

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID
ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS EN TOPOGRAFÍA,
GEODESIA Y CARTOGRAFÍA
TITULACIÓN DE INGENIERO TÉCNICO EN TOPOGRAFÍA

PROYECTO FIN DE CARRERA



***DESARROLLO DE UN SIG PARA LA GESTIÓN DE LA
ASISTENCIA DE LOS PACIENTES CON ESCLEROSIS
LATERAL AMIOTRÓFICA DE LA COMUNIDAD DE MADRID***

Madrid, Mayo de 2013

Alumnos:

Diego Muñoz Rosales

Juan David Franco Caballero

Tutor:

José María Fábrega Golpe

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID
ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS EN TOPOGRAFÍA,
GEODESIA Y CARTOGRAFÍA
TITULACIÓN DE INGENIERO TÉCNICO EN TOPOGRAFÍA

PROYECTO FIN DE CARRERA



***DESARROLLO DE UN SIG PARA LA GESTIÓN DE LA
ASISTENCIA DE LOS PACIENTES CON ESCLEROSIS
LATERAL AMIOTRÓFICA DE LA COMUNIDAD DE MADRID***

Madrid, Mayo de 2013

Alumnos:

Diego Muñoz Rosales

Juan David Franco Caballero

Tutor:

José María Fábrega Golpe

AGRADECIMIENTOS

A nuestro tutor, José Fábrega, por recibirnos con una sonrisa cada vez que le planteábamos problemas

A Alfredo Llanos por la atención, amabilidad y comprensión mostrada en todo momento

A los profesores que conseguían hacernos querer ir a sus clases por el interés y simpatía que despertaban en nosotros

A nuestras familias por habernos apoyado anímicamente y económicaamente en todo esto

Al grupo de “los que quedamos” por los buenos momentos que pasamos y por lo que seguimos pasando al recordarlos

A todas las personas que pasaron buenos apuntes que tanto bien nos hicieron

En general a todos los compañeros y trabajadores de la escuela que han convivido con nosotros durante un largo periodo de tiempo en el que hemos madurado y crecido como personas

También agradecer especialmente a la Consejería de Sanidad de la Comunidad de Madrid, al Servicio Madrileño de Salud (SERMAS) y a los responsables de la RED ELA MADRID por facilitarnos el acceso a los datos en los que este proyecto se ha basado principalmente

RESUMEN

El proyecto es un Sistema de Información Geográfica en el que se elabora un estudio de la gestión asistencial y análisis epidemiológico de los pacientes con Esclerosis Lateral Amiotrófica de la Comunidad de Madrid.

Contiene información dirigida dar a conocer al lector, tanto si es médico como si no, las características y efectos de esta enfermedad, de los diferentes centros de la Red ELA de Madrid que hay para su tratamiento y qué función cumple cada uno.

Se ha realizado un estudio de los porcentajes de los diferentes factores que afectan a la enfermedad y se han comparado con los promedios estadísticos de la enfermedad y con los promedios de la población general de la Comunidad de Madrid destacando los lugares en los que los datos varían bastante con respecto a los promedios estadísticos. También se ha realizado un estudio de la accesibilidad de cada paciente de ELA a los centros de la Red ELA de la comunidad de Madrid indicando los lugares donde hay un fallo en la logística.

Se ha realizado un análisis de los porcentajes de los diferentes factores que afectan a la enfermedad en las zonas de mayor población viendo si hay variación de resultados con respecto a los promedios con el fin de ver si afecta de algún modo a la enfermedad.

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN.....	11
1.1. La esclerosis lateral amiotrófica (ELA).....	13
1.2. Unidad multidisciplinar	15
1.3. Red ELA de la Comunidad de Madrid.....	16
2. OBJETIVOS.....	19
3. LOCALIZACIÓN.....	23
3.1. Comunidad de Madrid.....	25
3.2. Madrid.....	29
3.3. Sistema nacional de salud.....	30
3.4. Servicio Madrileño de Salud (SERMAS).....	31
4. DATOS.....	39
4.1. Formatos espaciales de datos.....	41
4.2. Fuentes temáticas.....	43
4.3. Fuentes espaciales.....	48
5. GENERACIÓN DEL SIG.....	49
5.1. Geocodificación.....	51
5.2. Preparación de los datos para la geocodificación.....	54
5.3. Análisis de datos del registro de pacientes con ELA de la Comunidad de Madrid..	62
6. EXPLOTACIÓN DEL SIG.....	83
7. ESTUDIO ECONÓMICO.....	151
8. BIBLIOGRAFÍA.....	155

