

TFG

OPTIMIZACIÓN DE SISTEMAS DE ANÁLISIS DE IMAGEN PARA LA ELABORACIÓN DE UNA COLECCIÓN DE FICHAS DE MADERA DE USO PROFESIONAL EN RESTAURACIÓN.

Presentado por Amparo Talavera Galbis
Tutor: Dra. M^a Teresa Doménech Carbó

Facultat de Belles Arts de Sant Carles
Grado en Conservación y Restauración de Bienes Culturales
Curso 2013-2014



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA
FACULTAT DE BELLES ARTS DE SANT CARLES

**OPTIMIZACIÓN DE SISTEMAS DE ANÁLISIS DE IMAGEN PARA LA ELABORACIÓN DE UNA
COLECCIÓN DE FICHAS DE MADERA DE USO PROFESIONAL EN RESTAURACIÓN.**

1. RESUMEN

Las nuevas tecnologías son una herramienta de gran utilidad para facilitarnos la vida en distintos campos. Este trabajo se centra en el uso de este instrumento para ayudar al restaurador en la tarea de identificación de los distintos tipos de madera de los que pueden estar formadas las obras. Entre todos los métodos de análisis e identificación de madera, este estudio usa el método de comparación de la anatomía de dichas maderas. Para ello se ha empleado un software informático de análisis de imagen mediante el cual recaudamos múltiples datos. Se trata del programa LEICA, el cual se ha empleado tanto en modo automático como manual para extraer toda la información necesaria. Ya que cada una de las muestras de maderas son únicas porque ningún árbol es exactamente igual a otro aunque sea de su especie, al recaudar los parámetros que se iban a estudiar para la realización de las fichas técnicas de cada uno de los ejemplares, se seleccionaron los datos más significativos anatómicamente. Una vez recabadas las principales características se procede a la creación de las fichas. Estas contienen las peculiaridades técnicas de cada madera, tanto la situación geográfica de cada uno de los árboles como sus características y las particularidades a nivel macroscópico y microscópico. A pesar de las dificultades encontradas durante el trabajo, el balance final es positivo puesto que el principal objetivo de demostrar la importancia del análisis digital de muestras microscópicas de maderas para su identificación se ha cumplido, resultando ser un método fácil y eficaz en cuanto a la determinación de qué tipo de madera es la que forma la obra que tenemos en nuestras manos.

Palabras clave: madera, catalogo, base de datos, LEICA, análisis de imagen.

RESUM

Les noves tecnologies constitueixen una ferramenta de gran utilitat per a facilitar-nos la vida en diversos àmbits. Aquest treball se centra en l'ús d'aquest instrument per a ajudar el restaurador en la tarea d'identificació dels diferents tipus de fusta que poden trobar-se a les obres. Entre tots els mètodes d'anàlisi e identificació de fusta, aquest estudi utilitza el mètode de comparació de l'anatomia d'aquestes maderes. Per tal d'aconseguir-ho, s'ha emprat un software informàtic d'anàlisi d'imatge mitjançant el qual recavem múltiples dades. Es tracta del programa LEICA, el qual s'ha emprat tant en mode automàtic com manual amb l'objectiu d'extraer tota la informació necessària. Ja que cada una de les mostres de fusta són úniques perquè cap arbre és exactament igual a un altre encara que siguin de la mateixa espècie, al recaudar els paràmetres que s'anaven a estudiar per a la realització de les fitxes tècniques de cadascún dels exemplars, es van seleccionar les dades més significatives anatòmicament. Una vegada recavades les principals característiques, es procedeix a la creació de les fitxes. Aquestes contenen les peculiaritats tècniques de cada fusta, tant la situació geogràfica de cadascún dels arbres com les seues característiques i les particulatitats a nivel macroscòpic i microscòpic. A pesar de les dificultats trobades al llarg del treball, el balanç final és positiu, doncs el principal objectiu de demostrar la importància de l'anàlisi digital de mostres microscòpiques de maderes per a la seua identificació s'ha complert, resultant ser un mètode fàcil i eficaç en quant a la determinació de què tipus de fusta és aquella que forma l'obra que tenim a les nostres mans.

Paraules clau: fusta, catalec, base de dades, LEICA, anàlisi d'imatge.

ABSTRACT

New technologies are a useful tool to make life easier in different fields. This work focuses on the use of this instrument to assist in restoring the task of identifying the different types of wood that can be formed works. Among all methods of analysis and identification of wood, this study uses the method of comparing the anatomy of these woods. For this we have used a computer image analysis software whereby we collect multiple data. This is the LEICA program, which has been used both in automatic and manual modes to extract all the necessary information. Since each of the wood samples are unique because no tree is exactly the same as another even if its kind, to raise the parameters would study for the realization of the techniques of each of the copies chips were selected anatomically more meaningful data. Once collected the main characteristics we proceed to create the tabs. These contain the technical characteristics of each wood, both the geographical location of each of the trees as their features and characteristics at the macroscopic and microscopic level. Despite the difficulties encountered during the job, the bottom line is positive since the primary objective of demonstrating the importance of digital analysis of microscopic wood samples for identification is fulfilled, proving to be an easy and effective method to determining what type of wood form the work we have in our hands.

Keywords: Wood, catalog, database, LEICA, image analysis

2. AGRADECIMIENTOS

Este trabajo no habría sido posible sin la ayuda de mi familia, los cuales me han apoyado durante toda la carrera y en la recta final no ha sido menos. Agradecer a mi tutora, Teresa, la oportunidad que me ha dado de realizar un estudio como este y a mis amigos que han tenido mucha paciencia conmigo en los momentos de estrés.

