuestras zonas de interés dentro del sistema de información geográfica, utilizando para ello la cartografía de los perímetros de los incendios con los que contamos.

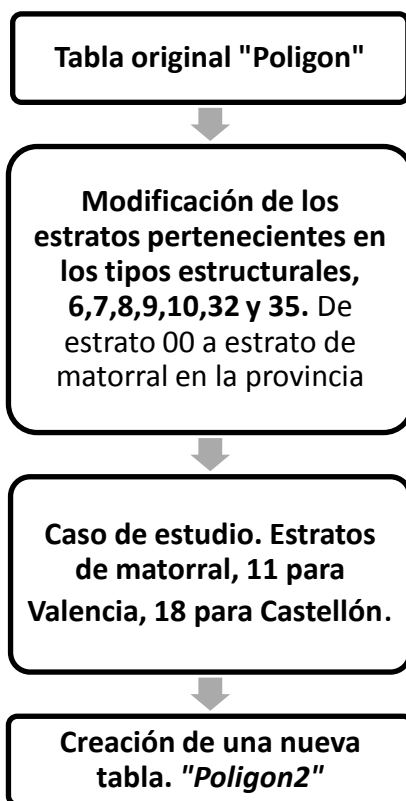


Figura 3. Mapa conceptual de la reclasificación de estratos

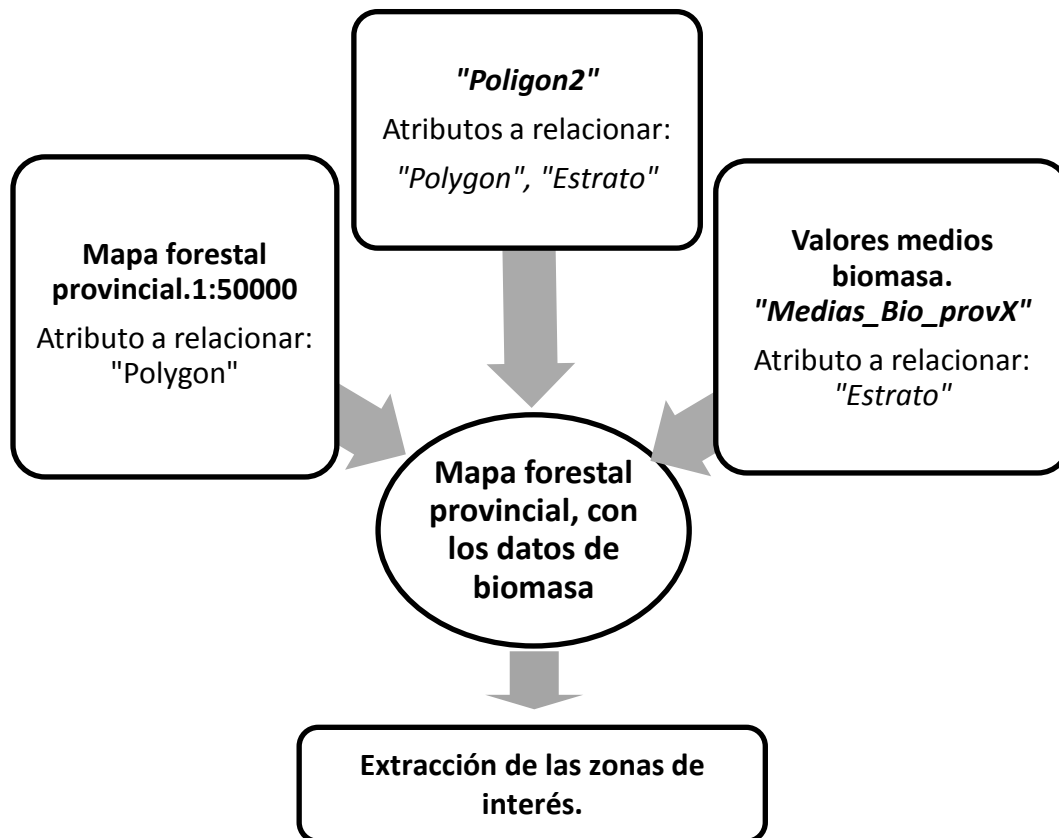


Figura 4. Mapa conceptual del proceso de cálculo de la biomasa en las zonas de estudio.

### **2.3.3. Fracción consumida**

Para determinar la cantidad de biomasa que se consumió durante los incendios en cada punto de la zona, en primer lugar se determina la severidad del mismo para ese mismo punto, para posteriormente relacionar esta información con un porcentaje de consumo en función del tipo de biomasa existente, estableciendo tres clases diferenciadas, matorrales y pies menores, frondosas y coníferas.

#### Severidad de los incendios

Partiendo de las imágenes de satélite, una vez aplicadas las correcciones expuestas en el apartado 2.1.4, podremos determinar la severidad del incendio en cada zona. Para ello utilizaremos las bandas 4 (infrarrojo cercano) y 7 (infrarrojo medio), tanto para la imagen anterior al incendio como para la imagen posterior, y aplicaremos el índice NBR (Normalized Burn Ratio) desarrollado por el departamento de agricultura de Estados Unidos (USDA) (Ken and Benson, 2006).

El uso de este índice se justifica en el hecho de que la reflectividad dentro de la banda 4 responde positivamente a la cubierta vegetal y a las zonas húmedas, mientras que la banda 7 lo hace ante terrenos secos y superficies no productivas. La combinación de estas bandas mediante las ecuaciones que se muestran a continuación nos indicará donde se han producido cambios en la superficie vegetal y la magnitud de los mismos.

$$24) \quad NBR = (B4 - B7)/(B4 + B7)$$

$$25) \quad dNBR = NBR_{pre} - NBR_{post}$$

Acorde con la formulación del método, cuando el valor de NBR sea positivo el píxel analizado corresponderá con zonas productivas y cubiertas de vegetación, en el caso de que los valores sean cercanos a 0 tendremos zonas no productivas, roquedos, suelos secos o la presencia de nubes, por el contrario, valores negativos indican que la zona ha sufrido un importante estrés hídrico y se han generado condiciones en el terreno propias de la

ocurrencia de un incendio. Por lo tanto, cuanto mayor sea la diferencia entre los valores anteriores y posteriores al incendio, mayor será la severidad del incendio en ese píxel.

Siguiendo la metodología elaborada en el manual del USDA, se definen las siguientes clases de severidad en función de los valores de dNBR.

| <b>dNBR</b> | <b>Severidad</b> |
|-------------|------------------|
| -500 - 100  | No Quemado       |
| 101 - 269   | Baja             |
| 270 - 439   | Moderada         |
| 440 - 659   | Alta             |
| 660 - 1300  | Muy Alta         |

Tabla 12. Relación entre valores de dNBR y clase de severidad del píxel analizado

Estos valores están multiplicados por mil por la necesidad que surge de ello al pasar los datos desde el formato raster con valores del tipo float a una capa vectorial.

#### Relación entre clase de severidad y consumo de biomasa

El porcentaje de biomasa consumida en los incendios se ha relacionado con la severidad de los mismos en un punto concreto, usando para ello las tablas elaboradas para zonas el clima mediterráneo de California, siendo esta zona bioclimática la más cercana de las encontradas en la bibliografía acerca de este campo de estudio (De Santis et al, 2010).

La clasificación original de severidad- consumo establece tres categorías (Baja, Moderada y Alta) para cada una de las asociaciones vegetales consideradas (hierba, matorral, coníferas y frondosas), y con objeto de adaptarla a las necesidades de este estudio se han realizado ciertas modificaciones. En primer lugar se añade una nueva categoría, transformando la original “Alta” en “Muy Alta”, y añadiendo una clase la clase “Alta” entre la nueva “Muy Alta” y “Moderada”. La razón de esta modificación se justifica por la definición original de las clases, la cual además de no resultar muy exhaustiva, considera en la clase “Alta” un consumo casi completo, y una clase “Moderada” que queda bastante lejos de la anterior. Por tanto, por las características de los incendios estudiados y con objeto de no sobreestimar los resultados se han interpolado los valores originales para hallar los porcentajes de consumo de la nueva clase. Posteriormente se ha eliminado el tipo de vegetación “hierba”, pues no es relevante en el estudio, y se ha añadido el consumo en

zonas no quemadas, que obviamente será igual a cero, pero que ha de considerarse por la existencia de parches no quemados dentro del área incendiada.

Tras estas consideraciones se construye la nueva tabla que relaciona la clase de severidad dada en un pixel y el consumo de la biomasa allí presente.

| Clase de severidad | Porcentaje biomasa consumida |           |           |
|--------------------|------------------------------|-----------|-----------|
|                    | Matorral y P. menores        | Coníferas | Frondosas |
| <b>Baja</b>        | 0.71                         | 0.25      | 0.25      |
| <b>Media</b>       | 0.84                         | 0.47      | 0.40      |
| <b>Alta</b>        | 0.89                         | 0.56      | 0.48      |
| <b>Muy Alta</b>    | 0.95                         | 0.65      | 0.56      |

Tabla 13. Porcentajes de consumo de biomasa por clase de severidad y tipo de vegetación

#### Porcentaje de consumo: Cálculos y representación espacial

La fracción total de biomasa consumida (FC) en cada zona es determinada mediante el producto del porcentaje de pies mayores (P<sub>May</sub>) presentes en la misma, diferenciando si pertenecen a coníferas o a frondosas, y el porcentaje de consumo (C<sub>sev</sub>) que le correspondería acorde con la tabla 13, más el resultado de multiplicar el porcentaje de pies menores y matorrales (P<sub>MeM</sub>) por el consumo correspondiente a la severidad dada.

$$26) \quad FC = P_{\text{may}} * C_{\text{sev}} + P_{\text{MeM}} * C_{\text{sev}}$$

El proceso de cálculo en la zona y su representación espacial es llevado a cabo mediante la intersección de las capas vectoriales de biomasa y las capas de severidad, a través de este proceso se crean nuevos polígonos en la nueva capa en función de su clase de severidad. De forma que se relaciona cada nuevo polígono, con el tipo de estrato que pertenece, la biomasa pre-existente en él y la severidad con la que afecto al incendio.

Los datos son extraídos desde el SIG hacia una hoja de cálculo, conformando tres bloques, en primer lugar los datos referentes a los polígonos ("FID", "Provincia", "TipoEstr", "Estrato"), un segundo bloque con la información referente a la biomasa pre-existente ("tn/ha", "tn", "%Bio\_May", "%Bio\_Mat+Men"), y por último la clase de severidad al que pertenecen los polígonos ("Severidad", y su definición en tipo texto "Clasificación"). Con



estos datos de partida podremos aplicar la fórmula 26 y estimar el consumo de biomasa, estableciendo los siguientes campos; consumo de pies mayores y menores en porcentaje (“*Cons\_Pmy%*”, “*Cons\_Pme%*”), fracción total consumida (“*ConsumoTot/100*”), campo que multiplicaremos por el campo “*tn*” para obtener el total de toneladas consumidas en cada uno de los polígonos (“*Consumo tn*”) y obtener la densidad de consumo en función de la superficie de cada uno de ellos (“*Den\_consumo tn/ha*”).

Finalmente, en la elaboración de los mapas se han definido los intervalos por el método de optimización de Jenks, el cual consiste en la iteración de los datos para conseguir la mínima varianza dentro de las clases y la máxima posible entre ellas.

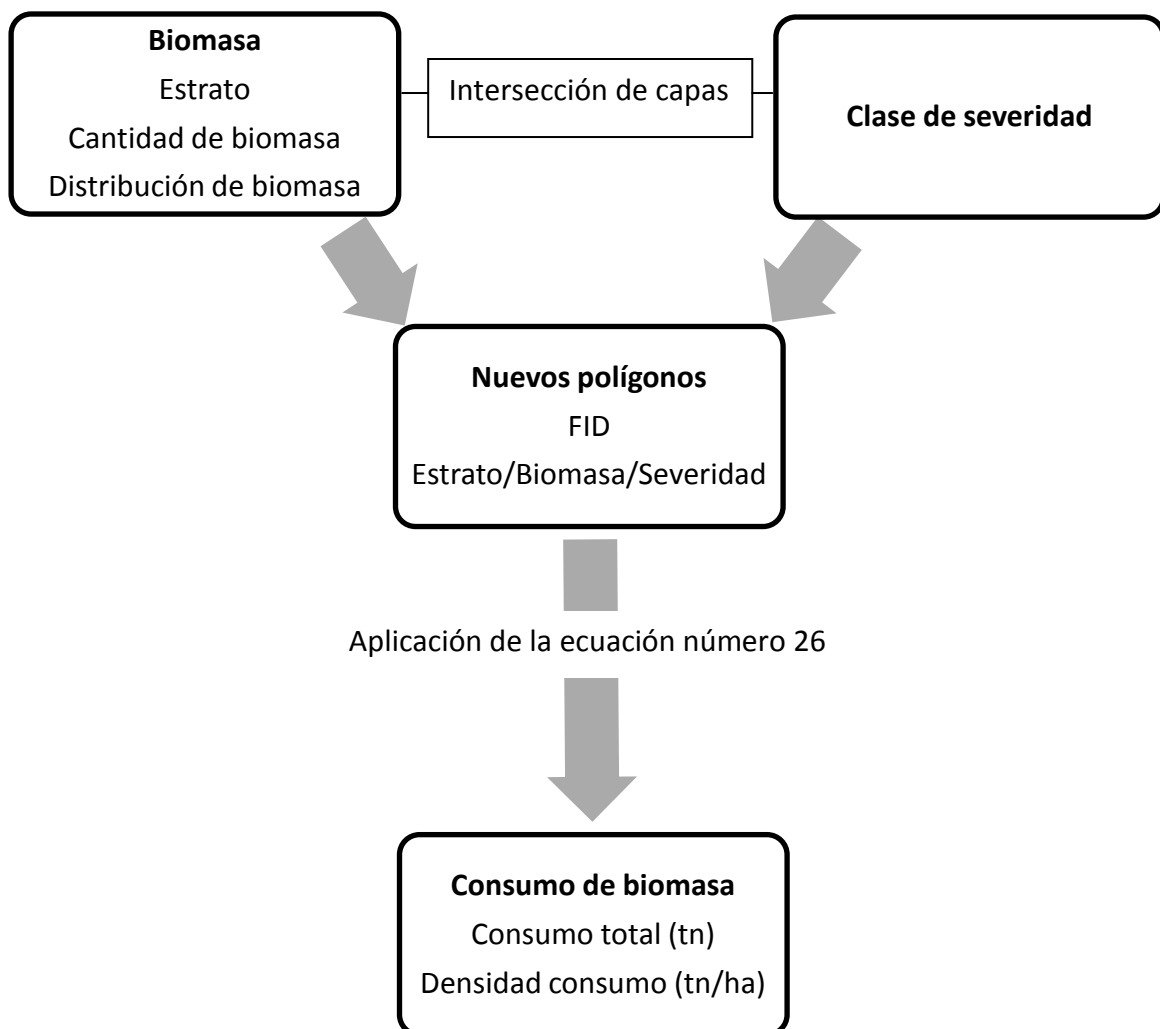


Figura 5. Proceso de cálculo del consumo biomasa en función de la severidad y el tipo de vegetación pre-existente

### Factores de emisión

Los factores de emisión representan la masa liberada de un cierto gas por cada unidad de masa de biomasa seca consumida, estando sujetos, tal y como se expone en la introducción de este trabajo, a una importante falta de datos en el ámbito mediterráneo y a una gran variabilidad de los factores en función de las condiciones particulares del incendio y la vegetación existente.

Los factores elegidos en el presente trabajo fueron calculados en Portugal, asumiendo que pueden existir grandes diferencias respecto a la Comunidad Valenciana, pues se ha intentado elegir aquellos valores que fueron el resultado de medidas en incendios reales, con el objetivo de que el comportamiento del fuego fuese lo más parecido a los que se dieron en Andilla y Cortes de Pallas, y es precisamente allí donde se han realizado este tipo de trabajos.

Concretamente estos trabajos fueron llevados a cabo durante una serie de incendios ocurridos en Portugal en 2009 (Alves et al, 2011), otra serie de incendios en el verano de 2010 (Evyugina et al, 2012), y un experimento llevado a cabo en el Monte Lousa (Alves et al, 2010).

El enfoque de este trabajo se centra especialmente en la relevancia de los principales gases de efecto invernadero, dióxido de carbono, metano y óxido nítrico, pero también se ha considerado algunos otros compuestos cuya importancia está más relacionada con la contaminación atmosférica, tales como partículas finas, otros hidrocarbonados o dióxido de azufre, además del monóxido de carbono que nos da una idea de la eficiencia de combustión y por tanto las condiciones dadas en el incendio.

| Compuesto         | g/kg biomasa seca | tn/tn biomasa seca | Procedencia                                 |
|-------------------|-------------------|--------------------|---|
| CO <sub>2</sub>   | 1377              | 1.377              | Portugal verano 2010 (Evyugina et al, 2012) |
| CO                | 206               | 0.206              | Portugal verano 2010 (Evyugina et al, 2012) |
| THC               | 8.1               | 0.0081             | Portugal verano 2010 (Evyugina et al, 2012) |
| CH <sub>4</sub>   | 1.4               | 0.0014             | Monte Lousa (Alves et al, 2010)             |
| PM <sub>2.5</sub> | 19.3              | 0.0193             | Portugal verano 2009 (Alves et al, 2011)    |
| PM <sub>10</sub>  | 23.16             | 0.02316            | Portugal verano 2009 (Alves et al, 2011)    |
| N <sub>2</sub> O  | 0.12              | 0.00012            | Monte Lousa (Alves et al, 2010)             |
| SO <sub>10</sub>  | 0.15              | 0.00015            | Monte Lousa (Alves et al, 2010)             |

Tabla 14. Factores de emisión utilizados para la estimación de emisiones

### Cálculo de las emisiones liberadas en los incendios

Determinados parcialmente todos los parámetros de la ecuación de base (ecuación 1), se multiplican todos sus términos obteniendo las toneladas por gas considerado. Los valores generados en la hoja de cálculo se introducen en el sistema de información geográfica obteniendo de tal forma la representación espacial de las emisiones por clase de gas

Acorde con el enfoque del trabajo, una vez calculadas las emisiones parciales se hallan las toneladas de dióxido de carbono equivalente (CO<sub>2</sub>eq) según es definido en el informe AR5 del IPCC (IPCC, 2013), a partir de la consideración del potencial de calentamiento global de los gases (GWP) en función de su capacidad de forzamiento radiativo respecto del CO<sub>2</sub>, cuyo GWP será igual a 1. Los otros gases considerados en el estudio son CH<sub>4</sub> con un GWP en un horizonte de 100 años es igual a 34, y N<sub>2</sub>O cuyo GWP a 100 años es igual a 298.

$$27) \text{ CO}_2 \text{ eq} = \sum E_x * \text{GWP}$$

Siendo Ex el valor en toneladas de la emisión por tipo de gas.

## **3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

Los resultados vienen dados para el conjunto de las zonas de estudio y según la vegetación pre-existente en función de las clases de estratos definidas en el IFN3, calculando los valores totales y medios por estrato según la definición de los mismos en cada provincia (*ver tablas 8 y 9*).

En aquellas áreas que comprenden zonas de límite provincial, tales como el incendio de Andilla, la separación de los estratos según la definición para las dos provincias puede llevar a diferencias y heterogeneidades en los resultados que no se corresponden con la realidad, y puesto que en la zona, evidentemente, las masas mantienen su continuidad natural y los estratos mantienen características similares, se ha optado por realizar una reclasificación que agrupa los distintos estratos que mantienen características comunes en ambas provincias. De esta forma se solventa el problema de las distintas definiciones de los estratos en las zonas de límite provincial.

| <b>Tipo</b>                                 | <b>Estratos Valencia</b> | <b>Estratos Castellón</b> |
|---|--------------------------|---------------------------|
| P.halepensis                                | 1,2,3,4                  | 1,2,3,8                   |
| Pinus nigra                                 |                          | 4,5                       |
| Mezcla coníferas                            | 5,6                      | 6,7                       |
| Mezcla coníferas y frondosas                | 7,8                      | 9,14,16                   |
| Quercus ilex                                |                          | 10,11,12                  |
| Mezcla de frondosas y otras frondosas puras | 9                        | 13,15,17                  |
| Matorral con arbolado ralo                  | 11                       | 18                        |

Tabla 15. Reclasificación y agrupamiento de los estratos para las provincias de Valencia y Castellón

Los resultados que se muestran a continuación han sido extraídos de hojas de cálculo que se han generado a tal efecto, en el apartado número 6 correspondiente a los anexos de la tesina se muestran tablas resumidas de los cálculos realizados, aportándose en el CD adjunto al trabajo la totalidad de los mismos bajo el nombre de *Eficiencia\_Combustión\_SINB.xlsx*. La razón por la que no se muestran en el formato impreso la totalidad de los cálculos se justifica por la gran dimensión de estos, los cuales representan 25655 polígonos en el caso de Andilla y 30551 para Cortes de Pallás, y mostrándose para cada uno los siguientes 15 atributos: Identificadores del polígono, *FID (Número asignado a cada polígono)*, *TipEstr (Tipo Estructural)* y *Estrato*; parámetros de biomasa pre-existente , *tn/ha* , *tn*, *%BIO\_May (porcentaje de pies mayores)*, *%BIO\_Men+Mat (porcentaje de matorrales y pies menores)* ; parámetros referentes al consumo de biomasa , *Intensidad*, *Clasificación*, *%Consumo\_Pmy (porcentaje consumido en los pies mayores)*, *%Consumo\_Pme (porcentaje consumido en matorrales y pies menores)*, *ConsumoTot/100 (fracción consumida total)*, *Consumo tn (cantidad consumida total en cada polígono)*, *Den.Cons tn/ha (densidad de consumo en cada polígono)*; y por último la superficie calculada de cada polígono.