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Estadísticas sobre la ELA.....	14
Tabla 2. Zonas de la Comunidad de Madrid.....	27
Tabla 3. Organización territorial del sistema nacional de salud.....	31
Tabla 4. Áreas sanitarias de la Comunidad de Madrid.....	32
Tabla 5. Cuadro comparativo entre atención primaria y atención especializada.....	34
Tabla 6. Hospitales públicos de la Comunidad de Madrid.....	36
Tabla 7. Cantidad de pacientes sin especificar la etnia o el nivel educativo.....	150

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Número de consultas médicas al año en las unidades ELA en el periodo 2007-2012..18
Figura 2. Tipo de servicio prestado en las unidades ELA en el año 2012.....18
Figura 3. Unidad ELANeuromuscular de Neurología del Hospital General Gregorio Marañón.18
Figura 4. Número de consultas médicas por especialidades médicas en el año 2012.....18
Figura 5. Distribución de la población por edad en la Comunidad de Madrid.....26
Figura 6. Distribución de la población extranjera por regiones en la Comunidad de Madrid....26
Figura 7. Zonas de la Comunidad de Madrid.....27
Figura 8. Municipios de la Comunidad de Madrid.....28
Figura 9. Distritos del municipio de Madrid.....29
Figura 10. Áreas sanitarias de la Comunidad de Madrid.....33
Figura 11. Hospital General Universitario Gregorio Marañón.....36
Figura 12. Mapa de la Red de Vigilancia de la calidad del aire.....47
Figura 13. Logo de CartoCiudad.....48
Figura 14. Crear un localizador de direcciones.....51
Figura 15. Selección estilo de localizador de direcciones.....52
Figura 16. Calles con direcciones a ambos lados.....53
Figura 17. Parámetros del localizador de direcciones.....54
Figura 18. Tabla pacientes.....55
Figura 19. Direcciones con formato US Adress.....55
Figura 20. Referencia de cada tramo con su municipio correspondiente.....56
Figura 21. Tabla calles.....57
Figura 22. Geocodificar una entidad.....57
Figura 23. Elección de un localizador de direcciones.....57
Figura 24. Selección de campos de entrada de direcciones.....58
Figura 25. Resultado de geocodificación automática58
Figura 26. Reintentar concordancia manualmente.....59
Figura 27. Pacientes geocodificados.....60
Figura 28. Centros sanitarios geocodificados.....61
Figura 29. Consultas temáticas.....62
Figura 30. Pacientes de nivel de estudio primario.....63
Figura 31. Tabla CP_Distrito.....64
Figura 32. Combinación (agregación espacial) de distritos.....64

Figura 33. Consulta temática para la creación del contorno del municipio de Madrid.....	65
Figura 34. Superposición (overlay).....	65
Figura 35. Tabla de zonas estadísticas.....	66
Figura 36. Tabla Municipio con zonas estadísticas añadidas.....	66
Figura 37. Combinación de zonas estadísticas	67
Figura 38. Tabla velocidad.....	68
Figura 39. Tabla calles con el tiempo de recorrido agregado.....	68
Figura 40. Crear un nuevo dataset de red.....	68
Figura 41. Atributos de coste del dataset de red	69
Figura 42. Configuración del análisis de redes.....	70
Figura 43. Áreas de servicio de los hospitales con unidad de ELA.....	70
Figura 44. Asignación de unidades de ELA más cercanas a cada paciente.....	71
Figura 45. Pacientes con unidades de ELA mal asignadas.....	72
Figura 46. Valores medios anuales y máximos horarios expresados en ug/m ³	73
Figura 47. Valores medios anuales y máximos horarios de O ₃ expresados en ug/m ³	74
Figura 48. Histogramas de Ozono, Dióxido de Nitrógeno y Dióxido de azufre.....	75
Figura 49. Gráficos de dióxido de nitrógeno, ozono y dióxido de azufre.....	75
Figura 50. Modelado de semivariograma.....	76
Figura 51. Kriging de partículas de dióxido de azufre, dióxido de nitrógeno y ozono.....	76
Figura 52. Análisis raster para la generación de la capa aire contaminado.....	77
Figura 53. Capa aire contaminado.....	77
Figura 54. Zonas industriales del municipio de Madrid.....	78
Figura 55. Distancia Euclíadiana a zonas industriales.....	79
Figura 56. Parámetros de zona de influencia.....	79
Figura 57. Zona de influencia de M-30 y M-40.....	80
Figura 58. Capa cercanía a polución atmosférica.....	81
Figura 59. Distribución de los costes del proyecto.....	154
Figura 60. Distribución en días del proyecto.....	154

1. INTRODUCCIÓN

1. INTRODUCCIÓN

1.1. La esclerosis lateral amiotrófica (ELA)

La esclerosis lateral amiotrófica es una enfermedad degenerativa de tipo neuromuscular descubierta por el médico francés Jean Martin Charcot (1825-1893) en 1869. Es conocida por ser la enfermedad que padece el físico Stephen Hawking (1942).