3. ÍNDICE

1. RESUMEN	3
2. AGRADECIMIENTOS.....	6
3. ÍNDICE.....	7
4. INTRODUCCIÓN	8
4.1 Qué es la madera:	8
4.2 Por qué nos interesa estudiar la madera:	8
4.3 Antecedentes:	9
4.4 Motivación:	9
5. OBJETIVOS Y METODOLOGÍA	10
5.1 Objetivos:	10
5.2 Metodología:	10
6. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO.....	11
6.1 Elaboración de preparaciones permanentes de madera	11
6.2 Obtención de imágenes mediante microscopio óptico	12
6.3 Análisis de imagen mediante software LEICA	12
6.4 Selección y clasificación de los datos obtenidos	16
6.5 Creación de la ficha técnica.....	18
7. CONCLUSIONES	20
8. BIBLIOGRAFÍA.....	21
9. ANEXOS	22
9.1: DATOS HAYA MODELO	22
9.2: FICHAS TÉCNICAS	22

4. INTRODUCCIÓN

4.1 Qué es la madera:

a) Según la RAE:

Madera¹.

(Del lat. materia).

1. f. Parte sólida de los árboles cubierta por la corteza.
2. f. Pieza de madera labrada que sirve para cualquier obra de carpintería.

b) Definición:

Material orgánico, constituyente del tronco y ramas de los árboles, presente en la vida del hombre desde sus orígenes y que ha sido utilizado a lo largo de la historia como combustible, material de construcción arquitectónica, materia prima para la elaboración de otros elementos y creación de obras artísticas debido a sus buenas características de dureza y resistencia.

4.2 Por qué nos interesa estudiar la madera:

A lo largo de la historia se han empleado múltiples materiales para elaborar creaciones artísticas, no obstante, la madera ha sido siempre uno de los elementos más recurrentes gracias a su fácil obtención. Para concebir la importancia de su uso podemos dividir los elementos elaborados en tres grandes grupos:

- En primer lugar tendríamos los arquitectónicos inmóviles por ejemplo: balcones, vigas, puertas y ventanas.
- El segundo tipo serian de carácter provisional, que es el caso de los retablos y capelardentes.
- Por último, tendríamos elementos del mobiliario o decorativos como pueden ser sillas, mesas, tablas pictóricas, esculturas y pequeños utensilios con distinta funcionalidad.

Todos estos objetos nos rodean a diario y muchos de ellos tienen gran relevancia en el arte, por este motivo es importante que seamos capaces de determinar el tipo de madera, identificar sus patologías y restaurar las obras de arte teniendo en cuenta el comportamiento mecánico de la misma.

¹ Real Academia Española. (2001). *Diccionario de la lengua española* (22.aed.). Consultado en <http://www.rae.es/rae.html>

4.3 Antecedentes:

A lo largo de la historia muchos son los autores que han considerado importante identificar el tipo de madera y conocer sus principales características a distintos niveles.

En cuanto a estudios de carácter macroscópico destacan libros como: "*Mil maderas*²", "*Estudio de las Principales Maderas Comerciales de Frondosas Peninsulares*³", "*Especies 2de la madera*⁴".

Por otro lado, hay libros que se centran en el análisis de las características microscópicas de las distintas especies. Este tipo de estudios es más detallado y te permite identificar el tipo de madera con muy poca cantidad de material. Para la restauración de obras elaboradas con madera en las que no se puede observar a simple vista ninguna característica es muy importante tener la posibilidad de identificarlas con una muestra lo más pequeña posible para evitar cualquier tipo de daño a la pieza. Por ello son fundamentales libros como: "*Anatomía de las maderas frondosas españolas*⁵" "*Anatomía e identificación de las maderas de coníferas españolas*⁶"

4.4 Motivación:

Como hemos visto en el apartado anterior son muchos los autores que han tratado este tema debido a la importancia de la madera como soporte artístico, tanto en la antigüedad como en la actualidad, pero actualmente estamos viviendo la era de las nuevas tecnologías donde prácticamente todo esta informatizado y en la red, y es precisamente en este sentido donde he encontrado una carencia importante de información.

En la última década se han desarrollado nuevos sistemas informáticos de análisis de imagen que se han aplicado, entre otros, a determinar cuantitativamente los elementos anatómicos de organismos vivos y clasificarlos de forma precisa. Si bien, estos sistemas nunca se han aplicado al estudio y clasificación de maderas. Con este proyecto se pretende innovar en un tema tan importante y recurrente en el ámbito profesional de la restauración, creando recursos prácticos y accesibles globalmente. De este modo, la principal motivación es la ausencia de un soporte tecnológico que cumpla estos requisitos.

² SOLER BURILLO, MANUEL. *Mil maderas* UPV

³ FERNANDO NAJERA Y ANGULO, VALENTIN LOPEZ FRAILE *Estudio de las Principales Maderas Comerciales de Frondosas Peninsulares* INIA

⁴ VV.AA *Especies de la madera* UPM

⁵ LUIS GARCÍA ESTEBAN, ANTONIO GUINDEO CASASÚS *Anatomía de las maderas frondosas españolas* AITIM

⁶ LUIS GARCÍA ESTEBAN, ANTONIO GUINDEO CASASÚS *Anatomía e identificación de las maderas de coníferas españolas* AIT

5. OBJETIVOS Y METODOLOGÍA

5.1 Objetivos:

El principal objetivo que se persigue con este trabajo es desarrollar un prototipo informatizado para la clasificación e identificación microscópica de maderas para uso profesional que permita facilitar la tarea de identificación de maderas al restaurador

Como objetivos específicos están:

- Implementar un sistema de análisis de imagen comercial en la cuantificación de elementos anatómicos de maderas
- Crear un modelo de ficha técnica de uso profesional en restauración.