### **3.1. Andilla**

#### **3.1.1 Biomasa pre-existente**

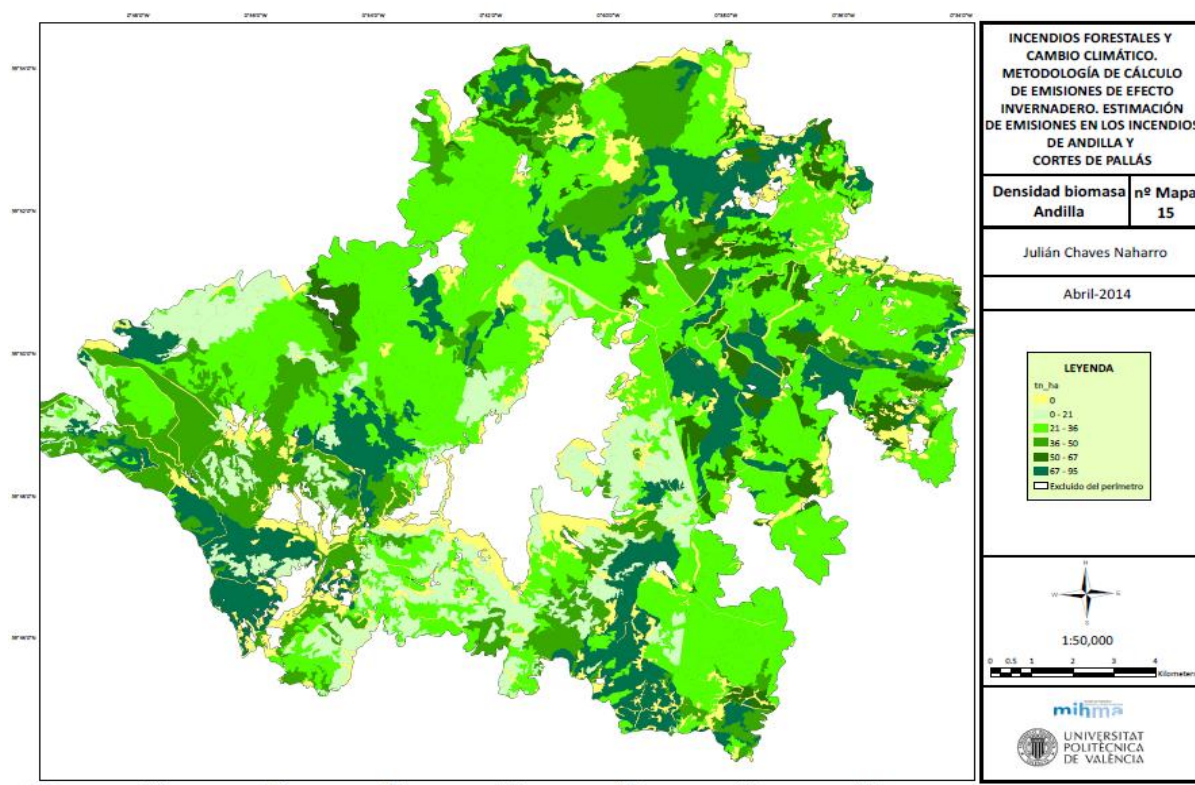
El resumen de la hoja de datos usada para calcular las siguientes tablas de resultados está contenido en el Anexo número 6.3.3, donde se muestran unos cuantos valores extraídos de los 25655 polígonos de los que consta la hoja de cálculo original y que puede ser consultada en el CD adjunto, en el archivo *Eficiencia\_Combustión\_SINB.xlsx*

|                              |           |
|------------------------------|-----------|
| <b>Biomasa total (tn)</b>    | 800205.76 |
| <b>Superficie (ha)</b>       | 20945.00  |
| <b>Biomasa media (tn/ha)</b> | 38.21     |

Tabla 16. Datos generales de biomasa pre-existente en la zona de Andilla

| Tipo  | Biomasa por tipo de vegetación |       | ha      | tn/ha |
|---|--------------------------------|-------|---------|-------|
|   | tn                             | %     |         |       |
| P.halepensis                                | 427150.21                      | 53.38 | 7770.08 | 54.97 |
| Pinus nigra                                 | 577.20                         | 0.07  | 6.44    | 89.68 |
| Mezcla coníferas                            | 4917.98                        | 0.61  | 66.19   | 74.30 |
| Mezcla coníferas y frondosas                | 130507.60                      | 16.31 | 2439.91 | 53.49 |
| Quercus ilex                                | 46715.50                       | 5.84  | 1007.98 | 46.35 |
| Mezcla de frondosas y otras frondosas puras | 49943.81                       | 6.24  | 1737.68 | 28.74 |
| Matorral con arbolado ralo                  | 140406.46                      | 17.55 | 5606.63 | 25.04 |

Tabla 17. Biomasa por tipo de vegetación, porcentaje del total de biomasa que representa, superficie y densidad media de biomasa en la zona de Andilla



Mapa 15. Densidad de biomasa pre-existente en la zona de Andilla

### 3.1.2 Severidad del incendio y fracción consumida

El resumen de la hoja de datos usada para calcular las siguientes tablas de resultados está contenido en el Anexo número 6.3.3, donde se muestran unos cuantos valores extraídos de los 25655 polígonos de los que consta la hoja de cálculo original y que puede ser consultada en el CD adjunto dentro del archivo *Eficiencia\_Combustión\_SINB.xlsx*.

|                               |           |
|-------------------------------|-----------|
| <b>Biomasa consumida (tn)</b> | 546259.17 |
| <b>Consumo medio tn/ha</b>    | 26.08     |
| <b>% de consumo</b>           | 68.26     |

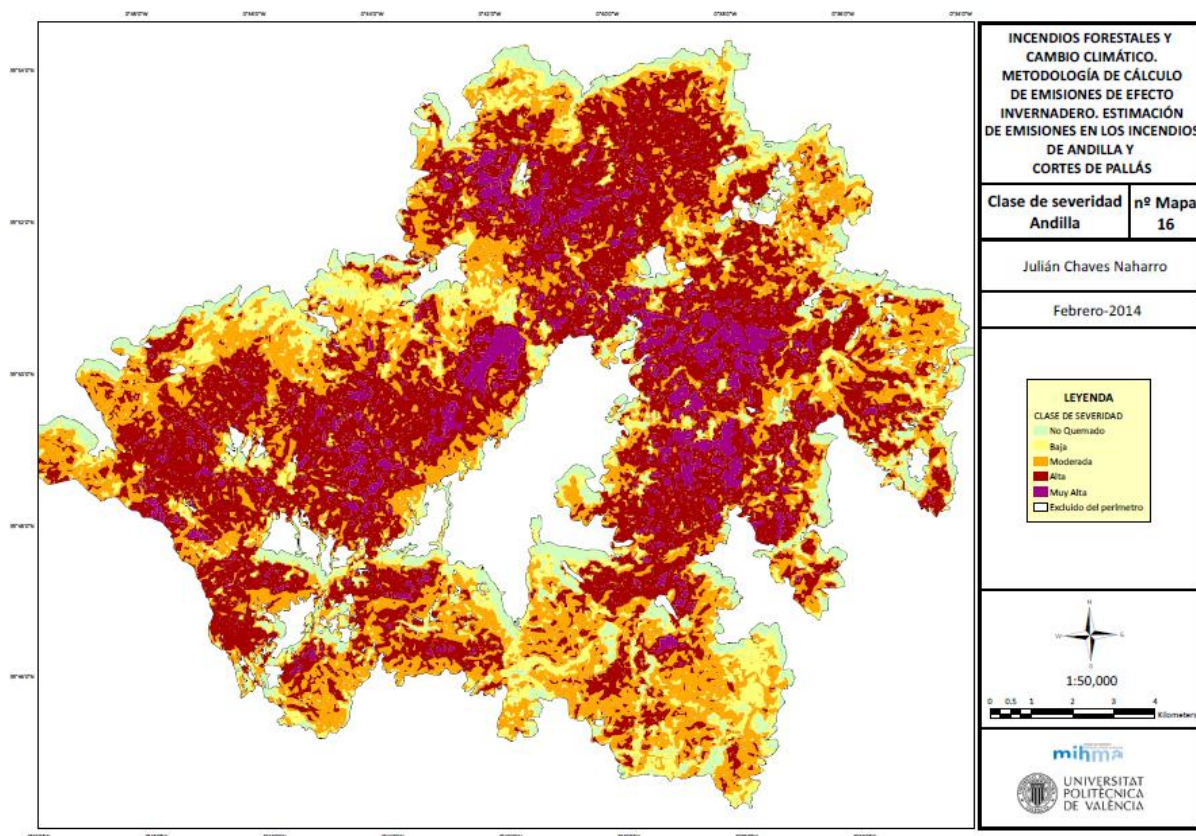
Tabla 18. Datos generales de consumo de biomasa en Andilla

| <b>Consumo por clase de intensidad</b> |           |                 |           |                    |
|--|-----------|-----------------|-----------|--------------------|
| <b>Clase</b>                           | <b>Tn</b> | <b>%Biomasa</b> | <b>Ha</b> | <b>%Superficie</b> |
| No Quemado                             | 0.00      | 0.00            | 1607.14   | 7.67               |
| Baja                                   | 42138.88  | 5.27            | 2739.49   | 13.08              |
| Moderada                               | 155535.96 | 19.44           | 6026.75   | 28.77              |
| Alta                                   | 291844.87 | 36.47           | 8959.00   | 42.77              |
| Muy Alta                               | 56739.46  | 7.09            | 1448.03   | 6.91               |

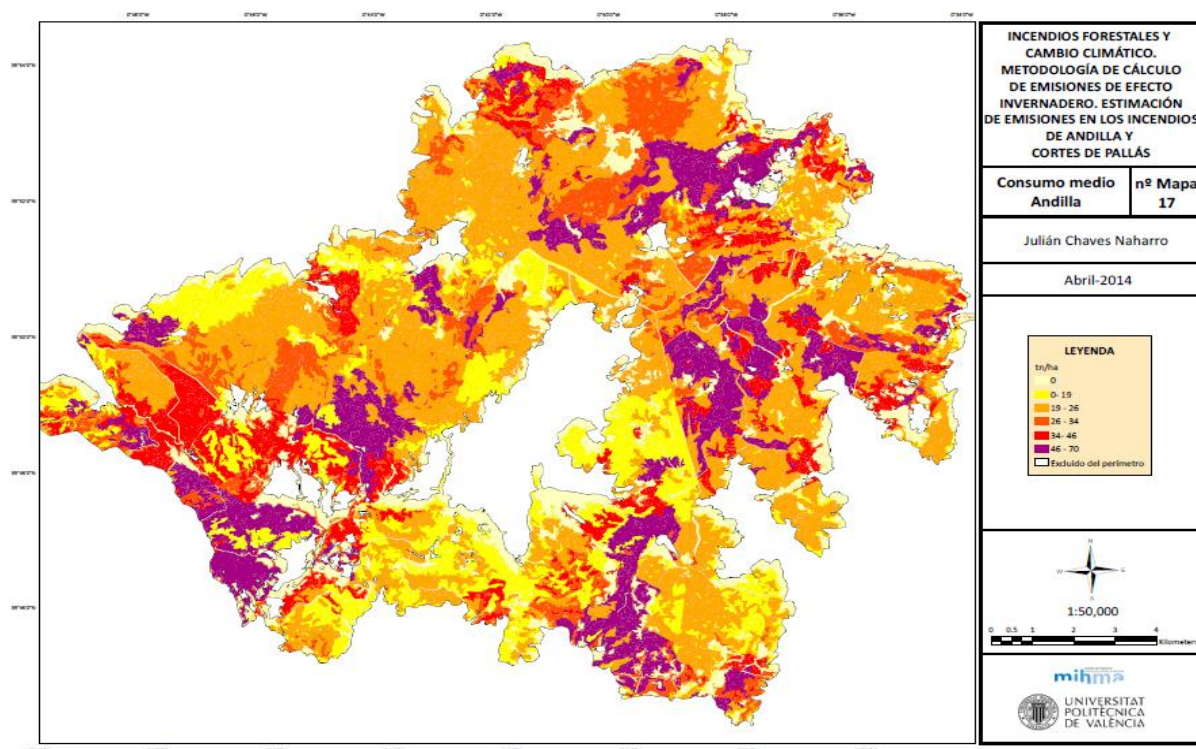
Tabla 19. Biomasa consumida y áreas afectadas según la clase de severidad, y porcentajes sobre el total de biomasa y superficie de toda la zona de estudio de Andilla

| <b>Consumo biomasa por tipo de vegetación</b> |           |                        |           |              |
|---|-----------|------------------------|-----------|--------------|
| <b>Tipo</b>                                   | <b>tn</b> | <b>% tot consumido</b> | <b>ha</b> | <b>tn/ha</b> |
| P.halepensis                                  | 279358.43 | 51.14                  | 7770.08   | 35.95        |
| Pinus nigra                                   | 395.67    | 0.07                   | 6.44      | 61.48        |
| Mezcla de coníferas                           | 3248.84   | 0.59                   | 66.19     | 49.08        |
| Mezcla de coníferas y frondosas               | 91966.10  | 16.84                  | 2439.91   | 37.69        |
| Quercus ilex                                  | 29098.50  | 5.33                   | 1007.98   | 28.87        |
| Mezcla de frondosas y otras frondosas puras   | 38058.97  | 6.97                   | 1737.68   | 21.90        |
| Matorral con arbolado ralo                    | 104132.66 | 19.06                  | 5606.63   | 18.57        |

Tabla 20. Consumo de biomasa por tipo de vegetación, porcentaje del total de consumido que representa, superficie y densidad media de consumo



Mapa 16. Severidad del incendio de Andilla



Mapa 17. Consumo medio de biomasa en el incendio de Andilla



### 3.1.3. Emisiones

El resumen de la hoja de datos usada para calcular las siguientes tablas de resultados está contenido en el Anexo número 6.3.5, donde se muestran unos cuantos valores extraídos de los 25655 polígonos de los que consta la hoja de cálculo original y que puede ser consultada en el CD adjunto dentro del archivo *Eficiencia\_Combustión\_SINB.xlsx*

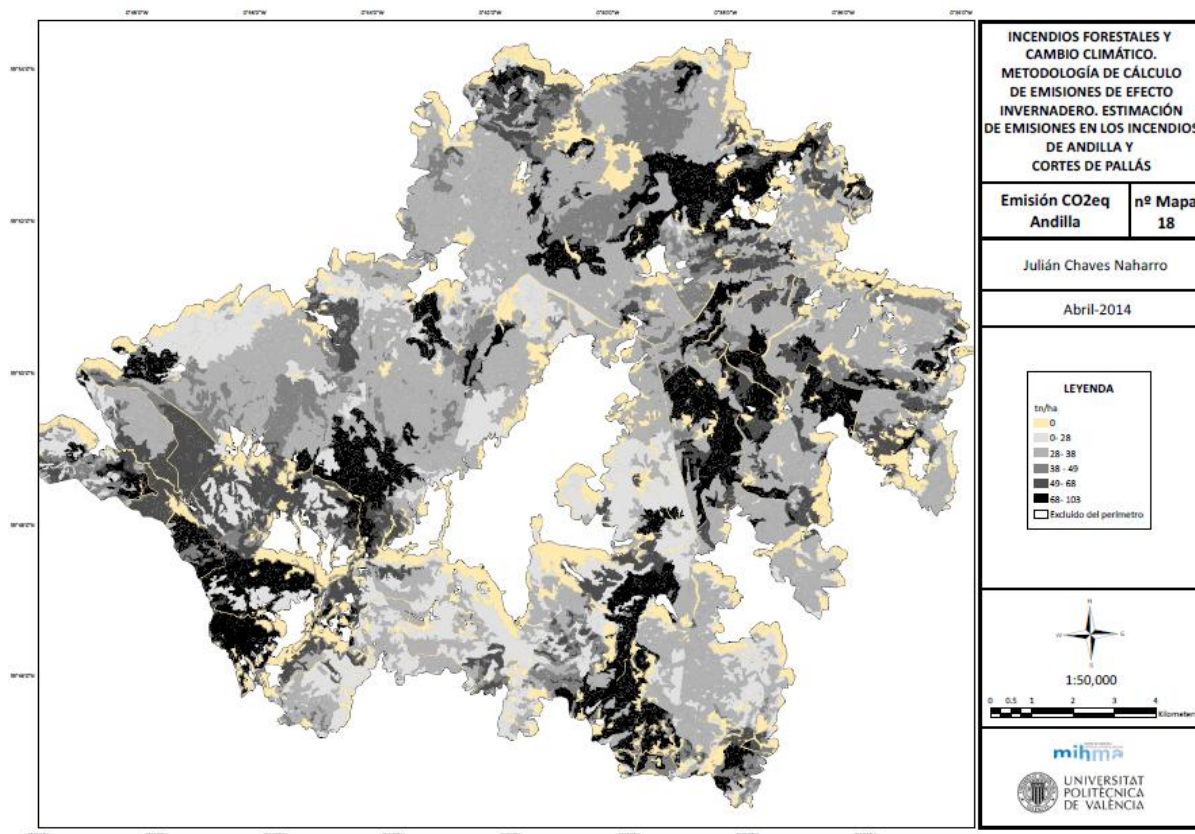
| Compuesto               | tn               | tn/ha        |
|-------------------------|------------------|--------------|
| CO <sub>2</sub>         | 752198.88        | 35.91        |
| CH <sub>4</sub>         | 764.76           | 0.04         |
| N <sub>2</sub> O        | 65.55            | 0.003        |
| <b>CO<sub>2</sub>eq</b> | <b>797735.04</b> | <b>38.09</b> |

Tabla 21. Datos generales de emisiones en el incendio de Andilla. Principales gases de efecto invernadero y su conversión a toneladas de dióxido de carbono equivalente

| Emisiones CO <sub>2</sub> Eq por tipo de vegetación |           |                  |         |       |
|---|-----------|------------------|---------|-------|
| Tipo  | tn        | %total emisiones | ha      | tn/ha |
| P.halepensis  | 407963.88 | 51.14            | 7770.08 | 52.50 |
| Pinus nigra   | 577.82    | 0.07             | 6.44    | 89.78 |
| Mezcla de coníferas                                 | 4744.48   | 0.59             | 66.19   | 71.68 |
| Mezcla de coníferas y frondosas                     | 134303.61 | 16.84            | 2439.91 | 55.04 |
| Quercus ilex  | 42494.29  | 5.33             | 1007.98 | 42.16 |
| Mezcla de frondosas y otras frondosas puras         | 55579.80  | 6.97             | 1737.68 | 31.99 |
| Matorral con arbolado ralo                          | 152071.17 | 19.06            | 5606.63 | 27.12 |

Tabla 22. Emisiones de dióxido de carbono equivalente por tipo de vegetación en el incendio de Andilla





Mapa 18. Emisiones en dióxido de carbono equivalente por hectárea en el incendio de Andilla