Unas células del sistema nervioso, llamadas motoneuronas, disminuyen gradualmente su funcionamiento hasta que mueren produciendo parálisis y atrofia muscular progresiva. La progresión de la enfermedad es normalmente irregular, con periodos de progresión rápidos, lentos y de estabilidad. Se tiene dificultad para coordinar las extremidades y en consecuencia para andar. También se producen problemas para masticar, tragar y respirar. En cambio, se conservan las facultades intelectuales y los órganos de los sentidos como por ejemplo los movimientos oculares y la sensibilidad.

Las causas de la ELA son desconocidas y no se conoce tampoco un tratamiento eficaz. Entre las posibles causas están los agentes infecciosos, la disfunción del sistema inmunitario, la herencia, las sustancias tóxicas y la desnutrición. También existen estadísticas que relacionan ciertos pesticidas agrícolas con la ELA. Por otro lado, el fármaco más utilizado en el tratamiento de la ELA es el riluzol que está indicado para prolongar unos 3 meses la vida.

La insuficiencia respiratoria es la principal causa de fallecimiento de los pacientes con ELA. La decisión de adoptar medidas invasivas (traqueotomía, ventilación mecánica, gastrostomía percutánea) dependerá de las prioridades del paciente al afrontar su enfermedad y su proyecto vital. Existe una dicotomía entre alcanzar la mayor supervivencia o la mayor calidad de vida posibles, que debe discutirse con el paciente y sus familiares a lo largo del seguimiento clínico.

Existen dos tipos de ELA, la ELA esporádica y la ELA familiar:

- ELA esporádica: No es posible identificar ningún tipo de factor de riesgo concreto, representa el 90% de los casos
- ELA familiar: variante hereditaria que representa el 10% de los casos

Edad de riesgo	Personas entre los 40 y 70 años
Grupo de mayor riesgo	Varones entre los 60 y 70 años
Incidencia anual promedio	2 casos por cada 100 000 habitantes
Proporción varón/mujer	1,5 a 1 a favor de los varones
Diagnósticos al año en España	Unos 900 casos
Diagnósticos al año en la Comunidad de Madrid	Unos 120 casos
Número de personas vivas con ELA en España	Unas 4000 personas
Número de personas vivas con ELA en la Comunidad de Madrid	Unas 800 personas
Previsión de personas vivas que desarrollarán la ELA en España	Unas 4400 personas
Mortalidad	Fallecimiento del 80% de los pacientes en los primeros 5 años de evolución

Tabla 1. Estadísticas sobre la ELA

La asistencia de estos pacientes está enfocada al manejo sintomático y paliativo. Los síntomas que acompañan a la enfermedad son por ejemplo los calambres, las alteraciones en el sueño o los problemas de salivación. El manejo de los pacientes con ELA ha evolucionado rápidamente en los últimos 20 años, y aunque aún es una enfermedad incurable, esto no significa que sea intratable. El soporte asistencial óptimo consiste en la atención multidisciplinar coordinada, de forma que se pueda aportar a estos pacientes tanto los tratamientos sintomáticos como las intervenciones, que han demostrado conseguir una mejor calidad de vida y mayor supervivencia de los afectados, en el curso de su evolución.

El diagnóstico de los pacientes con ELA se realiza en los Servicios de Neurología de los centros sanitarios públicos y privados, pero su seguimiento evolutivo se lleva a cabo profesionales sanitarios con dedicación específica a esta enfermedad. Además de la Neurología, juegan un papel fundamental la Rehabilitación y Fisioterapia, Neumología (Unidades de ventilación mecánica domiciliaria), Endoscopia digestiva, Nutrición, así como Enfermería, Logopedia, Psicología clínica y trabajadores sociales. Estos equipos profesionales están a su vez coordinados con los equipos de Atención primaria, Cuidados paliativos, circuito socio-sanitario y asociaciones de pacientes con ELA.