5.2 Metodología:

Se establecen las siguientes etapas o fases en el procedimiento propuesto:

- 1) Elaboración de preparaciones permanentes de madera

Objetivo:

-Establecer un método específico de preparación de muestras aptas para su examen y análisis microscópico.

- 2) Obtención de imágenes mediante microscopio óptico

Objetivo:

-Optimización de parámetros de digitalización de las imágenes obtenidas en las muestras de madera para su posterior estudio mediante software

- 3) Análisis de imagen mediante software LEICA

Objetivo:

-Seleccionar elementos anatómicos de interés y cuantificar éstos para obtener los datos numéricos que utilizaremos en la elaboración de la ficha técnica que permita crear una base de datos con carácter identificativo.

- 4) Procesado de los datos obtenidos

Objetivo:

-Establecer qué datos son los más relevantes para incluir en las fichas.
-Cálculo de valores estadísticos correspondientes a cada parámetro morfológico correspondiente a los elementos anatómicos seleccionados.

- 5) Creación de la ficha técnica

Objetivo:

-Elaborar un documento con las características más significativas que sea práctico.

6. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO

6.1 Elaboración de preparaciones permanentes de madera

Objetivo:

-Conseguir las muestras para realizar un estudio minucioso de las mismas.

Estudios previos:

Para poder comenzar el proceso de extracción de los ejemplares es importante tener un conocimiento amplio de la anatomía de la madera. En la *imagen 1* podemos observar que según realices el corte en una dirección u otra los elementos anatómicos que se observan varían y si este se realiza de una forma irregular no será efectivo para su estudio.

En la sección transversal se pueden observar a nivel macroscópico los anillos de crecimiento de forma circular y a nivel microscópico se ven los poros y los radios leñosos (frondosas) o los radios medulares (coníferas).

Por otro lado, en la sección tangencial podemos observar los vasos conductores (frondosas) y los canales resiníferos (coníferas), a nivel macroscópico veríamos los anillos de crecimiento de forma más alargada y los posibles nudos de la madera.

En cuanto a la sección radial esta no nos proporciona ninguna información destacada a nivel macroscópico ni microscópico que nos ayude a identificar la madera.

Descripción del proceso:

En primer lugar se realizaron los cortes con un láser de precisión para que las muestras fueran lo más minuciosas posibles, sin embargo el corte que se realizaba era tan fino que cuando se puso el resultado en el microscopio para observarlo a penas se veía nada de modo que se decidió realizar el proceso de forma manual. Con un bisturí se perpetraron los cortes en sección transversal y en sección tangencial.

Una vez conseguidas las muestras se les dio una capa de Paraloid B72 para su óptima conservación y se pusieron en un porta-cubre objetos con la finalidad de poder estudiarlas al microscopio.

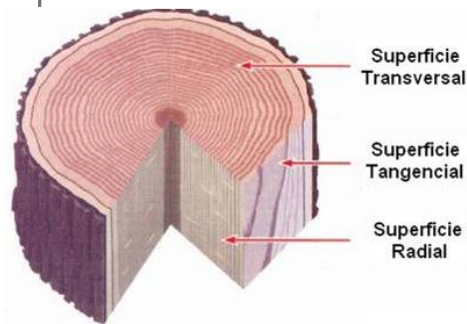


Imagen 17

6.2 Obtención de imágenes mediante microscopio óptico

Objetivo:

-Digitalizar las muestras para su posterior estudio mediante software.

Descripción del proceso:

Depositamos la muestra en la platina, conectamos el microscopio al ordenador y guardamos la imagen en formato .tif.

6.3 Análisis de imagen mediante software LEICA

Objetivo:

-Analizar los elementos anatómicos de la madera para obtener los datos que utilizaremos en la elaboración de la ficha técnica y con intención de crear una base en la cual

Estudios previos:

A lo largo de la historia se han ido haciendo múltiples descubrimientos de cómo identificar maderas, algunos más exactos que otros y que en muchas ocasiones debemos complementar el estudio realizando varias de estas técnicas ya que de este modo podremos ubicar en época, lugar, escuela... una obra de arte. Algunos de estos procesos son:

Quimiotaxonomía: se realiza por análisis de las sustancias extractables (sustancias que se encuentran en el interior de las células) y la comparación de las mismas. Este es un método muy complejo que además no suele ser muy efectivo en análisis de maderas.

Espectrometría: Esta técnica se basa en la medida de la intensidad y longitud de onda de la energía radiante a causa de la transición de estados energéticos característicos de la materia.

Fluorescencia: Este método de estudio se basa en la capacidad de algunas sustancias presentes en el corazón de la madera para iluminarse frente a la luz UV. Se trata de un método muy ambiguo ya que existen familias botánicas completas que sus maderas fluorescen, no obstante se puede usar de forma complementaria.

Tecnología del ADN: se fundamenta en el empleo de restos orgánicos para determinar el ADN de un organismo biológico. Lamentablemente este es un procedimiento muy costoso y no se pueden emplear como trabajo de rutina, además de no estar al alcance de todo el mundo.