## 3.2. Cortes de Pallás

### 3.2.1 Biomasa pre-existente

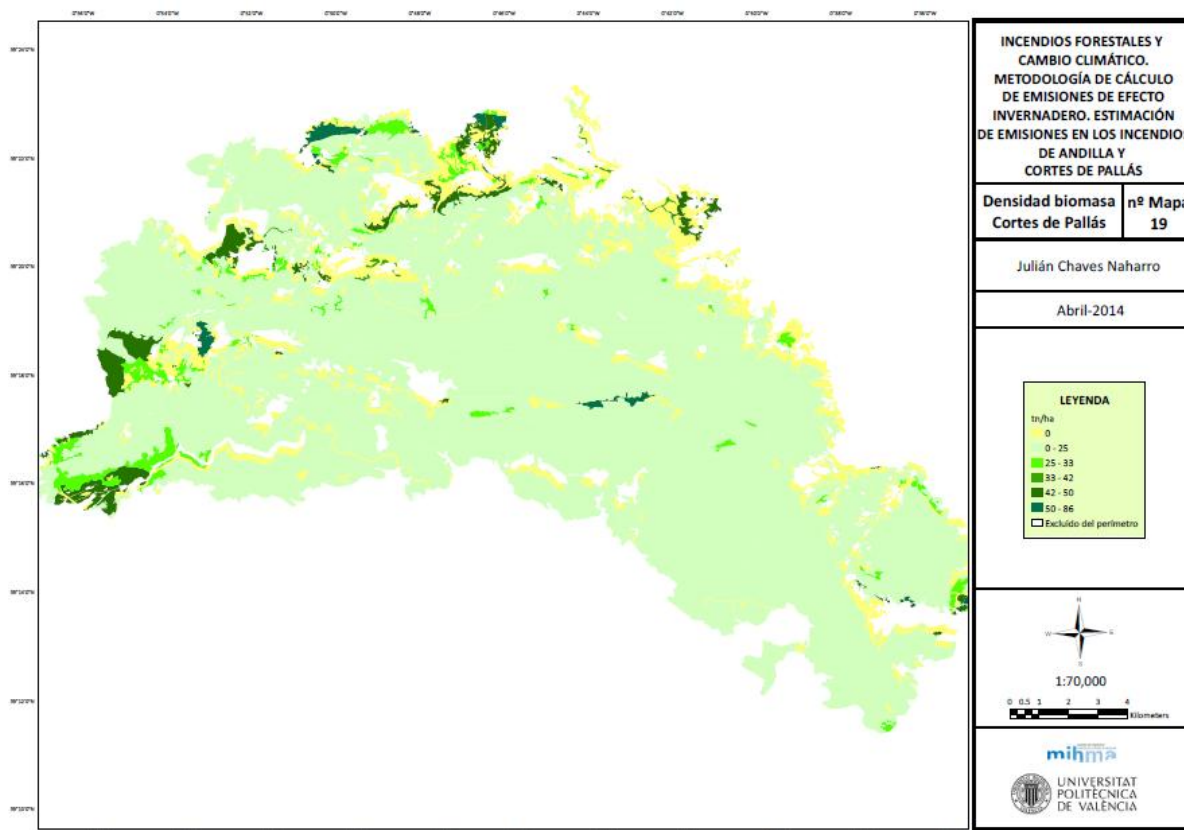
El resumen de la hoja de datos usada para calcular las siguientes tablas de resultados está contenido en el Anexo número 6.3.4, donde se muestran unos cuantos valores extraídos de los 30551 polígonos de los que consta la hoja de cálculo original y que puede ser consultada en el CD adjunto dentro del archivo *Eficiencia\_Combustión\_SINB.xlsx*.

|                              |           |
|------------------------------|-----------|
| <b>Biomasa total (tn)</b>    | 589594.64 |
| <b>Superficie (ha)</b>       | 29752.00  |
| <b>Biomasa media (tn/ha)</b> | 19.82     |

Tabla 23. Datos generales de biomasa pre-existente en la zona de Cortes de Pallás

| Biomasa por tipo de vegetación              |           |       |          |       |
|---|-----------|-------|----------|-------|
| Tipo  | tn        | %     | ha       | tn/ha |
| P.halepensis                                | 101335.73 | 17.19 | 2765.56  | 36.64 |
| Mezcla de coníferas                         | 7664.01   | 1.30  | 93.02    | 82.39 |
| Mezcla de coníferas y frondosas             | 2306.70   | 0.39  | 70.25    | 32.84 |
| Mezcla de frondosas y otras frondosas puras | 17532.88  | 2.97  | 823.51   | 21.29 |
| Matorral y arbolado ralo                    | 459750.72 | 77.98 | 22259.27 | 20.65 |
| Árboles de ribera                           | 1004.60   | 0.17  | 23.56    | 42.63 |

Tabla 24. Biomasa por tipo de vegetación, porcentaje del total de biomasa que representa, superficie y densidad media de biomasa en la zona de Cortes de Pallás



Mapa 19. Densidad de biomasa pre-existente en la zona de Cortes de Pallás

### 3.2.2. Severidad y consumo de biomasa

El resumen de la hoja de datos usada para calcular las siguientes tablas de resultados está contenido en el Anexo número 6.3.4, donde se muestran unos cuantos valores extraídos de los 30551 polígonos de los que consta la hoja de cálculo original y que puede ser consultada en el CD adjunto dentro del archivo *Eficiencia\_Combustión\_SINB.xlsx*.

|                               |           |
|-------------------------------|-----------|
| <b>Biomasa consumida (tn)</b> | 462734.90 |
| <b>Consumo medio (tn/ha)</b>  | 15.55     |
| <b>% de consumo</b>           | 78.48     |

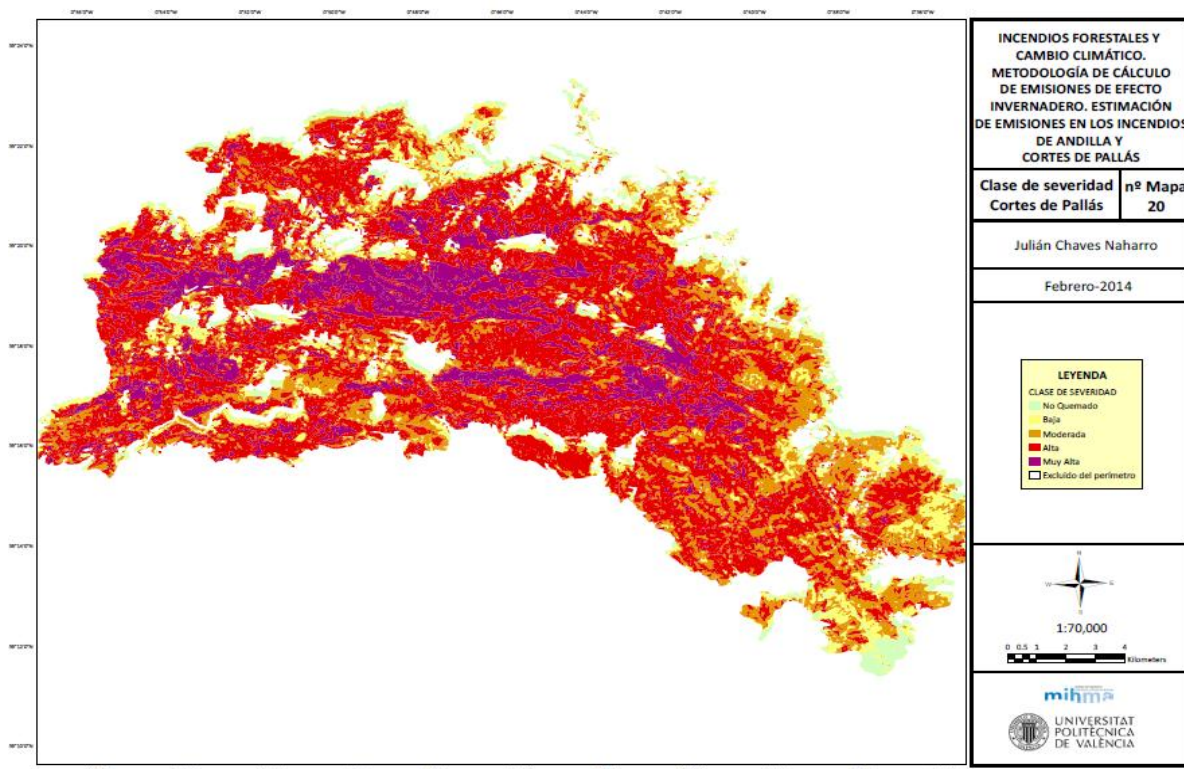
Tabla 25. Datos generales de consumo de biomasa en Cortes de Pallás

| Clase de severidad |           |          |          |             |
|--------------------|-----------|----------|----------|-------------|
| Clase              | Tn        | %Biomasa | Ha       | %Superficie |
| No Quemado         | 0.00      | 0.00     | 1517.69  | 5.10        |
| Baja               | 23536.18  | 3.99     | 2957.63  | 9.94        |
| Moderada           | 93198.86  | 15.81    | 6217.60  | 20.90       |
| Alta               | 253235.51 | 42.95    | 14093.21 | 47.37       |
| Muy Alta           | 92764.36  | 15.73    | 4745.35  | 15.95       |

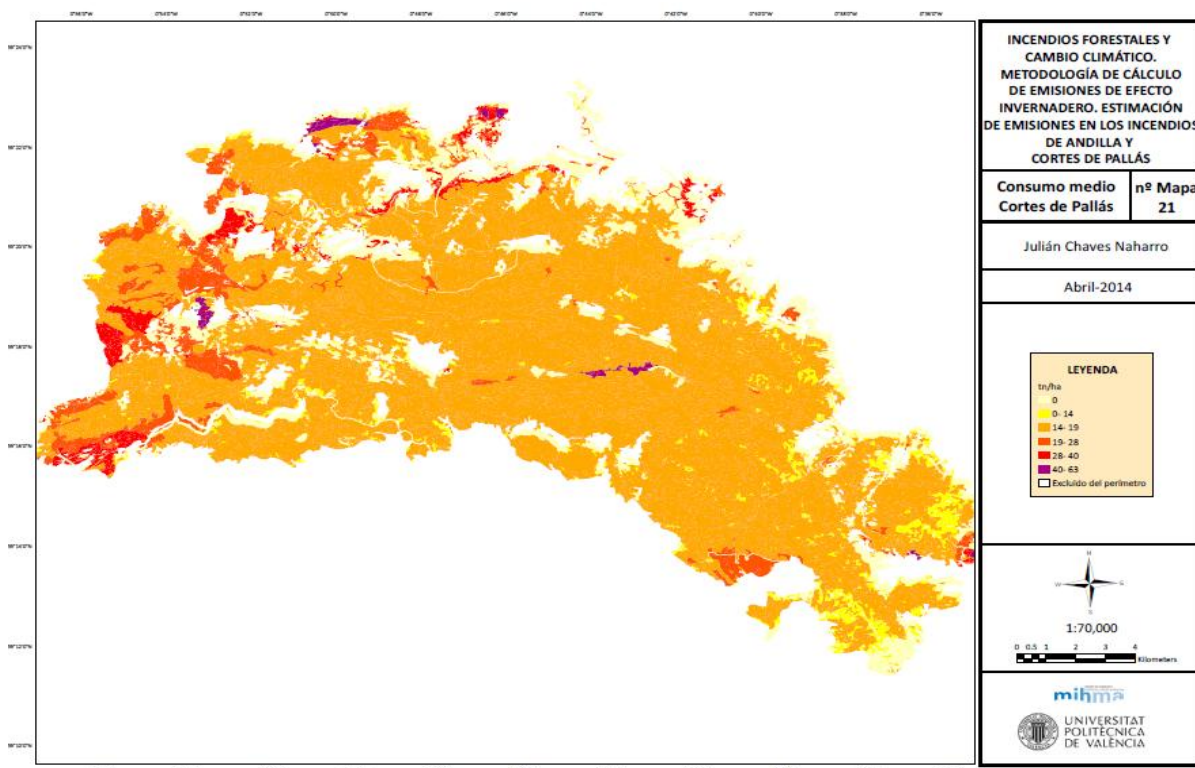
Tabla 26. Biomasa consumida y áreas afectadas según la clase de severidad, y porcentajes sobre el total de biomasa y superficie de toda la zona de estudio de Cortes de Pallás

| Consumo por tipo de vegetación              |           |                       |          |       |
|---|-----------|-----------------------|----------|-------|
| Tipo  | tn        | % del total consumido | ha       | tn/ha |
| P.halepensis                                | 72509.34  | 15.67                 | 2765.56  | 26.22 |
| Mezcla de coníferas                         | 4852.92   | 1.05                  | 93.02    | 52.17 |
| Mezcla de coníferas y frondosas             | 1962.93   | 0.42                  | 70.25    | 27.94 |
| Mezcla de frondosas y otras frondosas puras | 14573.89  | 3.15                  | 823.51   | 17.70 |
| Matorral y arbolado ralo                    | 368272.23 | 79.59                 | 22259.27 | 16.54 |
| Árboles de ribera                           | 563.58    | 0.12                  | 23.56    | 23.92 |

Tabla 27. Biomasa consumida y áreas afectadas según la clase de severidad, y porcentajes sobre el total de biomasa y superficie de toda la zona de estudio de Cortes de Pallás



Mapa 20. Severidad del incendio de Cortes de Pallás



Mapa 21. Consumo medio de biomasa en el incendio de Cortes de Pallás

### 3.2.3. Emisiones

El resumen de la hoja de datos usada para calcular las siguientes tablas de resultados está contenido en el Anexo número 6.3.6, donde se muestran unos cuantos valores extraídos de los 30551 polígonos de los que consta la hoja de cálculo original y que puede ser consultada en el CD adjunto dentro del archivo *Eficiencia\_Combustión\_SINB.xlsx*.

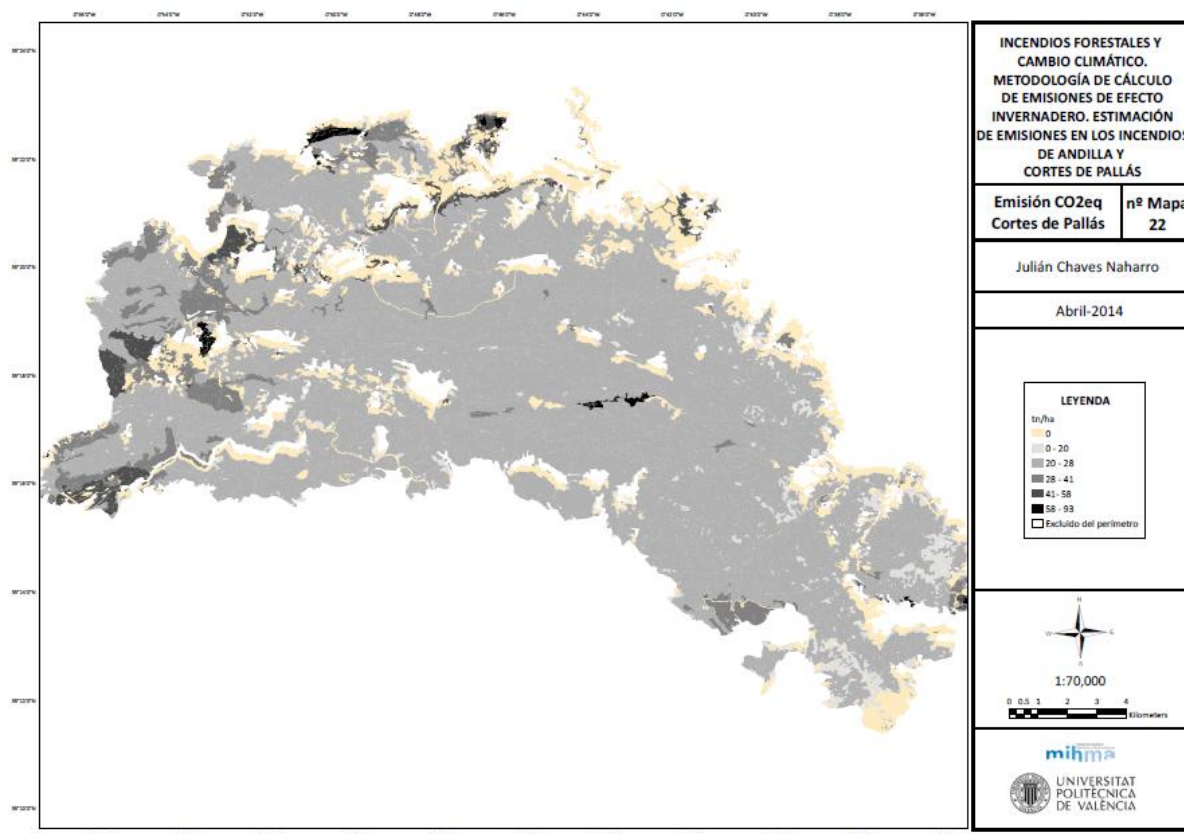
| <b>Compuesto</b>        | <b>tn</b>        | <b>tn/ha</b> |
|-------------------------|------------------|--------------|
| CO <sub>2</sub>         | 637185.96        | 21.42        |
| CH <sub>4</sub>         | 647.83           | 0.022        |
| N <sub>2</sub> O        | 55.53            | 0.002        |
| <b>CO<sub>2eq</sub></b> | <b>675759.54</b> | <b>22.71</b> |

Tabla 28. Datos generales de emisiones en el incendio de Cortes de Pallás. Principales gases de efecto invernadero y su conversión a toneladas de dióxido de carbono equivalente

| <b>Emisiones CO<sub>2</sub>Eq por tipo de vegetación</b> |           |                         |           |              |
|--|-----------|-------------------------|-----------|--------------|
| <b>Tipo</b>  | <b>tn</b> | <b>%total emisiones</b> | <b>ha</b> | <b>tn/ha</b> |
| P.halepensis   | 105889.74 | 15.67                   | 2765.56   | 38.29        |
| Mezcla de coníferas                                      | 7087.01   | 1.05                    | 93.02     | 76.19        |
| Mezcla de coníferas y frondosas                          | 2866.59   | 0.42                    | 70.25     | 40.81        |
| Mezcla de frondosas y otras frondosas puras              | 21283.12  | 3.15                    | 823.51    | 25.84        |
| Matorral y arbolado ralo                                 | 537810.04 | 79.59                   | 22259.27  | 24.16        |
| Árboles de ribera  | 823.03    | 0.12                    | 23.56     | 34.93        |

Tabla 29. Emisiones de dióxido de carbono equivalente por tipo de vegetación en el incendio de Cortes de Pallás





Mapa 22. Emisiones en dióxido de carbono equivalente por hectárea en el incendio de Cortes de Pallás

### 3.3. Comparación entre ambas zonas e incidencia conjunta

Estos incendios constituyeron los dos mayores incendios ocurridos en el año 2012 en España, ocurriendo durante las mismas fechas y en zonas relativamente cercanas, por lo que resulta significativo el análisis de la contribución conjunta de emisiones de efecto invernadero. A su vez se hace necesaria una comparación entre ambos, ya que muestran diferencias significativas en su comportamiento y en las características tanto de la biomasa pre-existente como en las emisiones generadas en cada uno de ellos.

|  | Valores conjuntos | Andilla (%)  | Cortes de Pallás (%) |
|--|-------------------|--------------|----------------------|
| <b>Biomasa pre-existente (tn)</b>      | 1389800.40        | 57.58        | 42.42                |
| <b>Biomasa consumida (tn)</b>          | 1008994.07        | 54.14        | 45.86                |
| <b>% de consumo</b>                    | 72.60             | -            | -                    |
| <b>Superficie (ha)</b>                 | 50697.00          | 41.31        | 58.69                |
| <b>Emisiones CO<sub>2</sub>eq (tn)</b> | <b>1473494.58</b> | <b>54.14</b> | <b>45.86</b>         |

Tabla 30. Valores conjuntos de biomasa pre-existente, biomasa consumida, superficie y emisiones de dióxido de carbono equivalente, y la contribución relativa de cada uno de los incendios sobre el total.