A su vez, es una patología que no tiene un alto índice de hospitalización pero su evolución y la progresiva incapacidad de los pacientes requiere el indispensable apoyo socio-sanitario para la gestión y coordinación entre el dispositivo sanitario y el social.

1.2. Unidad multidisciplinar

Las unidades multidisciplinares de asistencia a pacientes con ELA integran la actividad de diferentes especialistas y personal sanitario entrenados en su manejo. Este entorno permite tomar las decisiones adecuadas en el momento adecuado, adaptándose a la variabilidad y complejidad clínica de la enfermedad. La coordinación del equipo sanitario y gestión de los recursos necesarios son imprescindibles para que la actuación multidisciplinar sea eficaz. Para ello, son necesarios tres elementos en el organigrama de las unidades: reuniones periódicas del equipo, gestor de casos (Enfermería) y coordinador de la unidad (Neurología).

Estas unidades están compuestas por médicos especialistas en Neurología, Nutrición, Rehabilitación, Neumología (Soporte Ventilatorio), Endoscopia Digestiva y Radiología Intervencionista. Junto a ellos trabajan otros profesionales, básicos para la asistencia de esta enfermedad: Enfermera, Logopeda, Fisioterapeuta, Psicoterapeuta y Trabajadora social. Este modelo de unidad se coordina con otros servicios hospitalarios básicos: Neurofisiología Clínica, Neuroradiología, Radiología Digestiva, Cuidados Paliativos, Anestesia y Cirugía Máximo-Facial. Además su actividad está integrada con otros Servicios de Neurología de los hospitales sin Unidad de ELA en su centro, con Atención Primaria, con la administración sanitaria y con la Asociación de enfermos de ELA.

Las unidades multidisciplinares de ELA no solo realizan asistencia a los enfermos, sino que también desarrollan proyectos de investigación y ensayos clínicos coordinados. Pero hay tres aspectos fundamentales en una unidad multidisciplinar de ELA: el soporte a familiares y cuidadores, los cuidados paliativos y la rehabilitación.

Soporte a familiares y cuidadores

Se realiza desde la primera visita con información y apoyo psicológico adecuados. Son necesarias entrevistas periódicas, realizadas por la gestora de casos y trabajadora social, para detectar y solucionar precozmente problemas psicológicos o conductuales del paciente, adaptación de los familiares, dificultades sociales o económicas en el entorno del paciente.

Se realizan consultas con Psicología Clínica, Psiquiatría, Administración Pública o Cuidados Paliativos. La unidad contempla el posible ingreso temporal de los pacientes (2-4 semanas), para que los familiares resuelvan problemas intercurrentes o para evitar la claudicación en su atención al paciente.

Cuidados paliativos

Afortunadamente, el concepto de cuidados paliativos no se limita al paciente oncológico. Los pacientes con ELA evolucionada son evaluados por la Unidad de Cuidados Paliativos mediante entrevista ambulatoria. Esto permite la asistencia continuada, mediante ingreso hospitalario o en domicilio (ESAD). Los ingresos se contemplan en tres situaciones: Apoyo a familiares, cuidados permanentes por imposibilidad de asistencia en domicilio y final de la vida. Con este protocolo se han evitado muchos ingresos en Urgencias o camas generales del hospital, así como una mejor atención, por entorno físico y profesional, al paciente con ELA y sus familiares. El análisis de la sobrecarga de esta enfermedad en las unidades de Cuidados Paliativos ha demostrado que sólo suponen un pequeño porcentaje de su actividad (10%).

Rehabilitación

Debido a la pérdida de fuerza y atrofia muscular que sufren estos pacientes progresivamente, es necesaria la rehabilitación para mejorar la calidad de vida del paciente. De ello se ocupan principalmente los fisioterapeutas pero también intervienen otros profesionales como por ejemplo los logopedas.

1.3. Red ELA de la Comunidad de Madrid

La Asamblea de Madrid con la ayuda de la Consejería de Sanidad y Consumo de la Comunidad de Madrid establece en diciembre de 2005 el Plan Asistencial y Social de la esclerosis lateral amiotrófica en la Comunidad de Madrid. En el plan se contemplaba la creación de unidades de ELA para el tratamiento clínico-asistencial integral de los pacientes, el soporte psico-sociológico de los afectados y sus familiares, y la investigación básica y clínica en esta enfermedad. Esto ha garantizado un manejo diagnóstico y terapéutico, rápido y fluido, que ha evitado retrasos innecesarios y frustrantes para los pacientes y sus familiares, cuando se incorporan al sistema socio-sanitario de la Comunidad de Madrid.