OPTIMIZACIÓN DE SISTEMAS DE ANÁLISIS DE IMAGEN PARA LA ELABORACIÓN DE UNA COLECCIÓN DE FICHAS DE MADERA DE USO PROFESIONAL EN RESTAURACIÓN.

Es importante en el ámbito de la restauración ayudarnos de las nuevas tecnologías y los métodos científicos de análisis no solo para la recuperación de la apariencia de la obra sino también para su identificación y valoración al igual que es importante investigar con sistemas que estén al alcance de todo usuario. Por ello este proyecto se centra en la identificación mediante la Anatomía comparada.

Descripción del proceso:

Para empezar a trabajar debemos clicar primero en seleccionar equipo y así poder indicar si queremos trabajar con imágenes que ya tenemos cargadas o nuevas capturas que se van a realizar con la cámara, lupa o microscopios. Si queremos trabajar con imágenes cargadas del ordenador. Seleccionar cámara demo y aplicar.

Es recomendable seleccionar las imágenes que mejor hayan salido y no pasarlas directamente de nueva captura al programa ya que en ocasiones debemos retocarlas para subir la saturación del color y que el programa sea más preciso a la hora de determinar los límites anatómicos que queremos seleccionar.

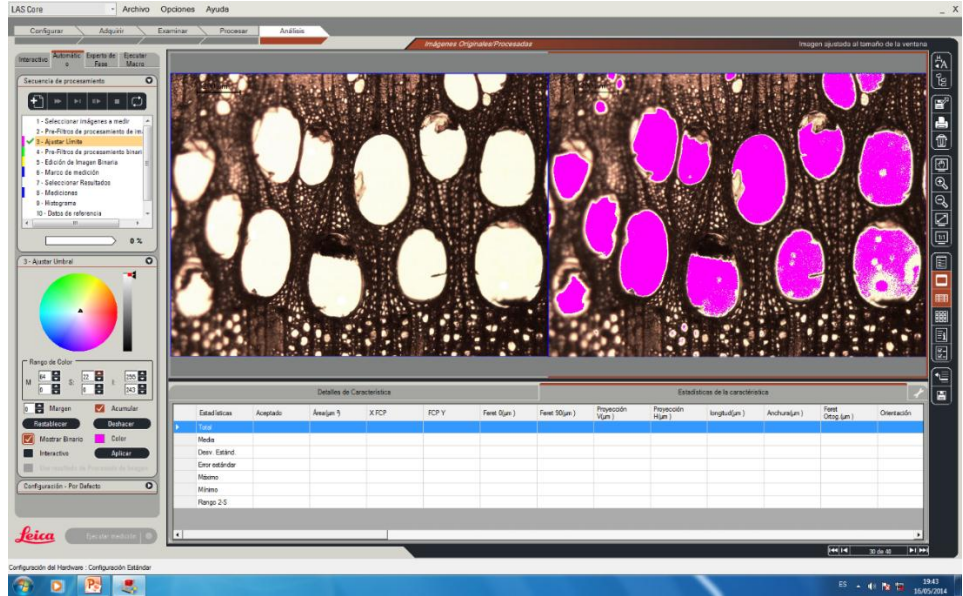
Una vez tenemos abierta la imagen es muy importante calibrar la imagen, en este caso en μm y activar el modo «manual desde línea de medida» y asegurarse que está desclickado «solo actualizar unidades». Aparecerá una escala en el centro de la imagen, debemos llevarla encima de nuestra escala y ajustarla para que la longitud de ambas sea la misma. Después, seleccionar las unidades, en este caso micrómetros y clicar en botón «aceptar» e indicar el valor en micrómetros ahí.

Seleccionamos el modo automático y debajo nos saldrá una leyenda con 11 ítems: 1- Seleccionar imágenes a medir, 2- Pre-filtros de procesamiento de imagen, 3- Ajustar límites, 4- Edición de imagen binaria, 5- Pre-filtros de procesamiento binarios, 6- Marco de medición, 7- Seleccionar resultados, 8- Mediciones, 9- Histograma, 10- Datos de referencia, 11- Crear informe.

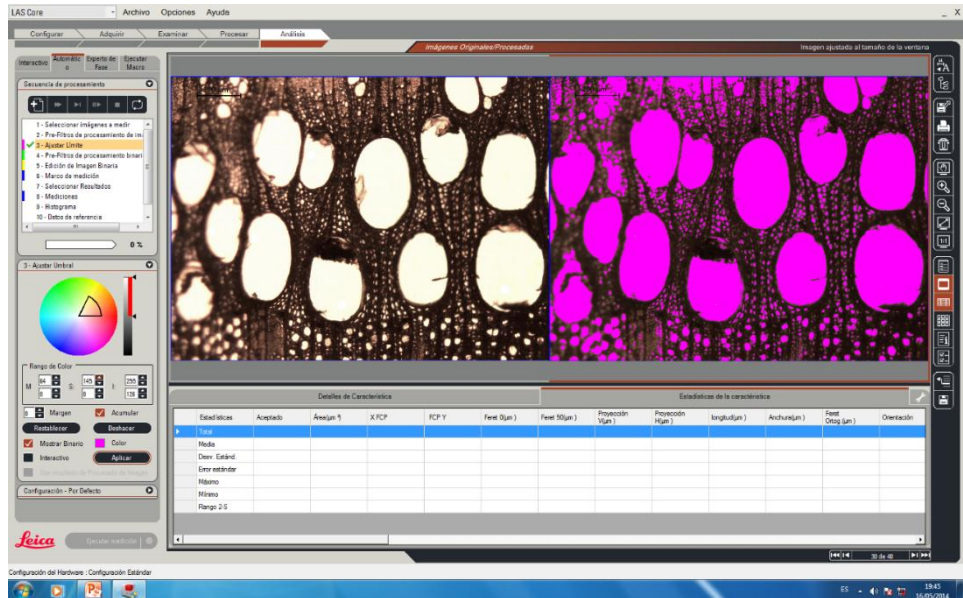
El siguiente paso es obtener la imagen binaria. Para ello elegimos en primer lugar “Pre-filtros de procesamiento de imagen” y donde pone <<tamaño>> tienes que estar indicado 1. Después pasamos al siguiente punto “Ajustar límites” y se selecciona un área con el color que me interesa en la imagen de la derecha y se pulsa «aplicar» como esta en modo automático el proceso es acumulativo y puedo volver a seleccionar un nuevo color hasta tener completamente ajustado el binario a las zonas que a mí me interesan.