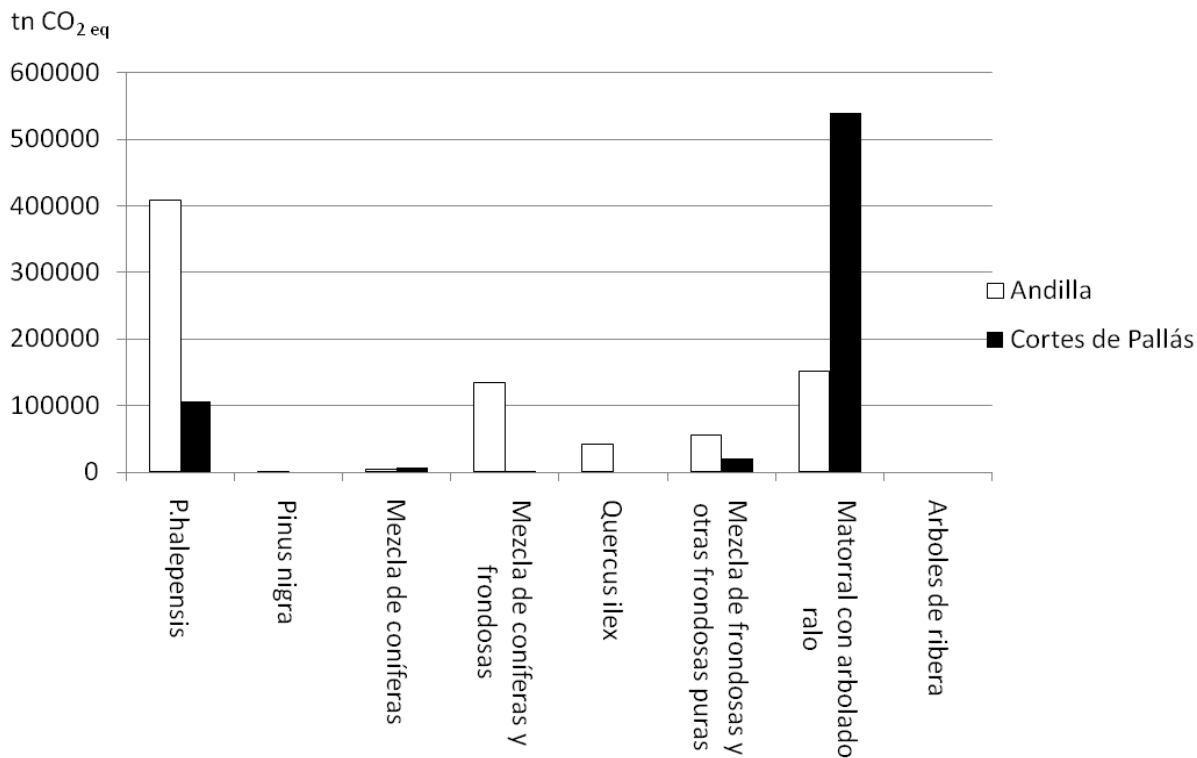


Figura 6. Comparación del origen de las emisiones en toneladas dióxido de carbono equivalente para ambos incendios

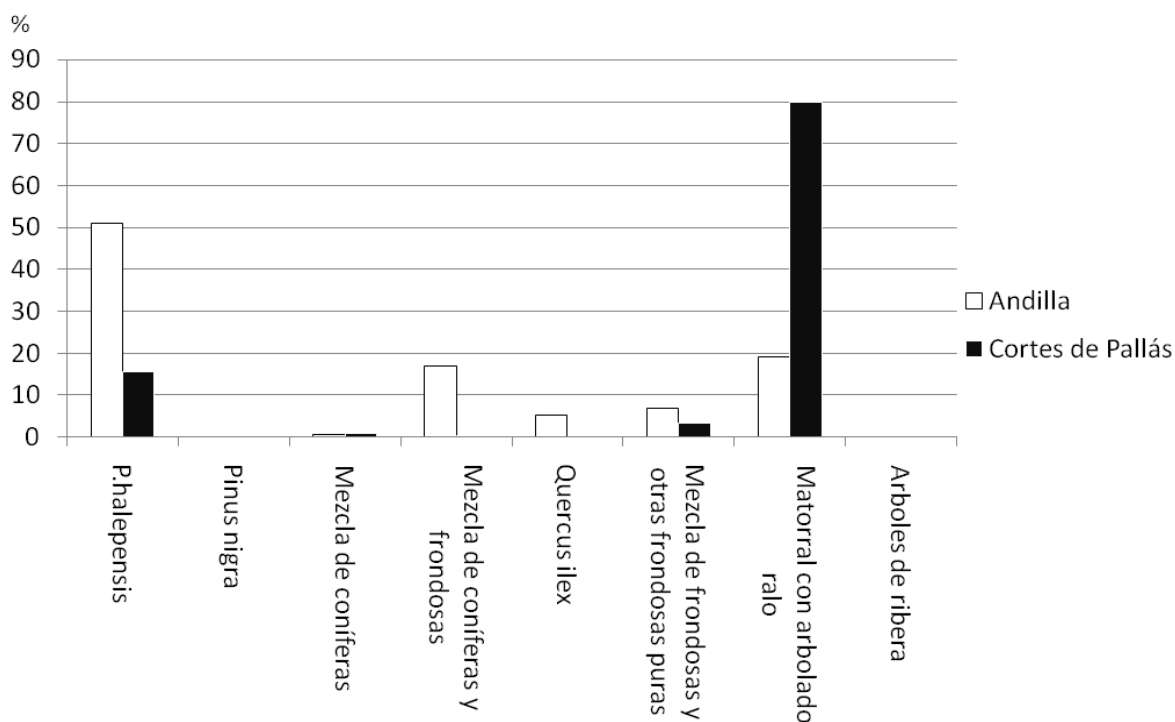


Figura 7. Comparación del origen de las emisiones en porcentaje del total de dióxido de carbono equivalente emitido en cada incendio

### **3.4. Comparación con otras fuentes de emisión**

Las emisiones generadas por los incendios forestales no son contabilizadas en el inventario nacional de emisiones de efecto invernadero, en el cual solo se tienen en cuenta distintos sectores productivos. Sin embargo, suponen una importante fuente de emisiones en el conjunto nacional y su contribución anual eleva el actual grado de incumplimiento del Protocolo de Kioto, el cual establece que España podría emitir anualmente un +15% de toneladas de dióxido de carbono equivalente respecto del año base, suponiendo un total de 333238950 tn CO<sub>2</sub> eq / año . Por lo tanto es necesaria su comparación con otras fuentes de emisión, y los posibles costos que esto puede tener para el estado ante la necesidad de comprar derechos de emisión si sobrepasa los límites establecidos.

Los datos sobre las emisiones emitidas en otras fuentes han sido obtenidos del Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero de España, para el periodo 1990-2011 (MAGRAMA, Enero 2013), el avance de emisiones para 2012 (MAGRAMA, Abril 2013), y el Registro Estatal de Fuentes Emisiones y Fuentes Contaminantes (PRTR, <http://www.prtr-es.es/>)



|   | CO2equ (tn)      | Emisión relativa incendios (%) |
|---|------------------|--------------------------------|
| Andilla   | 797735           | -                              |
| Cortes  | 675760           | -                              |
| <b>Total incendios</b>                              | <b>1473495</b>   | -                              |
| <b>Total España 2011</b>                            | <b>350483690</b> | <b>0.42</b>                    |
| <b>Procesado de energía</b>                         | <b>271727180</b> | <b>0.54</b>                    |
| Industrias del sector energético                    | 86526040         | 1.70                           |
| Industrias manufactureras y de construcción         | 58676620         | 2.51                           |
| Industrias del hierro y acero                       | 6411000          | 22.98                          |
| Industria metalúrgica no férrea                     | 3017000          | 48.84                          |
| Transporte por carretera                            | 79754000         | 1.85                           |
| Combustión en sectores comercial e institucional    | 8242000          | 17.88                          |
| Combustión en el sector residencial                 | 16563000         | 8.90                           |
| Otrs sectores                                       | 35386220         | 4.16                           |
| Refino de petróleo (Combustión+em.fugitivas)        | 14605000         | 10.09                          |
| <b>Procesos industriales</b>                        | <b>26127680</b>  | <b>5.64</b>                    |
| Productos minerales                                 | 12999450         | 11.34                          |
| Industria química                                   | 1066830          | 138.12                         |
| Cemento (descarbonatación+combustión)               | 15537000         | 9.48                           |
| Total Producción metalúrgica                        | 3136670          | 46.98                          |
| Producción de hierro y acero                        | 1553000          | 94.88                          |
| Refrigeración e instalaciones de aire acondicionado | 5830000          | 25.27                          |
| Producción de halocarburos y SF6                    | 396920           | 371.23                         |
| Consumo de halocarburos y SF6                       | 8527810          | 17.28                          |
| <b>Agricultura</b>                                  | <b>37279060</b>  | <b>3.95</b>                    |
| Fermentación entérica                               | 10515400         | 14.01                          |
| Suelos agrícolas                                    | 17728000         | 8.31                           |
| Gestión estiércol                                   | 8265410          | 17.83                          |
| <b>Tratamiento y eliminación de residuos</b>        | <b>13900660</b>  | <b>10.60</b>                   |
| Depósito en vertederos                              | 11899750         | 12.38                          |
| Tratamiento de aguas residuales                     | 1957480          | 75.28                          |
| Incineración de residuos                            | 11630            | 12669.77                       |
| <b>Total C.valenciana 2011</b>                      | <b>27474000</b>  | <b>5.36</b>                    |

Tabla 31. Comparación de las emisiones de los incendios con otras fuentes de emisión en el año 2011. Fuente: Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero (1990-2011)

|                                   | CO2equ (tn)    | Emisión relativa incendios (%) |
|-----------------------------------|----------------|--------------------------------|
| Andilla                           | 797735         | -                              |
| Cortes                            | 675760         | -                              |
| <b>Total incendios</b>            | <b>1473495</b> | -                              |
| <b>Sector industrial C.V 2012</b> | <b>3313227</b> | <b>44.47</b>                   |
| Instalaciones de combustión       | 2845200        | 51.79                          |
| Industrias minerales              | 102325         | 1440.01                        |
| Industria química                 | 162586         | 906.29                         |
| Gestión de residuos               | 193086         | 763.13                         |
| Ganadería y acuicultura intensiva | 9962           | 14791.15                       |

Tabla 32. Comparación de las emisiones de los incendios con las emisiones del sector industrial en la Comunidad Valenciana en el año 2012. Fuente: Registro Estatal de Emisiones y Fuentes Contaminantes. Los datos obtenidos sobre CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O se han multiplicado por los valores estándar del IPCC para su conversión a toneladas de dióxido de carbono equivalente.

El límite de emisión asignado para España son 333.328.000 tn CO<sub>2</sub> eq/año, y puesto que esa cifra se supera, el Estado tendría la obligación de comprar derechos de emisión por cada tonelada más que se emita. En el caso de que las emisiones causadas por incendios forestales se contabilizaran en el inventario nacional de gases de efecto invernadero, y teniendo en cuenta que el mercado de derechos de emisión marca para el último año unos precios por toneladas entre los 4 y 6 €/ tn (<http://www.sendeco2.com/>), el coste total de compensación de estas emisiones podría situarse entre 5.893.978 € y 8.840.967 € .

### **3.5 Discusión de los resultados**

La zona incluida dentro del perímetro del incendio de Andilla contaba con un total de 800205,76 tn de biomasa, lo que supone una densidad media de 38,21 tn/ha. Esta biomasa estaba compuesta fundamentalmente por monte arbolado de Pinus halepensis en los diferentes tipos de estrato contemplados, constituyendo el 53 % del total de la biomasa, pudiéndose encontrar zonas de bosques maduros de estas formaciones con fracciones de cabida cubierta mayores al 70 % (estrato 1). También tenían una representación significativa en cuanto al origen de la biomasa, las asociaciones de coníferas y frondosas, con un 16 %, una cifra similar a la constituida por matorrales y arbolado ralo que contaba con un 17 %, si bien su extensión superaba en unas 3000 ha a las anteriores.

En el perímetro de Cortes de Pallás se estima una cantidad total de biomasa que alcanza las 589594 tn, una cifra sensiblemente inferior a la de Andilla a pesar de contar con casi 10000 ha más. Esta circunstancia se debe a que dicha biomasa estaba formada en un 77,98 % por matorral y arbolado ralo, bastante degradado como resultado de los sucesivos incendios que han afectado a la zona anteriormente. Tan solo encontramos formaciones más maduras y con mayor densidad de biomasa hacia el extremo oeste, donde se concentran la mayor parte de las 2765 ha de P.halepensis y que constituyen el 17,55 % de la biomasa total en la zona.

La distribución de la biomasa presenta cierta homogeneidad en ambas zonas, predominando en Andilla amplias zonas con densidad de biomasa entre 21 y 34 tn/ha, y localizándose la mayor proporción de densidades mayores a 50 tn/ha hacia el sur y suroeste, y hacia el norte y noreste. En el caso de Cortes de Pallás la homogeneidad espacial es

todavía mayor, por la gran extensión de terreno que suponen las formaciones de matorral y que solo desaparece en el extremo oeste, ocupándose la mayor parte de la superficie por densidades inferiores a 25 tn/ha.

Para Andilla la intensidad del incendio fue alta en el 36% del territorio, siendo la clase predominante, seguida de la clase moderada que afectó al 19% de la superficie. Como resultado, se consumieron un total de 546259 tn, con una densidad media de consumo de 26,08 tn/ha, lo que significa que se eliminó el 68% de la biomasa preexistente. En el caso de Cortes de Pallás, la severidad del incendio y el porcentaje de biomasa consumida fueron mayores, con un 42 % perteneciente a clase alta, un 15% para la clase muy alta y un total de 78% de biomasa consumida, aunque por otro lado la biomasa total consumida fue menor que en el otro incendio, al igual que la densidad de consumo, siendo de 462734 tn y 15,55 tn/ha respectivamente.

En cuanto a la distribución vegetal del consumo vemos como en las composiciones más maduras y que más biomasa se presenta, el porcentaje de biomasa es mayor que la fracción que representan en cuanto a materia consumida. De esta manera, observamos para Andilla como las formaciones de *P. halepensis* constituyen un 51% de la biomasa consumida, descendiendo dos puntos, las mezclas de coníferas y frondosas se mantienen en 16%, y se observa un pequeño descenso en formaciones más residuales en la zona como *Q.ilex* puro y mezclas de coníferas. A su vez tenemos que la diferencia entre la densidad de biomasa y la densidad de consumo es muy superior en aquellas formaciones con mayor biomasa inicial y mayor estado de madurez. Por ejemplo, en formaciones de *P.nigra*, tenemos que su densidad de biomasa es de 89,68 tn/ha, y su densidad de consumo baja hasta 61,48 tn/ha. Por el contrario las formaciones de matorral y arbolado ralo se consumen en mayor proporción, y su contribución relativa a la biomasa consumida aumenta con respecto a la que aportaban como biomasa preexistente, aumentando en el caso de Andilla hasta el 19%, un 2% más. La misma circunstancia ocurre en Cortes de Pallás, donde el porcentaje de biomasa consumida en *P.halepensis* desciende hasta 15,55 %, mientras que para matorrales su representatividad asciende a 79,59 %.

Las emisiones están linealmente relacionadas con la cantidad de biomasa consumida, y por lo tanto encontraremos las mayores concentraciones de emisiones en aquellas zonas donde la densidad de biomasa consumida haya sido mayor, es decir en las zonas más maduras y

con donde se encontraban las mayores densidades de biomasa. Por ello en la zona de Andilla se ha estimado una emisión total de 797735 tn CO<sub>2eq</sub> (38,1 tn/ha) , cifra muy superior a los 589594 tn CO<sub>2eq</sub> (22,7 tn/ha) estimadas para Cortes de Pallás a pesar de contar esta última con una mayor superficie, la cual representa el 58% de la superficie quemada en el conjunto de los dos incendios, mientras que sus emisiones representan el 45,86% del conjunto, frente al 54,14 % que aporta el incendio de Andilla con un 42 % de la superficie total.

Poniendo en conjunto ambos incendios obtenemos que la emisión total fue de 1473495 tn CO<sub>2eq</sub>, lo que comparado con otras fuentes de emisión convierte a los incendios forestales en uno de los principales focos emisores de gases de efecto invernadero, de magnitud similar a diversos tipos de industrias y otros sectores que si son contabilizados en los inventarios de GEI, tal y como se detalla en las tablas 31 y 32.

Comparando las emisiones de estos dos incendios con otras fuentes de emisión de GEI para toda España en 2011, pondremos como ejemplos representativos la emisión a la atmósfera del equivalente al 126% de lo que emitió toda la industria química, o el 94 % de lo emitido en los procesos requeridos para la producción de hierro y acero, el 22,98 % de todo el conjunto de la industria del hierro y acero, o el 10% de lo emitido en el refino de petróleo. A escala regional, supuso el equivalente al 5,36 % de lo emitido en toda la Comunidad Valenciana en 2011, y el 44,47 % de todas las emisiones de gases de efecto invernadero de la industria valenciana para el año 2012. Así mismo, supusieron cantidades CO<sub>2eq</sub> muchas veces superior a la industria mineral, la industria química, la gestión de residuos o la agricultura y acuicultura de la Comunidad Valenciana.

## **4. CONCLUSIONES**

### **4.1. Ideas principales**

Los resultados expuestos en este trabajo ponen de manifiesto la relevancia de los incendios forestales como fuente de emisión de gases de efecto invernadero, y una posible incidencia de los mismos en la dinámica del clima comparable a la que pueden tener otras fuentes de emisión que han sido tradicionalmente consideradas en los inventarios nacionales de GEI y sobre las que se centran los acuerdos firmados en el Protocolo de Kioto para la reducción de emisiones procedentes de la actividad humana. Si bien es cierto que los incendios forestales son fenómenos naturales, propios y necesarios en ecosistemas como el mediterráneo, la recurrencia, intensidad y extensión que estos han tenido en la cuenca mediterránea en las últimas décadas es debida a la acción humana, bien directamente por intencionalidad o ignición accidental, o bien indirecta por el abandono de las zonas rurales y la mala o insuficiente gestión de los espacios forestales.

Por lo tanto podemos considerar las zonas forestales como importantes focos potenciales de emisiones de GEI, en primer lugar por la emisión directa en la combustión, y en segundo lugar por la pérdida de la capacidad de fijación de CO<sub>2</sub> hasta que el ecosistema recupera su estado inicial, lo cual puede retrasarse si existe una elevada recurrencia en los incendios. Las emisiones serán tanto mayores cuanto mayor sea la cantidad de biomasa pre-existente para una intensidad de incendio dada, circunstancia que pone de manifiesto la necesidad de proteger y gestionar adecuadamente las zonas más evolucionadas y maduras, con el objetivo de que los incendios forestales no afecten a estas zonas con una recurrencia, intensidad y magnitud mayor a la que se produciría en régimen natural. Por otra parte, surge la necesidad de recuperar las zonas más degradadas, donde a su vez se presentan las formaciones vegetales más inflamables. Estas zonas en ambientes mediterráneos suelen aparecer cuando se ha dado una alta recurrencia de incendios, y si bien es cierto que las emisiones derivadas en un evento son menores que para un bosque maduro, es presumible que en algún momento anterior a los repetidos incendios esa zona presentaba un bosque evolucionado, por lo que la acumulación de emisiones por combustión en un determinado lapso de tiempo podría ser de gran magnitud. Además habría que tener en cuenta la cantidad de carbono no

fijado por la no existencia del bosque maduro y el proceso degradativo que impide su regeneración natural.

La conclusión final que se extrae es que este conjunto de consideraciones sobre los incendios forestales deberían tenerse en cuenta como elemento de decisión a la hora de gestionar, ordenar y restaurar cuencas hidrográficas, de la misma forma en la que deberían incluirse en las políticas y acciones relacionadas con la reducción de emisiones de efecto invernadero y cambio climático.

## **4.2. Incertidumbres**

Para facilitar la comprensión y análisis de los resultados y el funcionamiento de la metodología en sí misma, se hace necesario señalar las principales incertidumbres que se presentan, y que deberán ser acotadas en estudios posteriores mediante trabajos más intensivos y elaborados.

En primer lugar debemos tener en cuenta las incertidumbres propias del uso de métodos estadísticos, tales como el IFN3, que además presenta un enfoque claramente focalizado al conteo de los recursos madereros, lo que implica que se hayan tenido que realizar diversas simplificaciones en cuanto a los pies menores y la vegetación de matorral. Así mismo también tenemos que tener en cuenta las incertidumbres propias de la escasa evolución de esta área del conocimiento y el enfoque práctico, rápido y económico que se le ha dado a la metodología, por lo que habrá que contar con el posible error de las ecuaciones alométricas, especialmente las usadas para las formaciones de matorral, las cuales fueron construidas en zonas de Andalucía, y podrían diferir en cierto grado con lo que encontraríamos en los montes valencianos.

También podremos encontrar una cierta incertidumbre en la relación entre intensidad y porcentaje consumido, calibrado para California, así como en los factores de emisión de gases los cuales fueron determinados en Portugal. En ambos casos se hace necesaria la realización de estudios locales que reflejen mejor la realidad estudiada.

En segundo lugar se presentan las incertidumbres derivadas de la profundidad y extensión de este trabajo, el cual en el marco de un trabajo de fin de máster no puede abordar otro tipo de cuestiones que se plantean, de esta manera tendremos que tener en cuenta al analizar los resultados que solo se ha tenido en cuenta la biomasa aérea, sin considerar las

posibles emisiones debidas a la combustión de la biomasa radicular y el carbono contenido en los suelos, cuestiones ambas que podrían aumentar todavía más la importancia de los incendios forestales como focos de emisión.

### **4.3. Futuras líneas de investigación**

En base a lo anteriormente expuesto en las ideas principales del trabajo y las incertidumbres que presenta la metodología, podemos apuntar hacia algunas líneas de investigación que podrían llevarse a cabo en futuros proyectos con el objetivo de mejorar los métodos, elevando su precisión y persiguiendo una mayor adaptación a las condiciones propias del ámbito mediterráneo.