OPTIMIZACIÓN DE SISTEMAS DE ANÁLISIS DE IMAGEN PARA LA ELABORACIÓN DE UNA COLECCIÓN DE FICHAS DE MADERA DE USO PROFESIONAL EN RESTAURACIÓN.

Captura de pantalla durante el trabajo de selección en imagen binaria.



Captura de pantalla una vez terminado el trabajo de selección en imagen binaria.



Una vez seleccionados todos los datos que nos interesan debemos obtener las medidas vamos a "Mediciones", si no estuviese abierto «abrir la cuadrícula pulsando «mostrar cuadrícula» («ocultar cuadrícula») en la barra de herramientas de la derecha. Seguidamente pulsar aplicar y aparecerán todas las mediciones en la tabla como podemos observar en la imagen (ojo: tarda un poco estar pendiente del medidor de tiempo de ejecución de la tarea, no hacer nada hasta que se ponga a 0% nuevamente).

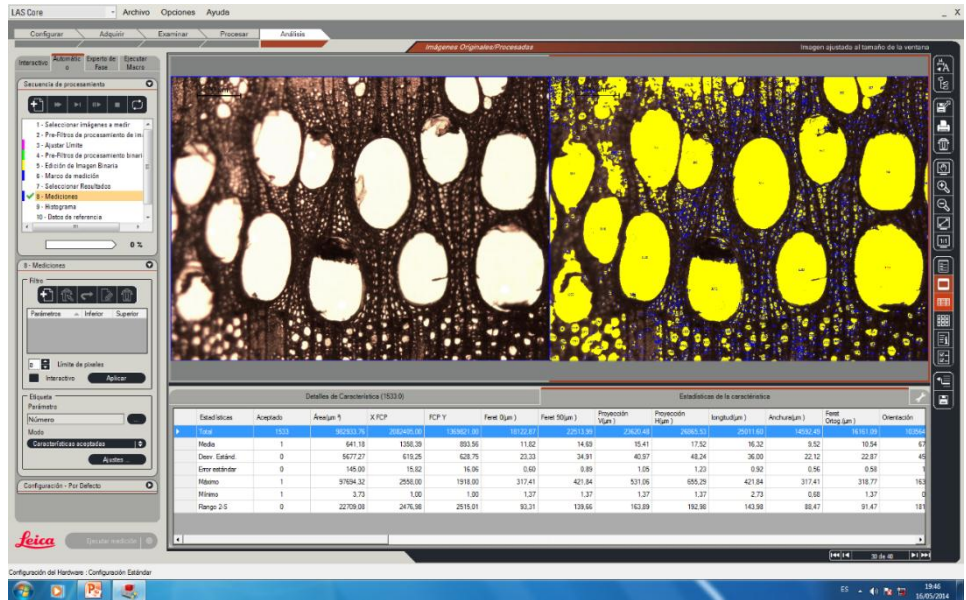
Si una vez realizada la selección (en automático) hay algún objeto que se desea eliminar, por tamaño o por características, de la imagen binaria se debe seleccionar "Edición de imagen binaria" y una vez ahí se puede elegir el modo «eliminar» y cómo se desea hacer la selección para eliminar.

Para conseguir los datos de medición que nos proporciona el programa tenemos que abrir primero la cuadrícula, para ello debemos estar situados en

OPTIMIZACIÓN DE SISTEMAS DE ANÁLISIS DE IMAGEN PARA LA ELABORACIÓN DE UNA COLECCIÓN DE FICHAS DE MADERA DE USO PROFESIONAL EN RESTAURACIÓN.

“Mediciones” y pulsar: «mostrar cuadrícula» («ocultar cuadrícula») en la barra de herramientas de la derecha. Seguidamente pulsar aplicar y aparecerán todas las mediciones. Debe quedar una tabla completa como la que se muestra en la siguiente imagen.

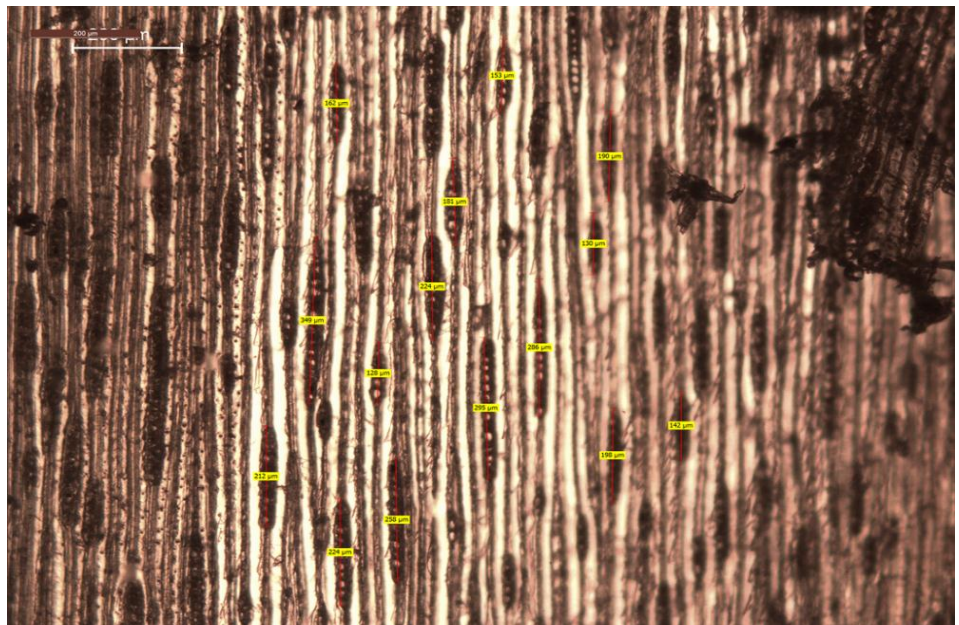
Captura de pantalla con los datos sacados en la tabla.



Por último, para obtener el documento en Excel con todas las mediciones nos vamos a “Crear informe”, clickamos en <<exportar>> y decidimos el sitio en el que queremos guardar el documento.

En cuanto a los datos de las muestras de secciones transversales, estos los tomamos en modo manual, por ello solo debemos seleccionar la pestaña “Interactivo” y ahí podremos elegir la herramienta de medición, la forma de selección y comenzar a trabajar. En este caso trabajamos con la herramienta <<línea>> y medimos la anchura y altura de los elementos que más interesaban.

Captura de pantalla de la imagen del pino Oregón tras sacar las medidas manualmente.



6.4 Selección y clasificación de los datos obtenidos

Objetivos:

- Determinar qué datos son los más relevantes para hacer las fichas.
- Crear las tablas para poder seleccionar los parámetros, sacar medias, máximas y mínimas.

Estudios previos:

A lo largo de la historia muchos son los que han estudiado las características anatómicas de la madera, es por ellos que para realizar la selección de datos me he ayudado de libros ya editados como los nombrados en el anterior apartado de antecedentes, documentación en línea y apuntes tomados durante la carrera para filtrar los datos obtenidos.

Descripción del proceso:

Como se observa en el modelo incluido en el Anexo 1 son muchos los datos que el programa introduce en la tabla tras el estudio de la imagen en sección tangencial ya que, como se explica en el proceso anterior, durante este transcurso es el software el que toma las medidas atendiendo a unos parámetros que nosotros le hemos introducido. En este caso muchos de los datos que se descartaron tenían que ver con la cantidad de un color que había en la selección, los cuales no eran relevantes ya que el tono de cada muestra varía según la interacción de sus compuestos con sustancias minerales u orgánicas del medio. Como estos muchos otros de los datos obtenidos no eran “imparciales” y no nos ayudaban a realizar una ficha general con características que sirvan de guía para la identificación de cualquier muestra.

Así pues se eligieron 5 tipos de dato que nos serían útiles a la hora de diferenciar qué tipo de madera es la que se encuentra ante nosotros (ver ejemplo Tabla 1).

En primer lugar el dato más importante es el Área que en este caso nos viene dada en μm^2 , no obstante algunos de los elementos que se han analizado tienen el mismo color que los vasos y canales que nos interesan por lo que hemos de acotar y quedarnos con los datos entre 100-2000. Con estos datos se realiza el histograma que aparece en las fichas (Anexos 2-5).

En segundo lugar estaría el Diámetro Circular Equivalente, que se da en μm , este nos permite saber de una forma más clara el tamaño de las muestras ya que nos indica el tamaño que tendrían si se tratara de esferas perfectas.

Después se encontraría el Feret, este se define como “la distancia entre dos planos paralelos que tocan la partícula”⁸. Encontramos pues el el Feret 0(μm) y el Feret 90(μm).

Por último estaría la Redondez la cual se extrae insertando la forma de la figura en dos círculos concéntricos y midiendo la distancia de la imagen entre estos.

Todos los datos nos ayudan a hacernos una idea de la forma que tienen los vasos y canales.

⁸J.M COUDSON, J.F RICHARDSON *Ingeniería química, operaciones básicas II* Capítulo 1 Partículas sólidas, Introducción pag 3.

**OPTIMIZACIÓN DE SISTEMAS DE ANÁLISIS DE IMAGEN PARA LA ELABORACIÓN DE UNA
COLECCIÓN DE FICHAS DE MADERA DE USO PROFESIONAL EN RESTAURACIÓN.**

Posteriormente se realizaron las tablas con la media, el máximo, el mínimo y el total de los datos recogidos para tener una visión global de los datos recaudados. En cuanto a los datos de las muestras de secciones transversales, al tomarlos de forma manual estos son exactos y contienen la cantidad de información que precisamos, no obstante de igual forma se realizaron las tablas con la media, el máximo, el mínimo y el total de los datos ya que el programa no lo hace automáticamente y es una buena forma de visualizar todos los conocimientos recaudados en un solo vistazo.