- Estimación de las emisiones liberadas a la atmósfera en suelos y biomasa radicular durante incendios forestales.
- Análisis espacial y temporal de las emisiones de GEI generadas en incendios forestales durante las últimas décadas, a escala local, regional y nacional, y su comparación con otras fuentes de emisión, y su relación con cambios en distintos parámetros climáticos
- Desarrollo y adaptación de ecuaciones alométricas para matorrales y pies menores en la zona mediterránea, para su utilización a partir de las variables dadas en el inventario nacional forestal.
- Desarrollo y adaptación de los factores de emisión de gases de efecto invernadero mediante métodos empíricos y el desarrollo de modelos predictivos por tipos de vegetación y condiciones de desarrollo del incendio.
- Desarrollo y adaptación de la relación intensidad-consumo de biomasa mediante métodos empíricos y el desarrollo de modelos predictivos por tipo de vegetación y condiciones de desarrollo del incendio
- Implementación en modelos de propagación de incendios las emisiones de GEI generadas en función de la vegetación y el desarrollo del incendio en unas condiciones determinadas.
- Desarrollo de una aplicación informática a partir de la metodología expuesta con el fin de crear una herramienta para la gestión medioambiental.

- Determinación, evaluación y análisis de la pérdida de capacidad de fijación de CO<sub>2</sub> tras la ocurrencia de incendios en ambientes mediterráneos.

## **5.BIBLIOGRAFÍA**

- Garcia-Hurtado, E., J. Pey, M. J. Baeza, A. Carrara, J. Llovet, X. Querol, A. Alastuey, and V. R. Vallejo. 2013. "Carbon Emissions in Mediterranean Shrubland Wildfires: An Experimental Approach." *Atmospheric Environment* 69: 86-93
- Fernandes, P. M. and C. Loureiro. 2013. "Fine Fuels Consumption and CO<sub>2</sub> Emissions from Surface Fire Experiments in Maritime Pine Stands in Northern Portugal." *Forest Ecology and Management* 291: 344-356.
- Zheng, D., et al. "Assessing Double Counting of Carbon Emissions between Forest Land-Cover Change and Forest Wildfires: A Case Study in the United States, 1992-2006." *Ecosystems* 16.2 (2013): 310-22
- Sun, L., et al. "Estimating Carbon Emissions from Forest Fires during 1980 to 1999 in Daxing'an Mountain, China." *African Journal of Biotechnology* 10.41 (2011): 8046-53.
- Langmann, B., et al. "Vegetation Fire Emissions and their Impact on Air Pollution and Climate." *Atmospheric Environment* 43.1 (2009): 107-16.
- Paton-Walsh, C., L. K. Emmons, and C. Wiedinmyer. "Australia's Black Saturday Fires - Comparison of Techniques for Estimating Emissions from Vegetation Fires." *Atmospheric Environment* 60 (2012): 262-70
- Wiedinmyer, C., and M. D. Hurteau. "Prescribed Fire as a Means of Reducing Forest Carbon Emissions in the Western United States." *Environmental Science and Technology* 44.6 (2010): 1926-32.
- Zheng, D., et al. "Carbon Changes in Conterminous US Forests Associated with Growth and Major Disturbances: 1992-2001." *Environmental Research Letters* 6.1 (2011)
- Smith, James E. Heath, Linda S. Nichols, Michael C. "US forest carbon calculation tool: forest-land carbon stocks and net annual stock change": Revised. Gen. Tech. Rep. NRS-13. Newtown Square, PA: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Northern Research Station. (2007); 34 p



- Smith, James E.; Heath, Linda S.; Skog, Kenneth E.; Birdsey, Richard A.. "Methods for calculating forest ecosystem and harvested carbon with standard estimates for forest types of the United States" : Gen. Tech. Rep. NE-343. Newtown Square, PA: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Northeastern Research Station.(2006); 216 p
- Wiedinmyer, C., et al. "Estimating Emissions from Fires in North America for Air Quality Modeling." *Atmospheric Environment* 40.19 (2006): 3419-32.
- Vicente, A., et al. "Measurement of Trace Gases and Organic Compounds in the Smoke Plume from a Wildfire in Penedono (Central Portugal)." *Atmospheric Environment* 45.29 (2011): 5172-82
- Andreae, M. O., and P. Merlet. "Emission of Trace Gases and Aerosols from Biomass Burning." *Global Biogeochemical Cycles* 15.4 (2001): 955-66.
- Dennis, A., et al. "Air Pollutant Emissions Associated with Forest, Grassland, and Agricultural Burning in Texas." *Atmospheric Environment* 36.23 (2002): 3779-92
- Alves, C. A., et al. "Smoke Emissions from Biomass Burning in a Mediterranean Shrubland." *Atmospheric Environment* 44.25 (2010): 3024-33.
- Alves, C., et al. "Summer 2009 Wildfires in Portugal: Emission of Trace Gases and Aerosol Composition." *Atmospheric Environment* 45.3 (2011): 641-9.
- Urbanski, S. P., W. M. Hao, and S. Baker. Chapter 4 Chemical Composition of Wildland Fire Emissions. Vol. 8., 2008.
- Evtuygina, M., et al. "VOC Emissions of Smouldering Combustion from Mediterranean Wildfires in Central Portugal." *Atmospheric Environment* 64 (2013): 339-48.
- Usó, J. L., et al. "Allometric Regression Equations to Determine Aerial Biomasses of Mediterranean Shrubs." *Plant Ecology* 132.1 (1997): 59-69.
- Gil, M. V., et al. "Carbon Stock Estimates for Forests in the Castilla y León Region, Spain. A GIS Based Method for Evaluating Spatial Distribution of Residual Biomass for Bio-Energy." *Biomass and Bioenergy* 35.1 (2011): 243-52
- Saarnak, C. F., T. T. Nielsen, and C. Mbow. "A Local-Scale Study of the Trace Gas Emissions from Vegetation Burning Around the Village of Dalun, Ghana, with Respect to Seasonal Vegetation Changes and Burning Practices." *Climatic Change* 56.3 (2003): 321-38.

- Fernandes, P. M., and C. Loureiro. "Fine Fuels Consumption and CO2 Emissions from Surface Fire Experiments in Maritime Pine Stands in Northern Portugal." *Forest Ecology and Management* 291 (2013): 344-56.
- Cruz, M. G., et al. "Fire Behaviour Modelling in Semi-Arid Mallee-Heath Shrublands of Southern Australia." *Environmental Modelling and Software* 40 (2013): 21-34.
- Sağlam, B., et al. "Fire Behavior in Mediterranean Shrub Species (Maquis)." *African Journal of Biotechnology* 7.22 (2008): 4122-9
- Bilgili, E., and B. Saglam. "Fire Behavior in Maquis Fuels in Turkey." *Forest Ecology and Management* 184.1-3 (2003): 201-7.
- Martins Fernandes, P. A. "Fire Spread Prediction in Shrub Fuels in Portugal." *Forest Ecology and Management* 144.1-3 (2001): 67-74.
- Tanase, M., J. de la Riva, and F. Pérez-Cabello. "Estimating Burn Severity at the Regional Level using Optically Based Indices." *Canadian Journal of Forest Research* 41.4 (2011): 863-72.
- Oliveras, I., et al. "Factors Influencing the Pattern of Fire Severities in a Large Wildfire Under Extreme Meteorological Conditions in the Mediterranean Basin." *International Journal of Wildland Fire* 18.7 (2009): 755-64.
- De Santis, A., et al. "Mapping Burn Severity and Burning Efficiency in California using Simulation Models and Landsat Imagery." *Remote Sensing of Environment* 114.7 (2010): 1535-45
- De Santis, A., and E. Chuvieco. "GeoCBI: A Modified Version of the Composite Burn Index for the Initial Assessment of the Short-Term Burn Severity from Remotely Sensed Data." *Remote Sensing of Environment* 113.3 (2009): 554-62..
- De Santis, A., and E. Chuvieco. "Burn Severity Estimation from Remotely Sensed Data: Performance of Simulation Versus Empirical Models." *Remote Sensing of Environment* 108.4 (2007): 422-35.
- Key, C. H., and N. C. Benson. "Landscape Assessment (LA) Sampling and Analysis Methods." *USDA Forest Service - General Technical Report RMRS-GTR.164 RMRS-GTR* (2006): LA,1-LA-51.
- Liu, Y., J. Stanturf, and S. Goodrick. "Trends in Global Wildfire Potential in a Changing Climate." *Forest Ecology and Management* 259.4 (2010): 685-97

- Carvalho, A. C., et al. "Fire Weather Risk Assessment Under Climate Change using a Dynamical Downscaling Approach." *Environmental Modelling and Software* 26.9 (2011): 1123-33
- Herrera, S., et al. "On the Projection of Future Fire Danger Conditions with various instantaneous/mean-Daily Data Sources." *Climatic Change* (2013): 1-14
- Plan Nacional de Teledetección de Media Resolución. "Corrección Estándar de imágenes Landsat. Documento técnico de algoritmos a utilizar versión 1". Chuvieco y Hantson (2010)
- Goslee et al. "Analyzing remote sensing Data in R. The Landsat Package". *Journal of Statistical Software*,(2011). 43-4.
- Montero.G et al. Ecuaciones para la estimación de biomasa en matorrales y arbustados Mediterráneos. *Sexto Congreso Forestal Español*. CF01-140, (2012)
- Sanchez et al. Estimación del volumen de gases de efecto invernadero liberados por incendios forestales en España (1990-2005). *Wildfire* (2007).
- Tercer Inventario Forestal Nacional Español. *Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente*. Provincia de Castellón
- Tercer Inventario Forestal Nacional Español. *Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente*. Provincia de Valencia
- Centro de Investigación y Tecnología Agroalimentaria de Aragón. Estudio sobre la funcionalidad de la vegetación leñosa de Aragón como sumidero de CO<sub>2</sub>, existencias y potencialidad. *Dirección general de calidad ambiental y cambio climático del Gobierno de Aragón*. (2008).
- Alloza et al. Informe urgente del impacto ecológico de los incendios de Andilla y Cortes de Pallás de finales de Junio del 2012. *Centro de Estudios Ambientales del Mediterráneo (CEAM)* (2012).
- Inventario de Gases de Efecto Invernadero de España (1990-2011). *Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente* (2013).
- Avance de la estimación de emisiones GEI 2012. *Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente* (2013).
- Working Group I. Climate Change. The physical science basis in fifth assessment report (AR5). *Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC)* (2014).

- Avance Informativo Incendios Forestales en España (1 Enero- 31 Diciembre 2012). *Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente* (2013).
- Los incendios forestales en España. Decenio 2001-2010. *Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente* (2012).
- Yves Birot et al. Convivir con los incendios forestales. Lo que nos revela la ciencia. *European Forest Institute*. Discussion paper 15 (2009).
- Registro Estatal de Emisiones y Fuentes Contaminantes. PRTR España. <http://www.prtr-es.es/>
- <http://landsat.usgs.gov/>

## 6. ANEXOS

### 6.1. Reclasificación matorrales

| Código método | Código IFN | Especie                |
|---------------|------------|------------------------|
| 1             | 0112       | Ligustrum vulgare      |
| 2             | 0116       | Berberis vulgaris      |
| 3             | 0118       | Cotoneaster spp.       |
| 4             | 0119       | Rosa spp.              |
| 5             | 0121       | Rubus spp.             |
| 6             | 0122       | Rhamnus spp.           |
| 7             | 0123       | Zizyphus lotus         |
| 8             | 0131       | Ribes spp.             |
| 9             | 0132       | Clematis spp.          |
| 10            | 0139       | Coriaria myrtifolia    |
| 11            | 0141       | Hedera helix           |
| 12            | 0144       | Lonicera spp.          |
| 13            | 0147       | Paliurus spina-christi |
| 14            | 0148       | Prunus mahaleb         |
| 15            | 0149       | Smilax aspera          |
| 16            | 1121       | Rubus caesius          |
| 17            | 1122       | Rhamnus lycioides      |
| 18            | 1131       | Ribes alpinum          |
| 19            | 1132       | Clematis flammula      |
| 20            | 1144       | Lonicera etrusca       |
| 21            | 1148       | Prunus ramburii        |
| 22            | 2121       | Rubus idaeus           |
| 23            | 2122       | Rhamnus saxatilis      |
| 24            | 2131       | Ribes rubrum           |
| 25            | 2132       | Clematis vitalba       |
| 26            | 2144       | Lonicera implexa       |
| 27            | 3121       | Rubus ulmifolius       |
| 28            | 3122       | Rhamnus alpinus        |
| 29            | 3144       | Lonicera periclymenum  |
| 30            | 4122       | Rhamnus oleoides       |
| 31            | 4144       | Lonicera pyrenaica     |
| 32            | 5122       | Rhamnus myrtifolius    |
| 33            | 5144       | Lonicera xylosteum     |
| 34            | 6122       | Rhamnus alaternus      |
| 35            | 0162       | Euphorbia sp.          |
| 36            | 0105       | Quercus coccifera      |
| 37            | 0111       | Pistacia lentiscus     |
| 38            | 0113       | Phillyrea angustifolia |
| 39            | 0115       | Viburnum spp.          |
| 40            | 0158       | Maytenus canariensis   |
| 41            | 0183       | Periploca laevigata    |
| 42            | 0184       | Withania frutescens    |
| 43            | 1105       | Quercus fruticosa      |
| 44            | 1139       | Juniperus sabina       |
| 45            | 1158       | Maytenus senegalensis  |
| 46            | 2115       | Viburnum tinus         |
| 47            | 7103       | Colutea arborescens    |

1-setos, orlas, bardas, galerías arbustivas

2-Cornicabrales, garriga  
3-lentiscales, coscojares

|    |       |                         |
|----|-------|-------------------------|
| 48 | 0102  | Erica spp.              |
| 49 | 0106  | Calluna vulgaris        |
| 50 | 0107  | Arctostaphylos uva-ursi |
| 51 | 0108  | Rhododendron spp.       |
| 52 | 0120  | Daboecia cantabrica     |
| 53 | 0137  | Vaccinium myrtillus     |
| 54 | 0172  | Corema spp.             |
| 55 | 1102  | Erica arborea           |
| 56 | 1108  | Rhododendron ponticum   |
| 57 | 1172  | Corema album            |
| 58 | 2102  | Erica australis         |
| 59 | 3102  | Erica ciliaris          |
| 60 | 3102  | Erica vagans            |
| 61 | 4102  | Erica erigena           |
| 62 | 4102  | Erica multiflora        |
| 63 | 5102  | Erica umbellata         |
| 64 | 5102  | Erica cinerea           |
| 65 | 6102  | Erica scoparia          |
| 66 | 9104  | Genistella spp.         |
| 67 | 0101  | Cistus spp.             |
| 68 | 0117  | Halimium spp.           |
| 69 | 1101  | Cistus ladanifer        |
| 70 | 1117  | Halimium halimifolium   |
| 71 | 2101  | Cistus populifolius     |
| 72 | 2117  | Halimium commutatum     |
| 73 | 3101  | Cistus albidus          |
| 74 | 3117  | Halimium lasianthum     |
| 75 | 4101  | Cistus clusii           |
| 76 | 4117  | Halimium atripicifolium |
| 77 | 5101  | Cistus monspeliensis    |
| 78 | 6101  | Cistus salvifolius      |
| 79 | 7101  | Cistus crispus          |
| 80 | 8101  | Cistus laurifolius      |
| 81 | 9101  | Cistus symphytifolius   |
| 82 | 10101 | Cistus libanotis        |
| 83 | 11101 | Cistus psilosepalus     |

**4-Brezales , matorrales Erinaceae**

**5-Jarales, matorrales Cistaceae**

|     |       |                             |
|-----|-------|-----------------------------|
| 84  | 0103  | Otras papilionoideas altas  |
| 85  | 0104  | Otras papilionoideas bajas  |
| 86  | 0125  | Anthyllis cytisoides        |
| 87  | 0135  | Osyris spp.                 |
| 88  | 0136  | Chamaespartium tridentatum  |
| 89  | 0145  | Medicago arborea            |
| 90  | 0152  | Coronilla emerus            |
| 91  | 0153  | Cytisophyllum sessilifolium |
| 92  | 0155  | Genista spp.                |
| 93  | 0160  | Chamaecytisus proliferus    |
| 94  | 0165  | Teline sp.                  |
| 95  | 0175  | Anagyris spp.               |
| 96  | 0176  | Staurucanthus boivinii      |
| 97  | 0177  | Echinopartum spp.           |
| 98  | 0178  | Dittrichia viscosa          |
| 99  | 1104  | Erinacea spp.               |
| 100 | 1135  | Osyris alba                 |
| 101 | 1152  | Coronilla glauca            |
| 102 | 1155  | Genista monspessulana       |
| 103 | 1165  | Retama sphaerocarpa         |
| 104 | 1166  | Erinacea anthyllis          |
| 105 | 1167  | Cytisus scoparius           |
| 106 | 1168  | Cytisus malacifitanus       |
| 107 | 1175  | Anagyris foetida            |
| 108 | 1177  | Echinopartum boissieri      |
| 109 | 1187  | Cytisus baeticus            |
| 110 | 1188  | Cytisus grandiflorus        |
| 111 | 1189  | Cytisus striatus            |
| 112 | 1190  | Cytisus villosus            |
| 113 | 1191  | Cytisus tribracteolatus     |
| 114 | 2135  | Osyris quadripartita        |
| 115 | 2152  | Coronilla minima            |
| 116 | 2155  | Genista patens              |
| 117 | 2165  | Retama mosnosperma          |
| 118 | 3103  | Spartium spp.               |
| 119 | 3152  | Coronilla juncea            |
| 120 | 3155  | Genista scorpius            |
| 121 | 4103  | Retama spp.                 |
| 122 | 4104  | Cytisus spp.                |
| 123 | 4155  | Genista triflora            |
| 124 | 5103  | Sarothamnus vulgaris        |
| 125 | 5104  | Coronilla spp.              |
| 126 | 5155  | Genista balansae            |
| 127 | 6155  | Genista baetica             |
| 128 | 7155  | Genista umbellata           |
| 129 | 8103  | Sarothamnus scoparius       |
| 130 | 8155  | Genista cinerea             |
| 131 | 9103  | Spartium junceum            |
| 132 | 9155  | Genista linifolia           |
| 133 | 10155 | Genista hirsuta             |
| 134 | 11155 | Genista triacanthos         |
| 135 | 12155 | Genista tridens             |
| 136 | 13155 | Genista tridentata          |
| 137 | 14155 | Genista versicolor          |
| 138 | 2103  | Adenocarpus spp.            |

**6-Leguminosas retamoideas**

|     |      |                        |
|-----|------|------------------------|
| 139 | 0157 | Ulex parviflorus       |
| 140 | 0185 | Launaea arborescens    |
| 141 | 1103 | Ulex spp.              |
| 142 | 1128 | Helicrisum italicum    |
| 143 | 1164 | Ulex canescens         |
| 144 | 6103 | Ulex baeticus          |
| 145 | 7103 | Ulex minor             |
| 146 | 8103 | Ulex eriocladus        |
| 147 | 0109 | Lavandula spp.         |
| 148 | 0110 | Daphne spp.            |
| 149 | 0114 | Rosmarinus officinalis |
| 150 | 0124 | Bupleurum spp.         |
| 151 | 0128 | Helichrysum stoechas   |
| 152 | 0129 | Thymus spp.            |
| 153 | 0140 | Globularia alypum      |
| 154 | 0142 | Helianthemum spp.      |
| 155 | 0143 | Jasminum fruticans     |
| 156 | 0156 | Ononis tridentata      |
| 157 | 0161 | Echium sp.             |
| 158 | 0171 | Phlomis spp.           |
| 159 | 0173 | Ephedra spp.           |
| 160 | 0179 | Teucrium fruticans     |
| 161 | 0179 | Teucrium spp.          |
| 162 | 0180 | Sideritis sp.          |
| 163 | 0182 | Lithodora sp.          |
| 164 | 1109 | Lavandula latifolia    |
| 165 | 1110 | Daphne gnidium         |
| 166 | 1114 | Rosmarinus tomentosus  |
| 167 | 1124 | Bupleurum fruticosum   |
| 168 | 1129 | Thymus mastichina      |
| 169 | 1170 | Vella spinosa          |
| 170 | 1171 | Phlomis lychnitis      |
| 171 | 1173 | Ephedra fragilis       |
| 172 | 2109 | Lavandula stoechas     |
| 173 | 2110 | Daphne laureola        |
| 174 | 2124 | Bupleurum frutescens   |
| 175 | 2129 | Thymus zygis           |
| 176 | 2159 | Artimisia barrelieri   |
| 177 | 2171 | Phlomis purpurea       |
| 178 | 3109 | Lavandula lanata       |
| 179 | 3110 | Daphne mezereum        |
| 180 | 3124 | Bupleurum spinosum     |
| 181 | 3129 | Thymus baeticus        |
| 182 | 3159 | Artimisia campestris   |
| 183 | 4124 | Bupleurum gibraltarium |
| 184 | 4129 | Thymus albicans        |
| 185 | 5129 | Thymus granatensis     |
| 186 | 6104 | Astragalus spp.        |
| 187 | 8104 | Ononis spp.            |
| 188 | 0151 | Thymelaea spp.         |
| 189 | 0146 | Nerium oleander        |

**7-Leguminosas aulagoideas**

**8-Labiadas y tomillares**



|      |       |                          |
|------|-------|--------------------------|
| 190  | 0126  | Artemisia spp.           |
| 191  | 0127  | Santolina rosmarinifolia |
| 192  | 0130  | Ruscus aculeatus         |
| 193  | 0138  | Asparagus spp.           |
| 194  | 0150  | Ampelodesmos mauritanica |
| 195  | 0154  | Dorycnium pentaphyllum   |
| 196  | 0159  | Artemisia canariensis    |
| 197  | 0186  | Salsola sp.              |
| 198  | 1127  | Santolina sp.            |
| 199  | 1130  | Ruscus hypophyllum       |
| 200  | 1154  | Dorycnium hirsutum       |
| 201  | 1159  | Artemisia reptans        |
| 202  | 7104  | Dorycnium spp.           |
| 203  | 0133  | Atriplex spp.            |
| 1000 | 0133  | Atriplex spp.            |
| 1001 | 0134  | Spiraea spp.             |
| 1002 | 0162  | Euphorbia sp.            |
| 1003 | 0163  | Hypericum canariensis    |
| 1004 | 0164  | Kleinia neriifolia       |
| 1005 | 0166  | Rumex lunaria            |
| 1006 | 0170  | Vella spp.               |
| 1007 | 0174  | Vitis vinifera           |
| 1008 | 0197  | Sambucus palmensis       |
| 1009 | 1162  | Euphorbia canariensis    |
| 1010 | 1163  | Adenocarpus decorticans  |
| 1011 | 2103  | Adenocarpus spp.         |
| 1012 | 2104  | Calicotome spinosa       |
| 1013 | 2162  | Euphorbia handiensis     |
| 1014 | 2163  | Adenocarpus gibbsianus   |
| 1015 | 3104  | Calicotome villosa       |
| 1016 | 3162  | Euphorbia aphylla        |
| 1017 | 10103 | Adenocarpus telonensis   |

9-Espartizales/ pastizales

10-No Clasificados

## 6.2. Imágenes



Imagen satelital de los incendios de Andilla y Cortes de Pallás captada por MODIS (Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer).