Resultados CHOPO_C_PPL-X50_CONTRASTADO.tif					
Número	Área(µm²)	Feret 0 (µm)	Feret 90 (µm)	Redondez	Diam Circ Equiv (µm)
1	123,64	13,56	13,56	1,82	12,55
2	143,87	13,56	21,02	2,16	13,53
3	176,04	12,88	28,47	3,05	14,97
4	181,10	15,59	20,34	3,62	15,18
5	207,30	15,25	27,80	4,23	16,40
6	227,75	15,80	30,58	4,86	17,33
7	248,20	16,34	33,36	5,48	18,27
8	268,66	16,88	36,14	6,11	19,20
9	289,11	17,42	38,92	6,74	20,14
10	309,57	17,97	41,69	7,36	21,07
11	330,02	18,51	44,47	7,99	22,01
12	350,47	19,05	47,25	8,62	22,94
13	370,93	19,59	50,03	9,24	23,88
14	391,38	20,14	52,81	9,87	24,81
15	411,84	20,68	55,59	10,50	25,75
16	432,29	21,22	58,37	11,12	26,68
17	452,74	21,76	61,15	11,75	27,62
18	473,20	22,31	63,93	12,38	28,55
19	493,65	22,85	66,71	13,00	29,49
20	514,11	23,39	69,49	13,63	30,42
21	534,56	23,93	72,27	14,26	31,36
22	555,01	24,47	75,05	14,88	32,29
23	575,47	25,02	77,83	15,51	33,23
24	595,92	25,56	80,61	16,14	34,16
25	616,37	26,10	83,39	16,76	35,10
75	1639,07	53,22	222,37	48,10	81,85
76	1659,52	53,76	225,15	48,73	82,79
77	1679,98	54,31	227,93	49,35	83,72
78	1700,43	54,85	230,71	49,98	84,66
79	1720,88	55,39	233,49	50,61	85,59
80	1741,34	55,93	236,27	51,23	86,53
81	1761,79	56,47	239,05	51,86	87,46
82	1782,25	57,02	241,83	52,49	88,40
83	1802,70	57,56	244,61	53,11	89,33
84	1823,15	58,10	247,39	53,74	90,27
85	1843,61	58,64	250,17	54,37	91,20
86	1864,06	59,19	252,95	54,99	92,14
87	1884,52	59,73	255,73	55,62	93,07

Tabla 1: datos escogidos, corte tangencial Chopo

Estadísticas	Área(µm²)	Feret 0 (µm)	Feret 90 (µm)	Redondez	Diam Circ Equiv (µm)
MEDIA	846,75	32,21	114,70	23,82	45,63
MAXIMO	1884,52	59,73	255,73	55,62	93,07
MINIMO	123,64	12,88	13,56	1,82	12,55
TOTAL	32176,50	1224,00	4358,51	905,23	1733,96

Tabla 2: corte tangencial Chopo, datos extraídos de la tabla1

6.5 Creación de la ficha técnica

Objetivo:

-Elaborar un documento con las características más significativas de modo que sea práctico.

Estudios previos:

Para la creación de las fichas técnicas se han tenido que consultar numerosos libros de selvicultura de la biblioteca de agrónomos de la UPV así como webs de restauración, agrónomos, forestales e incluso catálogos de muebles de madera (se adjuntan en la bibliografía) además de apuntes facilitados por el profesor Santia Reyna, de la facultad de agrónomos de la UPV.

Explicación de la ficha técnica:

La ficha se divide en tres hojas que aportan información sobre cada una de las maderas a un distinto nivel:

Hoja 1- Información sobre el árbol, características de dónde se encuentra y de las necesidades que tiene para desarrollarse sano y bien.

Hoja 2- Características físicas de la madera a nivel macroscópico.

Hoja 3- Características físicas de la madera a nivel microscópico.

A continuación se explica esquemáticamente cada uno de los puntos que contienen las fichas de las cuales se adjunta un ejemplo en los anexos.

Mapa de presencia: Mapa esquemático de presencia de la especie a nivel mundial.

Nombre científico: Nombre de Flora Ibérica, los nombre de especies exóticas son de Flora Europea.

Nombres locales: Nombre vulgar de las especies en las diferentes lenguas.

Cuadro inferior: Breve explicación de las zonas geográficas que ocupa atendiendo a la imagen en el mapa

Régimen pluviométrico:

Precipitación anual

Precipitación estival mínima

TMC: Máxima temperatura.

TMF: Mínima temperatura

Piso bioclimático: Según Rivas (1987)

Temperamento: Tolerancia de las especies al grado de insolación en sus etapas juveniles: sombra - media sombra - media luz - luz.

Porte: Altura que puede alcanzar la especie y forma específica y social de la copa.

OPTIMIZACIÓN DE SISTEMAS DE ANÁLISIS DE IMAGEN PARA LA ELABORACIÓN DE UNA
COLECCIÓN DE FICHAS DE MADERA DE USO PROFESIONAL EN RESTAURACIÓN.

Enraizamiento: Tipo de sistema radical de la especie. Somero, profundo o plástico.

Madera: Usos más cotidianos que se da con esta madera.

Crecimiento: Tiempo que tarda en alcanzar la altura de coronación

Reproducción:

Sexual: Ciclo de maduración del fruto.

Asexual: Capacidad de la especie para propagarse vegetativamente.