Imagen del incendio de Andilla. Fuente: <http://www.quetiempo.es/>





Imagen del incendio de Andilla 2. Fuente: <http://www.serrania.tv/>



Imagen del incendio de Cortes de Pallás. Fuente: [www.heraldo.es](http://www.heraldo.es)



Imagen del incendio de Cortes de Pallás 2. Fuente: <http://www.riberaexpress.es/>



Imagen satelital de incendios en Australia (2012) captada por MODIS (Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer).





Imagen satelital de incendios en California (2012) captada por MODIS (Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer).

### 6.3. Cálculos

#### 6.3.1. Biomasa media por estrato y provincia. Valencia

|         |           | Máximo                   | Máximo                       | Máximo                          | Máximo                  | Máximo                    | Máximo                | Máximo              | Máximo              | Máximo              |         |  |
|---------|-----------|--------------------------|------------------------------|---------------------------------|-------------------------|---------------------------|-----------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------|--|
|         |           | 83.141                   | 191.282                      | 83.069                          | 35.028                  | 1.396                     | 234.835               | 100.000             | 100.000             | 100.000             |         |  |
|         |           | Media                    | Media                        | Media                           | Media                   | Media                     | Media                 | Media               | Media               | Media               |         |  |
|         |           | 16.292                   | 19.236                       | 1.935                           | 0.357                   | 0.299                     | 38.119                | 37.563              | 58.464              |                     |         |  |
|         |           | Desviación estándar      | Desviación estándar          | Desviación estándar             | Desviación estándar     | Desviación estándar       | Desviación estándar   | Desviación estándar | Desviación estándar | Desviación estándar |         |  |
|         |           | 10.449                   | 22.786                       | 4.414                           | 1.629                   | 0.251                     | 26.307                | 29.750              | 31.115              |                     |         |  |
| Estrato | Estadillo | Biomasa Matorral (Tn/ha) | Biomasa Pies Mayores (Tn/ha) | Biomasa Pies Menores_C4 (Tn/ha) | Biomasa Pies Menores_C3 | Biomasa Pies Menores_C1_2 | BIOMASA TOTAL (Tn/ha) | % BIOPIes Mayores   | %BIOMat+Menores     | CoorX               | CoorY   |  |
| 6       | 1         | 10.865                   | 8.112                        | 0.000                           | 0.000                   | 0.064                     | 19.042                | 42.602              | 57.398              | 645000              | 4452000 |  |
| 7       | 2         | 9.084                    | 15.967                       | 0.495                           | 12.617                  | 0.541                     | 38.704                | 41.253              | 58.747              | 644000              | 4451000 |  |
| 6       | 3         | 7.785                    | 25.898                       | 0.267                           | 9.010                   | 0.541                     | 43.501                | 59.533              | 40.467              | 645000              | 4451000 |  |
| 5       | 4         | 3.673                    | 40.246                       | 0.721                           | 0.000                   | 0.257                     | 44.897                | 89.641              | 10.359              | 643000              | 4450000 |  |
| 6       | 5         | 11.024                   | 15.638                       | 0.000                           | 0.135                   | 0.207                     | 27.003                | 57.911              | 42.089              | 644000              | 4450000 |  |
| 6       | 6         | 10.620                   | 22.098                       | 0.000                           | 0.000                   | 0.349                     | 33.068                | 66.827              | 33.173              | 645000              | 4450000 |  |
| 6       | 7         | 6.951                    | 24.078                       | 0.000                           | 0.045                   | 0.463                     | 31.537                | 76.348              | 23.652              | 643000              | 4449000 |  |
| 6       | 8         | 9.929                    | 4.556                        | 0.000                           | 0.045                   | 0.257                     | 14.787                | 30.809              | 69.191              | 644000              | 4449000 |  |
| 6       | 9         | 10.052                   | 3.779                        | 2.882                           | 0.383                   | 0.193                     | 17.289                | 21.855              | 78.145              | 645000              | 4449000 |  |
| 6       | 10        | 9.927                    | 0.000                        | 5.123                           | 0.000                   | 0.000                     | 15.050                | 0.000               | 100.000             | 644000              | 4448000 |  |
| 2       | 14        | 10.767                   | 38.683                       | 2.933                           | 0.097                   | 0.463                     | 52.943                | 73.066              | 26.934              | 646000              | 4446000 |  |
| 3       | 15        | 16.751                   | 11.376                       | 0.000                           | 0.000                   | 0.128                     | 28.256                | 40.262              | 59.738              | 647000              | 4446000 |  |
| 5       | 16        | 3.636                    | 62.570                       | 6.831                           | 4.661                   | 0.349                     | 78.047                | 80.170              | 19.830              | 637000              | 4444000 |  |
| 2       | 17        | 15.581                   | 24.610                       | 0.000                           | 0.450                   | 0.606                     | 41.247                | 59.664              | 40.336              | 647000              | 4444000 |  |
| 2       | 18        | 10.142                   | 44.357                       | 0.000                           | 0.052                   | 0.257                     | 54.808                | 80.932              | 19.068              | 648000              | 4444000 |  |
| 5       | 19        | 7.661                    | 26.304                       | 0.721                           | 0.000                   | 0.000                     | 34.686                | 75.835              | 24.165              | 636000              | 4442000 |  |
| 5       | 20        | 7.813                    | 73.866                       | 0.000                           | 0.045                   | 0.206                     | 81.931                | 90.156              | 9.844               | 637000              | 4442000 |  |
| 5       | 21        | 10.350                   | 23.960                       | 2.162                           | 0.225                   | 0.271                     | 36.968                | 64.813              | 35.187              | 639000              | 4442000 |  |
| 2       | 22        | 3.799                    | 22.905                       | 0.553                           | 0.045                   | 0.064                     | 27.366                | 83.698              | 16.302              | 648000              | 4442000 |  |
| 0       | 3548      | 0.000                    | 0.000                        | 0.000                           | 0.000                   | 0.000                     | 0.000                 | 0.000               | 0.000               | 707000              | 4298000 |  |
| 2       | 3549      | 15.846                   | 6.663                        | 0.000                           | 0.000                   | 0.285                     | 22.794                | 29.232              | 70.768              | 690000              | 4297000 |  |
| 1       | 3550      | 1.765                    | 81.186                       | 0.000                           | 0.000                   | 0.335                     | 83.286                | 97.479              | 2.521               | 692000              | 4294000 |  |
| 7       | 3551      | 22.514                   | 55.146                       | 0.000                           | 0.044                   | 0.335                     | 78.039                | 70.665              | 29.335              | 713000              | 4293000 |  |
| 1       | 3552      | 6.109                    | 41.588                       | 5.482                           | 0.222                   | 0.491                     | 53.893                | 77.168              | 22.832              | 694000              | 4292000 |  |
| 7       | 3553      | 28.359                   | 28.857                       | 11.212                          | 0.450                   | 0.684                     | 69.562                | 41.484              | 58.516              | 708000              | 4292000 |  |
| 1       | 3554      | 21.823                   | 95.211                       | 0.553                           | 0.305                   | 0.335                     | 118.227               | 80.532              | 19.468              | 689000              | 4291000 |  |
| 9       | 3555      | 7.659                    | 0.000                        | 0.000                           | 0.225                   | 0.207                     | 8.091                 | 0.000               | 100.000             | 691000              | 4291000 |  |
| 1       | 3556      | 6.677                    | 54.208                       | 3.318                           | 0.485                   | 0.748                     | 65.436                | 82.841              | 17.159              | 711000              | 4290000 |  |
| 1       | 3557      | 13.325                   | 87.070                       | 0.553                           | 0.000                   | 0.193                     | 101.140               | 86.088              | 13.912              | 711000              | 4406000 |  |
| 5       | 3558      | 7.141                    | 16.482                       | 4.112                           | 0.559                   | 0.349                     | 28.642                | 57.544              | 42.456              | 712000              | 4406000 |  |
| 8       | 3559      | 9.221                    | 0.000                        | 0.000                           | 0.000                   | 0.142                     | 9.363                 | 0.000               | 100.000             | 709000              | 4405000 |  |
| 11      | 3560      | 4.787                    | 7.870                        | 0.000                           | 9.327                   | 0.064                     | 22.048                | 35.695              | 64.305              | 716000              | 4400000 |  |
| 3       | 3561      | 15.615                   | 18.373                       | 0.000                           | 0.000                   | 0.000                     | 33.988                | 54.057              | 45.943              | 716000              | 4399000 |  |

### 6.3.2. Biomasa media por estrato y provincia. Castellón

|         |           | Máximo                   | Máximo                       | Máximo                          | Máximo                  | Máximo                    | Máximo                | Máximo              | Máximo              | Máximo |         |  |
|---------|-----------|--------------------------|------------------------------|---------------------------------|-------------------------|---------------------------|-----------------------|---------------------|---------------------|--------|---------|--|
|         |           | 81.154                   | 274.689                      | 68.506                          | 35.294                  | 1.666                     | 281.907               | 99.910              | 100.000             |        |         |  |
|         |           | Media                    | Media                        | Media                           | Media                   | Media                     | Media                 | Media               | Media               |        |         |  |
|         |           | 15.484                   | 34.240                       | 4.826                           | 0.990                   | 0.355                     | 55.894                | 43.921              | 54.767              |        |         |  |
|         |           | Desviación estándar      | Desviación estándar          | Desviación estándar             | Desviación estándar     | Desviación estándar       | Desviación estándar   | Desviación estándar | Desviación estándar |        |         |  |
|         |           | 12.546                   | 42.432                       | 8.442                           | 3.585                   | 0.301                     | 43.970                | 33.607              | 33.818              |        |         |  |
| Estrato | Estadillo | Biomasa Matorral (Tn/Ha) | Biomasa Pies Mayores (Tn/Ha) | Biomasa Pies Menores_C4 (Tn/Ha) | Biomasa Pies Menores_C3 | Biomasa Pies Menores_C1_2 | BIOMASA TOTAL (Tn/Ha) | % BIOPies Mayores   | %BIOMat+Menores     | CoorX  | CoorY   |  |
| 1       | 1         | 8.090                    | 36.682                       | 6.167                           | 0.382                   | 0.555                     | 51.876                | 70.710              | 29.290              | 737000 | 4518000 |  |
| 2       | 2         | 14.291                   | 19.018                       | 5.530                           | 0.390                   | 0.606                     | 39.834                | 47.743              | 52.257              | 736000 | 4517000 |  |
| 2       | 3         | 9.101                    | 14.277                       | 1.994                           | 0.350                   | 0.257                     | 25.979                | 54.957              | 45.043              | 737000 | 4517000 |  |
| 4       | 4         | 11.856                   | 98.968                       | 3.920                           | 5.276                   | 0.941                     | 120.960               | 81.818              | 18.182              | 736000 | 4516000 |  |
| 4       | 5         | 15.235                   | 44.272                       | 2.933                           | 4.966                   | 0.684                     | 68.089                | 65.021              | 34.979              | 737000 | 4516000 |  |
| 1       | 6         | 12.370                   | 31.825                       | 18.703                          | 0.933                   | 1.097                     | 64.927                | 49.016              | 50.984              | 735000 | 4515000 |  |
| 1       | 7         | 8.940                    | 34.115                       | 2.212                           | 0.823                   | 0.463                     | 46.552                | 73.282              | 26.718              | 736000 | 4515000 |  |
| 4       | 8         | 10.358                   | 67.160                       | 8.292                           | 0.598                   | 0.698                     | 87.106                | 77.102              | 22.898              | 737000 | 4515000 |  |
| 8       | 10        | 17.898                   | 2.140                        | 0.000                           | 0.000                   | 0.335                     | 20.373                | 10.504              | 89.496              | 736000 | 4514000 |  |
| 2       | 11        | 10.162                   | 16.603                       | 9.803                           | 0.277                   | 0.335                     | 37.181                | 44.655              | 55.345              | 737000 | 4514000 |  |
| 8       | 14        | 5.095                    | 0.000                        | 5.350                           | 0.638                   | 0.826                     | 11.909                | 0.000               | 100.000             | 736000 | 4513000 |  |
| 8       | 20        | 10.923                   | 0.000                        | 0.000                           | 0.000                   | 0.142                     | 11.065                | 0.000               | 100.000             | 735000 | 4511000 |  |
| 8       | 21        | 11.273                   | 0.000                        | 0.000                           | 0.435                   | 0.207                     | 11.914                | 0.000               | 100.000             | 736000 | 4511000 |  |
| 8       | 26        | 13.574                   | 0.000                        | 0.553                           | 0.611                   | 0.556                     | 15.293                | 0.000               | 100.000             | 734000 | 4509000 |  |
| 8       | 27        | 12.545                   | 0.000                        | 7.033                           | 1.101                   | 0.555                     | 21.234                | 0.000               | 100.000             | 735000 | 4509000 |  |
| •       |           |                          |                              |                                 |                         |                           |                       |                     |                     |        |         |  |
| •       |           |                          |                              |                                 |                         |                           |                       |                     |                     |        |         |  |
| 18      | 3397      | 7.034                    | 0.000                        | 0.000                           | 0.000                   | 0.064                     | 7.099                 | 0.000               | 100.000             | 732000 | 4408000 |  |
| 16      | 3398      | 9.685                    | 0.000                        | 0.000                           | 0.000                   | 0.064                     | 9.749                 | 0.000               | 100.000             | 734000 | 4408000 |  |
| 18      | 3399      | 22.655                   | 0.000                        | 0.000                           | 0.000                   | 0.207                     | 22.862                | 0.000               | 100.000             | 736000 | 4408000 |  |
| 1       | 3400      | 14.777                   | 41.408                       | 4.424                           | 0.097                   | 0.142                     | 60.848                | 68.052              | 31.948              | 720000 | 4407000 |  |
| 1       | 3401      | 18.778                   | 18.995                       | 0.553                           | 0.000                   | 0.064                     | 38.390                | 49.478              | 50.522              | 722000 | 4407000 |  |
| 2       | 3402      | 8.368                    | 10.296                       | 1.106                           | 0.097                   | 0.128                     | 19.995                | 51.492              | 48.508              | 733000 | 4407000 |  |
| 16      | 3403      | 8.964                    | 0.000                        | 0.000                           | 0.000                   | 0.128                     | 9.092                 | 0.000               | 100.000             | 738000 | 4407000 |  |
| 8       | 3405      | 12.982                   | 0.000                        | 3.318                           | 0.390                   | 0.064                     | 16.754                | 0.000               | 100.000             | 718000 | 4403000 |  |
| 2       | 3406      | 9.719                    | 16.241                       | 0.000                           | 0.052                   | 0.413                     | 26.426                | 61.460              | 38.540              | 721000 | 4403000 |  |
| 2       | 3410      | 27.754                   | 11.343                       | 0.000                           | 0.000                   | 0.000                     | 39.098                | 29.013              | 70.987              | 764185 | 4462616 |  |
| 2       | 3411      | 17.018                   | 6.820                        | 0.000                           | 0.045                   | 0.000                     | 23.884                | 28.557              | 71.443              | 743000 | 4462000 |  |
| 1       | 3412      | 15.428                   | 43.099                       | 0.553                           | 0.000                   | 0.064                     | 59.144                | 72.871              | 27.129              | 745000 | 4459000 |  |
| 16      | 3413      | 20.387                   | 8.046                        | 0.553                           | 0.000                   | 0.128                     | 29.114                | 27.635              | 72.365              | 749000 | 4454000 |  |
| 5       | 3414      | 5.636                    | 29.682                       | 0.721                           | 0.000                   | 0.000                     | 36.039                | 82.362              | 17.638              | 699000 | 4426000 |  |
| 12      | 3415      | 9.099                    | 24.632                       | 5.482                           | 0.222                   | 0.349                     | 39.784                | 61.914              | 38.086              | 701000 | 4415000 |  |
| 2       | 3416      | 18.543                   | 25.310                       | 0.000                           | 0.052                   | 0.064                     | 43.969                | 57.563              | 42.437              | 733000 | 4425000 |  |

6.3.3. Biomasa pre-existente y consumo de biomasa. Andilla

| FID   | Provincia | TipoEstr | Estrato | tn/ha  | tn      | %BIO_Mayores | %BIO_Mat+Men | Severidad | Clasificación | Consumo_Pmy% | Consumo_Pme% | ConsumoTot/100 | Consumo tn | Den_consumo tn/ha | Sup_ha  |
|-------|-----------|----------|---------|--------|---------|--------------|--------------|-----------|---------------|--------------|--------------|----------------|------------|-------------------|---------|
| 0     | 12        | 1        | 2       | 61.317 | 6.576   | 52.40206     | 47.59794     | 1         | No Quemado    | 0.000        | 0.000        | 0.000          | 0.000      | 0.000             | 0.10724 |
| 1     | 12        | 1        | 8       | 26.649 | 0.062   | 3.80645      | 96.19355     | 1         | No Quemado    | 0.000        | 0.000        | 0.000          | 0.000      | 0.000             | 0.00232 |
| 2     | 12        | 4        | 0       | 0.000  | 0.000   | 0            | 0            | 1         | No Quemado    | 0.000        | 0.000        | 0.000          | 0.000      | 0.000             | 0.03963 |
| 3     | 12        | 1        | 2       | 61.317 | 5.519   | 52.40206     | 47.59794     | 1         | No Quemado    | 0.000        | 0.000        | 0.000          | 0.000      | 0.000             | 0.09    |
| 4     | 12        | 1        | 2       | 61.317 | 19.337  | 52.40206     | 47.59794     | 2         | Baja          | 13.101       | 33.795       | 0.469          | 9.068      | 28.755            | 0.31536 |
| 5     | 12        | 1        | 8       | 26.649 | 2.205   | 3.80645      | 96.19355     | 2         | Baja          | 0.952        | 68.297       | 0.692          | 1.527      | 18.454            | 0.08276 |
| 6     | 12        | 4        | 0       | 0.000  | 0.000   | 0            | 0            | 2         | Baja          | 0.000        | 0.000        | 0.000          | 0.000      | 0.000             | 0.05577 |
| 7     | 12        | 35       | 18      | 27.033 | 7.009   | 16.60208     | 83.39792     | 2         | Baja          | 4.151        | 59.213       | 0.634          | 4.441      | 17.129            | 0.25926 |
| 8     | 12        | 11       | 18      | 27.033 | 1.907   | 16.60208     | 83.39792     | 3         | Moderada      | 7.803        | 70.054       | 0.779          | 1.485      | 21.047            | 0.07054 |
| 9     | 12        | 35       | 18      | 27.033 | 4.585   | 16.60208     | 83.39792     | 3         | Moderada      | 7.803        | 70.054       | 0.779          | 3.570      | 21.047            | 0.1696  |
| 10    | 12        | 1        | 2       | 61.317 | 12.984  | 52.40206     | 47.59794     | 2         | Baja          | 13.101       | 33.795       | 0.469          | 6.089      | 28.755            | 0.21175 |
| 11    | 12        | 8        | 18      | 27.033 | 0.237   | 16.60208     | 83.39792     | 2         | Baja          | 4.151        | 59.213       | 0.634          | 0.150      | 17.129            | 0.00877 |
| 12    | 12        | 1        | 2       | 61.317 | 2.436   | 52.40206     | 47.59794     | 2         | Baja          | 13.101       | 33.795       | 0.469          | 1.142      | 28.755            | 0.03972 |
| 13    | 12        | 8        | 18      | 27.033 | 0.484   | 16.60208     | 83.39792     | 2         | Baja          | 4.151        | 59.213       | 0.634          | 0.307      | 17.129            | 0.01792 |
| 14    | 12        | 11       | 18      | 27.033 | 6.206   | 16.60208     | 83.39792     | 2         | Baja          | 4.151        | 59.213       | 0.634          | 3.932      | 17.129            | 0.22958 |
| 15    | 12        | 35       | 18      | 27.033 | 0.584   | 16.60208     | 83.39792     | 2         | Baja          | 4.151        | 59.213       | 0.634          | 0.370      | 17.129            | 0.0216  |
| 16    | 12        | 1        | 3       | 38.506 | 2.449   | 30.44836     | 69.55164     | 2         | Baja          | 7.612        | 49.382       | 0.570          | 1.396      | 21.946            | 0.06359 |
| 17    | 12        | 11       | 18      | 27.033 | 2.941   | 16.60208     | 83.39792     | 2         | Baja          | 4.151        | 59.213       | 0.634          | 1.864      | 17.129            | 0.10881 |
| 18    | 12        | 35       | 18      | 27.033 | 0.283   | 16.60208     | 83.39792     | 2         | Baja          | 4.151        | 59.213       | 0.634          | 0.179      | 17.129            | 0.01046 |
| 19    | 12        | 34       | 0       | 0.000  | 0.000   | 0            | 0            | 2         | Baja          | 0.000        | 0.000        | 0.000          | 0.000      | 0.000             | 0.00346 |
| •     |           |          |         |        |         |              |              |           |               |              |              |                |            |                   |         |
| •     |           |          |         |        |         |              |              |           |               |              |              |                |            |                   |         |
| 25637 | 46        | 1        | 1       | 82.384 | 0.942   | 67.46605     | 32.53395     | 1         | No Quemado    | 0.000        | 0.000        | 0.000          | 0.000      | 0.000             | 0.01144 |
| 25638 | 46        | 25       | 0       | 0.000  | 0.000   | 0            | 0            | 1         | No Quemado    | 0.000        | 0.000        | 0.000          | 0.000      | 0.000             | 0.21474 |
| 25639 | 46        | 1        | 2       | 50.659 | 5.710   | 53.01198     | 46.98802     | 3         | Moderada      | 24.916       | 39.470       | 0.644          | 3.676      | 32.617            | 0.11271 |
| 25640 | 46        | 25       | 0       | 0.000  | 0.000   | 0            | 0            | 3         | Moderada      | 0.000        | 0.000        | 0.000          | 0.000      | 0.000             | 0.06729 |
| 25641 | 46        | 1        | 2       | 50.659 | 2.840   | 53.01198     | 46.98802     | 3         | Moderada      | 24.916       | 39.470       | 0.644          | 1.829      | 32.617            | 0.05606 |
| 25642 | 46        | 25       | 0       | 0.000  | 0.000   | 0            | 0            | 3         | Moderada      | 0.000        | 0.000        | 0.000          | 0.000      | 0.000             | 0.00157 |
| 25643 | 46        | 15       | 0       | 0.000  | 0.000   | 0            | 0            | 2         | Baja          | 0.000        | 0.000        | 0.000          | 0.000      | 0.000             | 0.03026 |
| 25644 | 46        | 1        | 1       | 82.384 | 320.650 | 67.46605     | 32.53395     | 2         | Baja          | 16.867       | 23.099       | 0.400          | 128.150    | 32.925            | 3.89213 |
| 25645 | 46        | 1        | 2       | 50.659 | 15.702  | 53.01198     | 46.98802     | 2         | Baja          | 13.253       | 33.361       | 0.466          | 7.319      | 23.614            | 0.30995 |
| 25646 | 46        | 1        | 3       | 31.141 | 35.141  | 34.68832     | 64.9891      | 2         | Baja          | 8.672        | 46.142       | 0.548          | 19.262     | 17.069            | 1.12846 |
| 25647 | 46        | 1        | 2       | 50.659 | 205.836 | 53.01198     | 46.98802     | 2         | Baja          | 13.253       | 33.361       | 0.466          | 95.950     | 23.614            | 4.06318 |
| 25648 | 46        | 1        | 1       | 82.384 | 37.880  | 67.46605     | 32.53395     | 2         | Baja          | 16.867       | 23.099       | 0.400          | 15.139     | 32.925            | 0.4598  |
| 25649 | 46        | 1        | 3       | 31.141 | 97.125  | 34.68832     | 64.9891      | 2         | Baja          | 8.672        | 46.142       | 0.548          | 53.238     | 17.069            | 3.11891 |
| 25650 | 46        | 25       | 0       | 0.000  | 0.000   | 0            | 0            | 2         | Baja          | 0.000        | 0.000        | 0.000          | 0.000      | 0.000             | 2.16153 |
| 25651 | 46        | 1        | 2       | 50.659 | 89.161  | 53.01198     | 46.98802     | 2         | Baja          | 13.253       | 33.361       | 0.466          | 41.562     | 23.614            | 1.76003 |
| 25652 | 46        | 15       | 0       | 0.000  | 0.000   | 0            | 0            | 1         | No Quemado    | 0.000        | 0.000        | 0.000          | 0.000      | 0.000             | 0.79166 |
| 25653 | 46        | 1        | 2       | 50.659 | 0.538   | 53.01198     | 46.98802     | 1         | No Quemado    | 0.000        | 0.000        | 0.000          | 0.000      | 0.000             | 0.01062 |
| 25654 | 46        | 1        | 3       | 31.141 | 15.224  | 34.68832     | 64.9891      | 1         | No Quemado    | 0.000        | 0.000        | 0.000          | 0.000      | 0.000             | 0.48889 |
| 25655 | 46        | 1        | 2       | 50.659 | 3.551   | 53.01198     | 46.98802     | 1         | No Quemado    | 0.000        | 0.000        | 0.000          | 0.000      | 0.000             | 0.0701  |



### 6.3.4. Biomasa pre-existente y consumo de biomasa. Cortes de Pallás

| FID   | TipoEstr | Estrato | tn/Ha    | tn          | %BIO_May | %BIO_Men+Mat | Intensidad | Clasificación | Consumo_PMy% | Consumo_Pme% | ConsumoTot /100 | Consumo tn | Den.Consu tn/ha | Sup_Ha   |  |
|-------|----------|---------|----------|-------------|----------|--------------|------------|---------------|--------------|--------------|-----------------|------------|-----------------|----------|--|
| 0     | 15       | 0       | 0        | 0           | 0        | 0            | 0          | 2 Baja        | 0.000        | 0.000        | 0.000           | 0.000      | 0.000           | 0.0975   |  |
| 1     | 15       | 0       | 0        | 0           | 0        | 0            | 0          | 1 No Quemado  | 0.000        | 0.000        | 0.000           | 0.000      | 0.000           | 1.39215  |  |
| 2     | 15       | 0       | 0        | 0           | 0        | 0            | 0          | 3 Moderada    | 0.000        | 0.000        | 0.000           | 0.000      | 0.000           | 0.21452  |  |
| 3     | 18       | 0       | 0        | 0           | 0        | 0            | 0          | 2 Baja        | 0.000        | 0.000        | 0.000           | 0.000      | 0.000           | 0.01905  |  |
| 4     | 15       | 0       | 0        | 0           | 0        | 0            | 0          | 2 Baja        | 0.000        | 0.000        | 0.000           | 0.000      | 0.000           | 0.03858  |  |
| 5     | 15       | 0       | 0        | 0           | 0        | 0            | 0          | 2 Baja        | 0.000        | 0.000        | 0.000           | 0.000      | 0.000           | 0.26944  |  |
| 6     | 15       | 0       | 0        | 0           | 0        | 0            | 0          | 4 Alta        | 0.000        | 0.000        | 0.000           | 0.000      | 0.000           | 0.08319  |  |
| 7     | 15       | 0       | 0        | 0           | 0        | 0            | 0          | 2 Baja        | 0.000        | 0.000        | 0.000           | 0.000      | 0.000           | 1.27759  |  |
| 8     | 18       | 0       | 0        | 0           | 0        | 0            | 0          | 2 Baja        | 0.000        | 0.000        | 0.000           | 0.000      | 0.000           | 0.1941   |  |
| 9     | 15       | 0       | 0        | 0           | 0        | 0            | 0          | 2 Baja        | 0.000        | 0.000        | 0.000           | 0.000      | 0.000           | 0.64396  |  |
| 10    | 18       | 0       | 0        | 0           | 0        | 0            | 0          | 2 Baja        | 0.000        | 0.000        | 0.000           | 0.000      | 0.000           | 0.02653  |  |
| 11    | 15       | 0       | 0        | 0           | 0        | 0            | 0          | 2 Baja        | 0.000        | 0.000        | 0.000           | 0.000      | 0.000           | 0.06347  |  |
| 12    | 15       | 0       | 0        | 0           | 0        | 0            | 0          | 3 Moderada    | 0.000        | 0.000        | 0.000           | 0.000      | 0.000           | 0.23165  |  |
| 13    | 15       | 0       | 0        | 0           | 0        | 0            | 0          | 2 Baja        | 0.000        | 0.000        | 0.000           | 0.000      | 0.000           | 0.27     |  |
| 14    | 15       | 0       | 0        | 0           | 0        | 0            | 0          | 1 No Quemado  | 0.000        | 0.000        | 0.000           | 0.000      | 0.000           | 1.12931  |  |
| 15    | 18       | 0       | 0        | 0           | 0        | 0            | 0          | 1 No Quemado  | 0.000        | 0.000        | 0.000           | 0.000      | 0.000           | 0.3342   |  |
| 16    | 15       | 0       | 0        | 0           | 0        | 0            | 0          | 1 No Quemado  | 0.000        | 0.000        | 0.000           | 0.000      | 0.000           | 0.04143  |  |
| 17    | 15       | 0       | 0        | 0           | 0        | 0            | 0          | 3 Moderada    | 0.000        | 0.000        | 0.000           | 0.000      | 0.000           | 0.01455  |  |
| 18    | 35       | 11      | 20.65435 | 0.579147974 | 16.41198 | 82.70306     | 0          | 3 Moderada    | 7.714        | 69.471       | 0.772           | 0.447      | 15.942          | 0.02804  |  |
| •     |          |         |          |             |          |              |            |               |              |              |                 |            |                 |          |  |
| •     |          |         |          |             |          |              |            |               |              |              |                 |            |                 |          |  |
| 30532 | 1        | 3       | 31.14057 | 1.918881923 | 34.68832 | 64.9891      | 0          | 1 No Quemado  | 0.000        | 0.000        | 0.000           | 0.000      | 0.000           | 0.06162  |  |
| 30533 | 1        | 3       | 31.14057 | 1.918881923 | 34.68832 | 64.9891      | 0          | 2 Baja        | 8.672        | 46.142       | 0.548           | 1.052      | 17.069          | 0.06162  |  |
| 30534 | 1        | 3       | 31.14057 | 3.96139191  | 34.68832 | 64.9891      | 0          | 1 No Quemado  | 0.000        | 0.000        | 0.000           | 0.000      | 0.000           | 0.12721  |  |
| 30535 | 35       | 11      | 20.65435 | 1.214062693 | 16.41198 | 82.70306     | 0          | 2 Baja        | 4.103        | 58.719       | 0.628           | 0.763      | 12.976          | 0.05878  |  |
| 30536 | 1        | 3       | 31.14057 | 26.68871411 | 34.68832 | 64.9891      | 0          | 2 Baja        | 8.672        | 46.142       | 0.548           | 14.629     | 17.069          | 0.85704  |  |
| 30537 | 35       | 11      | 20.65435 | 2.509916612 | 16.41198 | 82.70306     | 0          | 2 Baja        | 4.103        | 58.719       | 0.628           | 1.577      | 12.976          | 0.12152  |  |
| 30538 | 35       | 11      | 20.65435 | 1.272721047 | 16.41198 | 82.70306     | 0          | 2 Baja        | 4.103        | 58.719       | 0.628           | 0.800      | 12.976          | 0.06162  |  |
| 30539 | 1        | 3       | 31.14057 | 23.12934696 | 34.68832 | 64.9891      | 0          | 2 Baja        | 8.672        | 46.142       | 0.548           | 12.678     | 17.069          | 0.74274  |  |
| 30540 | 35       | 11      | 20.65435 | 1.991285884 | 16.41198 | 82.70306     | 0          | 2 Baja        | 4.103        | 58.719       | 0.628           | 1.251      | 12.976          | 0.09641  |  |
| 30541 | 1        | 3       | 31.14057 | 63.92847615 | 34.68832 | 64.9891      | 0          | 2 Baja        | 8.672        | 46.142       | 0.548           | 35.042     | 17.069          | 2.0529   |  |
| 30542 | 35       | 11      | 20.65435 | 1.650076022 | 16.41198 | 82.70306     | 0          | 2 Baja        | 4.103        | 58.719       | 0.628           | 1.037      | 12.976          | 0.07989  |  |
| 30543 | 1        | 3       | 31.14057 | 0.016815908 | 34.68832 | 64.9891      | 0          | 2 Baja        | 8.672        | 46.142       | 0.548           | 0.009      | 17.069          | 0.00054  |  |
| 30544 | 35       | 11      | 20.65435 | 2.526853179 | 16.41198 | 82.70306     | 0          | 2 Baja        | 4.103        | 58.719       | 0.628           | 1.587      | 12.976          | 0.12234  |  |
| 30545 | 1        | 3       | 31.14057 | 1.688753111 | 34.68832 | 64.9891      | 0          | 2 Baja        | 8.672        | 46.142       | 0.548           | 0.926      | 17.069          | 0.05423  |  |
| 30546 | 15       | 0       | 0        | 0           | 0        | 0            | 0          | 1 No Quemado  | 0.000        | 0.000        | 0.000           | 0.000      | 0.000           | 0.01875  |  |
| 30547 | 15       | 0       | 0        | 0           | 0        | 0            | 0          | 1 No Quemado  | 0.000        | 0.000        | 0.000           | 0.000      | 0.000           | 0.1091   |  |
| 30548 | 1        | 3       | 31.14057 | 233.2139086 | 34.68832 | 64.9891      | 0          | 1 No Quemado  | 0.000        | 0.000        | 0.000           | 0.000      | 0.000           | 7.48907  |  |
| 30549 | 15       | 0       | 0        | 0           | 0        | 0            | 0          | 1 No Quemado  | 0.000        | 0.000        | 0.000           | 0.000      | 0.000           | 4.7381   |  |
| 30550 | 35       | 11      | 20.65435 | 1156.62749  | 16.41198 | 82.70306     | 0          | 1 No Quemado  | 0.000        | 0.000        | 0.000           | 0.000      | 0.000           | 55.99922 |  |
| 30551 | 35       | 11      | 20.65435 | 1302.481693 | 16.41198 | 82.70306     | 0          | 1 No Quemado  | 0.000        | 0.000        | 0.000           | 0.000      | 0.000           | 63.06089 |  |