Las propiedades de la madera dependen, del crecimiento, edad, contenido de humedad, clases de terreno y distintas partes del tronco, es por ello que los datos varían dependiendo de la muestra.

Propiedades físicas: Intrínsecas de la madera.

Esfuerzos: Resistencia ante diversas formas de emplear la fuerza.

Características: Particularidades macroscópicas de la muestra.

Impregnabilidad: Profundidad de penetración del agua.

Los datos a continuación expuestos son el resultado de un amplio estudio de datos y deben emplearse para identificación proporcionando una idea aproximada y no una verdad absoluta de cómo deben ser los resultados.

Fotografías: Imágenes tangencial y transversal vistas microscópicamente.

Histograma: Área (μm^2) de los vasos/canales resiníferos y cantidad de estos.

Tabla: Resultados más característicos del estudio de los radios medulares/radios leñosos.

Todos los datos de las fichas se dan mediante tablas para tener la información lo más organizada posible y siempre siguiendo el mismo esquema para que la persona que desee consultarlas se habitúe al modo.

7. CONCLUSIONES

En cuanto al método de análisis de imagen, el software LEICA utilizado durante el trabajo se trata de un programa algo complejo, por lo que es necesario hacer durante los primeros días un uso continuo del manual de instrucciones e ir fijándose en que significan todos los datos. Además debes terminar siempre de analizar la imagen que tengas ya que no guarda la información a no ser que generes un archivo de Excel lo cual tampoco te permite seguir trabajando sobre la imagen. Sin embargo el principal inconveniente que se ha encontrado en el software es el precio ya que no está al alcance de todos los bolsillos, no obstante existen otros programas de análisis de imagen con un coste menor e incluso gratuitos que te permiten extraer los mismos datos y como el modo de selección de estos se ha realizado mediante Excel no debería encontrarse ningún inconveniente en la identificación de las muestras.

En lo que concierne a la creación de la ficha técnica no ha sido de otro modo que comparando multitud de dichas fichas y extrayendo lo que se ha considerado más importante de cada una de ellas. En definitiva se ha logrado una ficha muy limpia, con muchos datos de interés tanto para restauradores como para estudiosos de otras áreas relacionadas con la madera y que además contiene información tanto a nivel de procedencia, a nivel macroscópico y microscópico de las distintas maderas.

Por último, la conclusión más importante que se extrae al finalizar el trabajo es que empleando el análisis de imagen digital se facilita mucho el trabajo de identificación de maderas a partir del método de anatomía comparada, ya que nos aporta infinidad de datos que con una simple comparación visual no se pueden sacar. Hoy en día los restauradores tenemos a nuestro alcance multitud de programas de análisis de imagen y todos trabajamos con ordenadores para redactar informes, examinar fotos y otras tareas. Encuentro muy provechosos todos estos objetos y sin duda no se les saca el partido que se debería. Este trabajo se ha centrado en la medición de los principales elementos anatómicos que caracterizan los distintos géneros de maderas ya que en restauración tenemos el problema de que la obra puede estar muy deteriorada y se alteran infinidad de características, pero del mismo modo se podría hacer un análisis del color para la identificación de algún tipo de barniz y los programas informáticos de análisis serían igualmente útiles.

8. BIBLIOGRAFÍA

CARLQUIST, S. *Comparative wood anatomy: systematic, ecological, and evolutionary aspects of dicotyledon wood*. Springer Berlin, 2001.

CUFAR, K. *Wood anatomy : instructions for laboratory work*. University of Ljubljana, Ljubljana, 2009.

FERNANDO NAJERA Y ANGULO, VALENTIN LOPEZ FRAILE *Estudio de las Principales Maderas Comerciales de Frondosas Peninsulares* INIA

LEON, J; WILLIAMS AND H. *Estudio anatómico de la madera de cinco especies del genero Vitex L. (Lamiaceae) en Venezuela. La Revista Forestal Venezolana, Vol55 (2), p121 (9) 2011, vol. 55, nº 2, p. 121.*

J.M COUDSON, J.F RICHARDSON *Ingeniería química, operaciones básicas tomo II Capitulo 1*

JUAN FRANCISCO ESTEBAN LORENTE, GONZALO M. BORRÁS GUALIS, MARÍA ISABEL ALVARO ZAMORA *Introducción general al arte: arquitectura, escultura, pintura, artes gráficas (p. 350+) ISTMO*

LUIS GARCÍA ESTEBAN. *Anatomía de las maderas frondosas españolas*. Asociación de Investigación Técnica de las Industrias de la Madera y Corcho. Madrid, 1990.

LUIS GARCÍA ESTEBAN, ANTONIO GUINDEO CASASÚS *Anatomía e identificación de las maderas de coníferas españolas* AIT

MARIA TERESA DOMENECH CARBO *Principios físico-químicos de los materiales integrantes de los bienes culturales (p. 311-322)* UPV

Real Academia Española. (2001). *Diccionario de la lengua española (22.aed.)*. Consultado en <http://www.rae.es/rae.html>

SOLER BURILLO, MANUEL. *Mil maderas* UPV

VV.AA *Especies de la madera* UPM

<http://normadera.tknika.net>

<http://www.gabarro.com/es/enciclopedia-madera>

<http://www.qantara-med.org>

9. ANEXOS

9.1: DATOS HAYA MODELO

En este documento se pueden observar todos los datos que se extraían mediante el software LEICA antes de filtrarlos.

9.2: FICHAS TÉCNICAS