6.3.5. Emisiones GEI. Andilla

|       | Total ha   | tn/ha   | 35.913          | 5.373       | 0.175       | 0.037           | 0.503             | 0.604            | 0.003            | 0.004           | 38.087              | Densidad de emisión (tn/ha) |        |        |                  |                    |                   |                   |                  |                      |         |
|-------|------------|---------|-----------------|-------------|-------------|-----------------|-------------------|------------------|------------------|-----------------|---------------------|-----------------------------|--------|--------|------------------|--------------------|-------------------|-------------------|------------------|----------------------|---------|
|       | 20945.000  | tn      | 752198.879      | 112529.389  | 3659.936    | 764.763         | 10542.802         | 12651.362        | 65.551           | 81.939          | 797735.043          | dCO <sub>2</sub>            | dCO    | dTHC   | dCH <sub>4</sub> | dPM <sub>2.5</sub> | dPM <sub>10</sub> | dN <sub>2</sub> O | dSO <sub>2</sub> | dCO <sub>2</sub> equ |         |
| FID   | Consumo tn | Sup_ha  | CO <sub>2</sub> | CO          | THC         | CH <sub>4</sub> | PM <sub>2.5</sub> | PM <sub>10</sub> | N <sub>2</sub> O | SO <sub>2</sub> | CO <sub>2</sub> equ | dCO <sub>2</sub>            | dCO    | dTHC   | dCH <sub>4</sub> | dPM <sub>2.5</sub> | dPM <sub>10</sub> | dN <sub>2</sub> O | dSO <sub>2</sub> | dCO <sub>2</sub> equ |         |
| 0     | 0.000      | 0.10724 | 0               | 0           | 0           | 0               | 0                 | 0                | 0                | 0               | 0                   | 0.0000                      | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000           | 0.0000             | 0.0000            | 0.0000            | 0.0000           | 0.0000               | 0.0000  |
| 1     | 0.000      | 0.00232 | 0               | 0           | 0           | 0               | 0                 | 0                | 0                | 0               | 0                   | 0.0000                      | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000           | 0.0000             | 0.0000            | 0.0000            | 0.0000           | 0.0000               | 0.0000  |
| 2     | 0.000      | 0.03963 | 0               | 0           | 0           | 0               | 0                 | 0                | 0                | 0               | 0                   | 0.0000                      | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000           | 0.0000             | 0.0000            | 0.0000            | 0.0000           | 0.0000               | 0.0000  |
| 3     | 0.000      | 0.09    | 0               | 0           | 0           | 0               | 0                 | 0                | 0                | 0               | 0                   | 0.0000                      | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000           | 0.0000             | 0.0000            | 0.0000            | 0.0000           | 0.0000               | 0.0000  |
| 4     | 9.068      | 0.31536 | 12.4867717      | 1.868028299 | 0.073451598 | 0.01269534      | 0.1750143         | 0.21001716       | 0.001088172      | 0.00136021      | 13.24268838         | 39.5953                     | 5.9235 | 0.2329 | 0.0403           | 0.5550             | 0.6660            | 0.0035            | 0.0043           | 41.9923              | 26.9500 |
| 5     | 1.527      | 0.08276 | 2.10307103      | 0.314620648 | 0.012371006 | 0.0021382       | 0.02947659        | 0.03537191       | 0.000183274      | 0.00022909      | 2.230385484         | 25.4117                     | 3.8016 | 0.1495 | 0.0258           | 0.3562             | 0.4274            | 0.0022            | 0.0028           | 26.9500              | 0.0000  |
| 6     | 0.000      | 0.05577 | 0               | 0           | 0           | 0               | 0                 | 0                | 0                | 0               | 0                   | 0.0000                      | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000           | 0.0000             | 0.0000            | 0.0000            | 0.0000           | 0.0000               | 0.0000  |
| 7     | 4.441      | 0.25926 | 6.11509577      | 0.91482188  | 0.035971152 | 0.00621724      | 0.08570904        | 0.10285085       | 0.000532906      | 0.00066613      | 6.485287771         | 23.5867                     | 3.5286 | 0.1387 | 0.0240           | 0.3306             | 0.3967            | 0.0021            | 0.0026           | 25.0146              | 30.7367 |
| 8     | 1.485      | 0.07054 | 2.04440119      | 0.305843606 | 0.012025889 | 0.00207855      | 0.02865428        | 0.03438514       | 0.000178161      | 0.0002227       | 2.168163922         | 28.9822                     | 4.3357 | 0.1705 | 0.0295           | 0.4062             | 0.4875            | 0.0025            | 0.0032           | 30.7367              | 0.0000  |
| 9     | 3.570      | 0.1696  | 4.91537343      | 0.735342721 | 0.028913961 | 0.00499747      | 0.06889376        | 0.08267251       | 0.000428355      | 0.00053544      | 5.212937358         | 28.9822                     | 4.3357 | 0.1705 | 0.0295           | 0.4062             | 0.4875            | 0.0025            | 0.0032           | 30.7367              | 0.0000  |
| 10    | 6.089      | 0.21175 | 8.38430335      | 1.254296652 | 0.049319431 | 0.00852435      | 0.1175142         | 0.14101704       | 0.000730658      | 0.00091332      | 8.891867276         | 39.5953                     | 5.9235 | 0.2329 | 0.0403           | 0.5550             | 0.6660            | 0.0035            | 0.0043           | 41.9923              | 25.0146 |
| 11    | 0.150      | 0.00877 | 0.20685563      | 0.030945722 | 0.001216798 | 0.00021031      | 0.00289928        | 0.00347914       | 1.80266E-05      | 2.2533E-05      | 0.219378129         | 23.5867                     | 3.5286 | 0.1387 | 0.0240           | 0.3306             | 0.3967            | 0.0021            | 0.0026           | 25.0146              | 0.0000  |
| 12    | 1.142      | 0.03972 | 1.57272505      | 0.235280581 | 0.009251324 | 0.00159899      | 0.02204328        | 0.02645193       | 0.000137057      | 0.00017132      | 1.667933734         | 39.5953                     | 5.9235 | 0.2329 | 0.0403           | 0.5550             | 0.6660            | 0.0035            | 0.0043           | 41.9923              | 25.0146 |
| 13    | 0.307      | 0.01792 | 0.42267421      | 0.063232308 | 0.002486319 | 0.00042973      | 0.00592419        | 0.00710903       | 3.68344E-05      | 4.6043E-05      | 0.44826181          | 23.5867                     | 3.5286 | 0.1387 | 0.0240           | 0.3306             | 0.3967            | 0.0021            | 0.0026           | 25.0146              | 0.0000  |
| 14    | 3.932      | 0.22958 | 5.41504161      | 0.81009337  | 0.031853186 | 0.00550549      | 0.0758971         | 0.09107652       | 0.000471899      | 0.00058987      | 5.742854148         | 23.5867                     | 3.5286 | 0.1387 | 0.0240           | 0.3306             | 0.3967            | 0.0021            | 0.0026           | 25.0146              | 0.0000  |
| 15    | 0.370      | 0.0216  | 0.50947338      | 0.076217514 | 0.002996902 | 0.00051798      | 0.00714077        | 0.00856892       | 4.43986E-05      | 5.5498E-05      | 0.540315575         | 23.5867                     | 3.5286 | 0.1387 | 0.0240           | 0.3306             | 0.3967            | 0.0021            | 0.0026           | 25.0146              | 0.0000  |
| 16    | 1.396      | 0.06359 | 1.92165438      | 0.287480612 | 0.011303849 | 0.00195375      | 0.02693386        | 0.03232064       | 0.000167464      | 0.00020933      | 2.037986341         | 30.2194                     | 4.5208 | 0.1778 | 0.0307           | 0.4236             | 0.5083            | 0.0026            | 0.0033           | 32.0488              | 0.0000  |
| 25636 | 0.872      | 0.03952 | 1.20140403      | 0.179730741 | 0.007067083 | 0.00122147      | 0.01683885        | 0.02020662       | 0.000104698      | 0.00013087      | 1.274133911         | 30.3999                     | 4.5478 | 0.1788 | 0.0309           | 0.4261             | 0.5113            | 0.0026            | 0.0033           | 32.2402              | 0.0000  |
| 25637 | 0.000      | 0.01144 | 0               | 0           | 0           | 0               | 0                 | 0                | 0                | 0               | 0                   | 0.0000                      | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000           | 0.0000             | 0.0000            | 0.0000            | 0.0000           | 0.0000               | 0.0000  |
| 25638 | 0.000      | 0.21474 | 0               | 0           | 0           | 0               | 0                 | 0                | 0                | 0               | 0                   | 0.0000                      | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000           | 0.0000             | 0.0000            | 0.0000            | 0.0000           | 0.0000               | 0.0000  |
| 25639 | 3.676      | 0.11271 | 5.062218        | 0.757310754 | 0.029777753 | 0.00514677      | 0.07095193        | 0.08514232       | 0.000441152      | 0.00055144      | 5.368671522         | 44.9137                     | 6.7191 | 0.2642 | 0.0457           | 0.6295             | 0.7554            | 0.0039            | 0.0049           | 47.6326              | 0.0000  |
| 25640 | 0.000      | 0.06729 | 0               | 0           | 0           | 0               | 0                 | 0                | 0                | 0               | 0                   | 0.0000                      | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000           | 0.0000             | 0.0000            | 0.0000            | 0.0000           | 0.0000               | 0.0000  |
| 25641 | 1.829      | 0.05606 | 2.51785947      | 0.37667324  | 0.014810938 | 0.00255992      | 0.03529026        | 0.04234831       | 0.000219421      | 0.00027428      | 2.670284141         | 44.9137                     | 6.7191 | 0.2642 | 0.0457           | 0.6295             | 0.7554            | 0.0039            | 0.0049           | 47.6326              | 0.0000  |
| 25642 | 0.000      | 0.00157 | 0               | 0           | 0           | 0               | 0                 | 0                | 0                | 0               | 0                   | 0.0000                      | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000           | 0.0000             | 0.0000            | 0.0000            | 0.0000           | 0.0000               | 0.0000  |
| 25643 | 0.000      | 0.03026 | 0               | 0           | 0           | 0               | 0                 | 0                | 0                | 0               | 0                   | 0.0000                      | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000           | 0.0000             | 0.0000            | 0.0000            | 0.0000           | 0.0000               | 0.0000  |
| 25644 | 128.150    | 3.89213 | 176.462473      | 26.39888849 | 1.038014547 | 0.17940992      | 2.47329392        | 2.96795271       | 0.015377993      | 0.01922249      | 187.1450524         | 45.3383                     | 6.7826 | 0.2667 | 0.0461           | 0.6355             | 0.7626            | 0.0040            | 0.0049           | 48.0829              | 0.0000  |
| 25645 | 7.319      | 0.30995 | 10.0786517      | 1.507772151 | 0.059286187 | 0.010247        | 0.14126215        | 0.16951458       | 0.000878314      | 0.00109789      | 10.68878708         | 32.5170                     | 4.8646 | 0.1913 | 0.0331           | 0.4558             | 0.5469            | 0.0028            | 0.0035           | 34.4855              | 0.0000  |
| 25646 | 19.262     | 1.12846 | 26.5241127      | 3.96802267  | 0.156024192 | 0.02696714      | 0.37176135        | 0.44611362       | 0.00231147       | 0.00288934      | 28.12981353         | 23.5047                     | 3.5163 | 0.1383 | 0.0239           | 0.3294             | 0.3953            | 0.0020            | 0.0026           | 24.9276              | 0.0000  |
| 25647 | 95.950     | 4.06318 | 132.122523      | 19.76560622 | 0.777191313 | 0.13432936      | 1.85182621        | 2.22219146       | 0.011513945      | 0.01439243      | 140.1208772         | 32.5170                     | 4.8646 | 0.1913 | 0.0331           | 0.4558             | 0.5469            | 0.0028            | 0.0035           | 34.4855              | 0.0000  |
| 25648 | 15.139     | 0.4598  | 20.8465404      | 3.118654548 | 0.122626708 | 0.02119474      | 0.29218463        | 0.35062155       | 0.001816692      | 0.00227086      | 22.10853571         | 45.3383                     | 6.7826 | 0.2667 | 0.0461           | 0.6355             | 0.7626            | 0.0040            | 0.0049           | 48.0829              | 0.0000  |
| 25649 | 53.238     | 3.11891 | 73.3090409      | 10.96707512 | 0.431229653 | 0.07453352      | 1.02749781        | 1.23299738       | 0.006388587      | 0.00798573      | 77.7469797          | 23.5047                     | 3.5163 | 0.1383 | 0.0239           | 0.3294             | 0.3953            | 0.0020            | 0.0026           | 24.9276              | 0.0000  |
| 25650 | 0.000      | 2.16153 | 0               | 0           | 0           | 0               | 0                 | 0                | 0                | 0               | 0                   | 0.0000                      | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000           | 0.0000             | 0.0000            | 0.0000            | 0.0000           | 0.0000               | 0.0000  |
| 25651 | 41.562     | 1.76003 | 57.2309384      | 8.561781638 | 0.336652579 | 0.05818687      | 0.8021475         | 0.962577         | 0.004987446      | 0.00623431      | 60.69555064         | 32.5170                     | 4.8646 | 0.1913 | 0.0331           | 0.4558             | 0.5469            | 0.0028            | 0.0035           | 34.4855              | 0.0000  |
| 25652 | 0.000      | 0.79166 | 0               | 0           | 0           | 0               | 0                 | 0                | 0                | 0               | 0                   | 0.0000                      | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000           | 0.0000             | 0.0000            | 0.0000            | 0.0000           | 0.0000               | 0.0000  |
| 25653 | 0.000      | 0.01062 | 0               | 0           | 0           | 0               | 0                 | 0                | 0                | 0               | 0                   | 0.0000                      | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000           | 0.0000             | 0.0000            | 0.0000            | 0.0000           | 0.0000               | 0.0000  |
| 25654 | 0.000      | 0.48889 | 0               | 0           | 0           | 0               | 0                 | 0                | 0                | 0               | 0                   | 0.0000                      | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000           | 0.0000             | 0.0000            | 0.0000            | 0.0000           | 0.0000               | 0.0000  |
| 25655 | 0.000      | 0.0701  | 0               | 0           | 0           | 0               | 0                 | 0                | 0                | 0               | 0                   | 0.0000                      | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000           | 0.0000             | 0.0000            | 0.0000            | 0.0000           | 0.0000               | 0.0000  |

6.3.6. Emisiones GEI. Cortes de Pallás

|     |            | Total_ha  | tn/ha           | 21.417     | 3.204     | 0.126           | 0.022             | 0.300            | 0.360            | 0.002           | 0.002               | 22.713           |                             |      |                  |                    |                   |                   |                  |                     |   |
|-----|------------|-----------|-----------------|------------|-----------|-----------------|-------------------|------------------|------------------|-----------------|---------------------|------------------|-----------------------------|------|------------------|--------------------|-------------------|-------------------|------------------|---------------------|---|
|     |            | 29752.000 | tn              | 637185.955 | 95323.389 | 3748.153        | 647.829           | 8930.784         | 10716.940        | 55.528          | 69.410              | 675759.536       | Densidad de emisión (tn/ha) |      |                  |                    |                   |                   |                  |                     |   |
| FID | Consumo tn | Sup_ha    | CO <sub>2</sub> | CO         | THC       | CH <sub>4</sub> | PM <sub>2.5</sub> | PM <sub>10</sub> | N <sub>2</sub> O | SO <sub>2</sub> | CO <sub>2</sub> equ | dCO <sub>2</sub> | dCO                         | dTHC | dCH <sub>4</sub> | dPM <sub>2.5</sub> | dPM <sub>10</sub> | dN <sub>2</sub> O | dSO <sub>2</sub> | CO <sub>2</sub> equ |   |
| 0   | 0          | 0.0975    | 0               | 0          | 0         | 0               | 0                 | 0                | 0                | 0               | 0                   | 0                | 0                           | 0    | 0                | 0                  | 0                 | 0                 | 0                | 0                   | 0 |
| 1   | 0          | 1.39215   | 0               | 0          | 0         | 0               | 0                 | 0                | 0                | 0               | 0                   | 0                | 0                           | 0    | 0                | 0                  | 0                 | 0                 | 0                | 0                   | 0 |
| 2   | 0          | 0.21452   | 0               | 0          | 0         | 0               | 0                 | 0                | 0                | 0               | 0                   | 0                | 0                           | 0    | 0                | 0                  | 0                 | 0                 | 0                | 0                   | 0 |
| 3   | 0          | 0.01905   | 0               | 0          | 0         | 0               | 0                 | 0                | 0                | 0               | 0                   | 0                | 0                           | 0    | 0                | 0                  | 0                 | 0                 | 0                | 0                   | 0 |
| 4   | 0          | 0.03858   | 0               | 0          | 0         | 0               | 0                 | 0                | 0                | 0               | 0                   | 0                | 0                           | 0    | 0                | 0                  | 0                 | 0                 | 0                | 0                   | 0 |
| 5   | 0          | 0.26944   | 0               | 0          | 0         | 0               | 0                 | 0                | 0                | 0               | 0                   | 0                | 0                           | 0    | 0                | 0                  | 0                 | 0                 | 0                | 0                   | 0 |
| 6   | 0          | 0.08319   | 0               | 0          | 0         | 0               | 0                 | 0                | 0                | 0               | 0                   | 0                | 0                           | 0    | 0                | 0                  | 0                 | 0                 | 0                | 0                   | 0 |
| 7   | 0          | 1.27759   | 0               | 0          | 0         | 0               | 0                 | 0                | 0                | 0               | 0                   | 0                | 0                           | 0    | 0                | 0                  | 0                 | 0                 | 0                | 0                   | 0 |
| 8   | 0          | 0.1941    | 0               | 0          | 0         | 0               | 0                 | 0                | 0                | 0               | 0                   | 0                | 0                           | 0    | 0                | 0                  | 0                 | 0                 | 0                | 0                   | 0 |
| 9   | 0          | 0.64396   | 0               | 0          | 0         | 0               | 0                 | 0                | 0                | 0               | 0                   | 0                | 0                           | 0    | 0                | 0                  | 0                 | 0                 | 0                | 0                   | 0 |
| 10  | 0          | 0.02653   | 0               | 0          | 0         | 0               | 0                 | 0                | 0                | 0               | 0                   | 0                | 0                           | 0    | 0                | 0                  | 0                 | 0                 | 0                | 0                   | 0 |
| 11  | 0          | 0.06347   | 0               | 0          | 0         | 0               | 0                 | 0                | 0                | 0               | 0                   | 0                | 0                           | 0    | 0                | 0                  | 0                 | 0                 | 0                | 0                   | 0 |
| 12  | 0          | 0.23165   | 0               | 0          | 0         | 0               | 0                 | 0                | 0                | 0               | 0                   | 0                | 0                           | 0    | 0                | 0                  | 0                 | 0                 | 0                | 0                   | 0 |
| 13  | 0          | 0.27      | 0               | 0          | 0         | 0               | 0                 | 0                | 0                | 0               | 0                   | 0                | 0                           | 0    | 0                | 0                  | 0                 | 0                 | 0                | 0                   | 0 |
| 14  | 0          | 1.12931   | 0               | 0          | 0         | 0               | 0                 | 0                | 0                | 0               | 0                   | 0                | 0                           | 0    | 0                | 0                  | 0                 | 0                 | 0                | 0                   | 0 |
| 15  | 0          | 0.3342    | 0               | 0          | 0         | 0               | 0                 | 0                | 0                | 0               | 0                   | 0                | 0                           | 0    | 0                | 0                  | 0                 | 0                 | 0                | 0                   | 0 |
| 16  | 0          | 0.04143   | 0               | 0          | 0         | 0               | 0                 | 0                | 0                | 0               | 0                   | 0                | 0                           | 0    | 0                | 0                  | 0                 | 0                 | 0                | 0                   | 0 |

•  
•

|       |             |          |             |            |             |            |            |            |             |            |            |             |            |            |            |            |            |            |            |            |   |
|-------|-------------|----------|-------------|------------|-------------|------------|------------|------------|-------------|------------|------------|-------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|---|
| 30533 | 1.051822481 | 0.06162  | 1.448359556 | 0.21667543 | 0.008519762 | 0.00147255 | 0.02030017 | 0.02436021 | 0.000126219 | 0.00015777 | 1.53603948 | 23.50469906 | 3.51631664 | 0.13826294 | 0.0238973  | 0.32944132 | 0.39532958 | 0.00204834 | 0.00256042 | 24.9276124 |   |
| 30534 | 0           | 0.12721  | 0           | 0          | 0           | 0          | 0          | 0          | 0           | 0          | 0          | 0           | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0 |
| 30535 | 0.7627005   | 0.05878  | 1.050238588 | 0.1571163  | 0.006177874 | 0.00106778 | 0.01472012 | 0.01766414 | 9.15241E-05 | 0.00011441 | 1.1138173  | 17.86727778 | 2.67295514 | 0.10510163 | 0.01816571 | 0.25042735 | 0.30051282 | 0.00155706 | 0.00194633 | 18.9489163 |   |
| 30536 | 14.62924276 | 0.85704  | 20.14446728 | 3.01362401 | 0.118496866 | 0.02048094 | 0.28234439 | 0.33881326 | 0.001755509 | 0.00219439 | 21.363961  | 23.50469906 | 3.51631664 | 0.13826294 | 0.0238973  | 0.32944132 | 0.39532958 | 0.00204834 | 0.00256042 | 24.9276124 |   |
| 30537 | 1.576784021 | 0.12152  | 2.171231596 | 0.32481751 | 0.012771951 | 0.0022075  | 0.03043193 | 0.03651832 | 0.000189214 | 0.00023652 | 2.30267231 | 17.86727778 | 2.67295514 | 0.10510163 | 0.01816571 | 0.25042735 | 0.30051282 | 0.00155706 | 0.00194633 | 18.9489163 |   |
| 30538 | 0.799550949 | 0.06162  | 1.100981657 | 0.1647075  | 0.006476363 | 0.00111937 | 0.01543133 | 0.0185176  | 9.59461E-05 | 0.00011993 | 1.16763222 | 17.86727778 | 2.67295514 | 0.10510163 | 0.01816571 | 0.25042735 | 0.30051282 | 0.00155706 | 0.00194633 | 18.9489163 |   |
| 30539 | 12.67819911 | 0.74274  | 17.45788018 | 2.61170902 | 0.102693413 | 0.01774948 | 0.24468924 | 0.29362709 | 0.001521384 | 0.00190173 | 18.5147349 | 23.50469906 | 3.51631664 | 0.13826294 | 0.0238973  | 0.32944132 | 0.39532958 | 0.00204834 | 0.00256042 | 24.9276124 |   |
| 30540 | 1.250968955 | 0.09641  | 1.722584251 | 0.2576996  | 0.010132849 | 0.00175136 | 0.0241437  | 0.02897244 | 0.000150116 | 0.00018765 | 1.82686502 | 17.86727778 | 2.67295514 | 0.10510163 | 0.01816571 | 0.25042735 | 0.30051282 | 0.00155706 | 0.00194633 | 18.9489163 |   |
| 30541 | 35.04197291 | 2.0529   | 48.2527967  | 7.21864642 | 0.283839981 | 0.04905876 | 0.67631008 | 0.81157209 | 0.004205037 | 0.0052563  | 51.1738956 | 23.50469906 | 3.51631664 | 0.13826294 | 0.0238973  | 0.32944132 | 0.39532958 | 0.00204834 | 0.00256042 | 24.9276124 |   |
| 30542 | 1.036613524 | 0.07989  | 1.427416822 | 0.21354239 | 0.00839657  | 0.00145126 | 0.02000664 | 0.02400797 | 0.000124394 | 0.00015549 | 1.51382893 | 17.86727778 | 2.67295514 | 0.10510163 | 0.01816571 | 0.25042735 | 0.30051282 | 0.00155706 | 0.00194633 | 18.9489163 |   |
| 30543 | 0.009217529 | 0.00054  | 0.012692537 | 0.00189881 | 7.4662E-05  | 1.2905E-05 | 0.0001779  | 0.00021348 | 1.1061E-06  | 1.3826E-06 | 0.01346091 | 23.50469906 | 3.51631664 | 0.13826294 | 0.0238973  | 0.32944132 | 0.39532958 | 0.00204834 | 0.00256042 | 24.9276124 |   |
| 30544 | 1.587423939 | 0.12234  | 2.185882764 | 0.32700933 | 0.012858134 | 0.00222239 | 0.03063728 | 0.03676474 | 0.000190491 | 0.00023811 | 2.31821042 | 17.86727778 | 2.67295514 | 0.10510163 | 0.01816571 | 0.25042735 | 0.30051282 | 0.00155706 | 0.00194633 | 18.9489163 |   |
| 30545 | 0.925678889 | 0.05423  | 1.27465983  | 0.19068985 | 0.007497999 | 0.00129595 | 0.0178656  | 0.02143872 | 0.000111081 | 0.00013885 | 1.35182442 | 23.50469906 | 3.51631664 | 0.13826294 | 0.0238973  | 0.32944132 | 0.39532958 | 0.00204834 | 0.00256042 | 24.9276124 |   |
| 30546 | 0           | 0.01875  | 0           | 0          | 0           | 0          | 0          | 0          | 0           | 0          | 0          | 0           | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          |   |
| 30547 | 0           | 0.1091   | 0           | 0          | 0           | 0          | 0          | 0          | 0           | 0          | 0          | 0           | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          |   |
| 30548 | 0           | 7.48907  | 0           | 0          | 0           | 0          | 0          | 0          | 0           | 0          | 0          | 0           | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          |   |
| 30549 | 0           | 4.7381   | 0           | 0          | 0           | 0          | 0          | 0          | 0           | 0          | 0          | 0           | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          |   |
| 30550 | 0           | 55.99922 | 0           | 0          | 0           | 0          | 0          | 0          | 0           | 0          | 0          | 0           | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0 |
| 30551 | 0           | 63.06089 | 0           | 0          | 0           | 0          | 0          | 0          | 0           | 0          | 0          | 0           | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0 |

**6.4. Bases de datos del IFN 3 (Ver CD)**

**6.5. Imágenes de satélite Landsat 7 (Ver CD)**

**6.6. Mapas**