El Servicio Madrileño de Salud puso en funcionamiento, el 1 de marzo de 2006, cinco unidades de ELA para la asistencia de estos pacientes. Las cinco unidades funcionan en red, con un sistema de registro unificado de los pacientes para la evaluación epidemiológica, clínica y asistencial de los pacientes con ELA atendidos en toda la Comunidad de Madrid. Este registro de datos tiene 5 ficheros (uno por unidad de los hospitales: Hospital Gregorio Marañón, Hospital Doce de Octubre, Hospital La Paz, Hospital Clínico San Carlos, Hospital Carlos III de Madrid). La aplicación informática del registro fue desarrollada y certificada por la oficina de proyectos de la dirección general de sistemas de información sanitaria (DGSIS), controlando la seguridad de los datos y el cumplimiento de la ley de protección de datos. También tienen una metodología de trabajo común a través de una vía clínica con controles de calidad anuales desarrollada por los equipos multidisciplinares de las distintas unidades. Ha permitido reducir la variabilidad en la atención de los pacientes, mejorar su grado de satisfacción y el de sus familiares y cuidadores.

La tarea asistencial de las cinco unidades de la RED ELA MADRID está complementada con tres estructuras: en primer lugar, un registro unificado de los pacientes atendidos por las cinco unidades. Segundo, un banco de muestras biológicas centralizado, para ADN, ARN y suero, y por último, un grupo de investigación clínica, incluyendo el banco de cerebros de la Comunidad de Madrid, para el diseño, realización de ensayos clínicos y estudios controlados respecto a medidas terapéuticas y de soporte en ELA.

La actividad asistencial de las unidades de ELA se ha ido incrementando año a año desde su creación en el año 2006 hasta alcanzar las 4.000 consultas en el año 2012. La mayor parte de las consultas, 2.500, fueron de Neurología, servicio del que dependen las Unidades de cada hospital. El resto se distribuyeron en interconsultas de Neumología, Rehabilitación, Endocrinología/Nutrición, Digestivo y otras. En el balance de actividad cabe destacar, asimismo, las casi 5.000 intervenciones de los gestores de casos (que realizan las gestiones necesarias para el paciente dentro y fuera del hospital) y las más de 2.000 intervenciones de los trabajadores sociales en el año 2012. Un total de 60 profesionales de las diferentes disciplinas están adscritos a las Unidades de ELA de la Comunidad de Madrid.

Además, la Consejería de Sanidad apoya a las entidades sin ánimo de lucro implicadas en la atención a enfermos y familiares de esta patología y, a través de una orden de subvenciones, destina cada año 100.000 euros a financiar actividades para la continuidad asistencial y la atención psicosocial de pacientes y familiares.

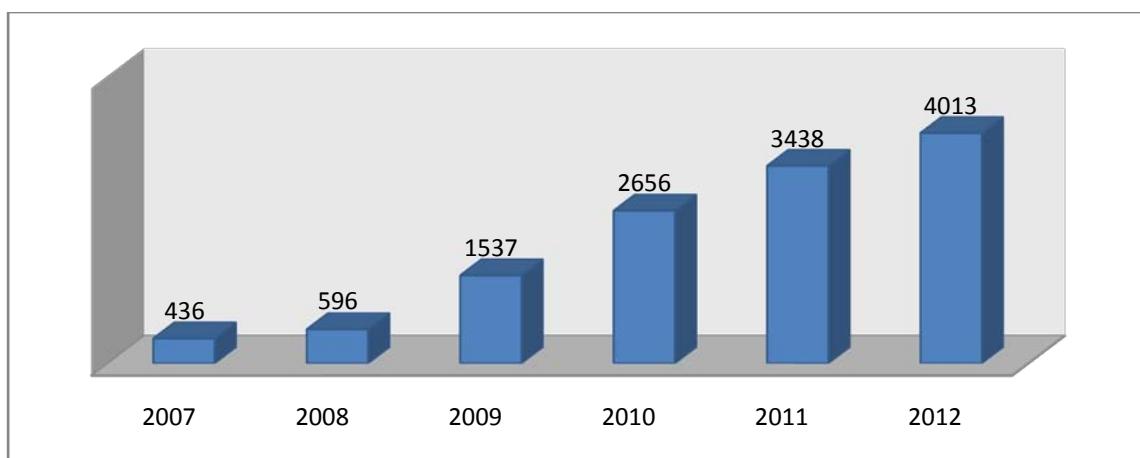


Figura 1. Número de consultas médicas al año en las unidades ELA en el periodo 2007-2012

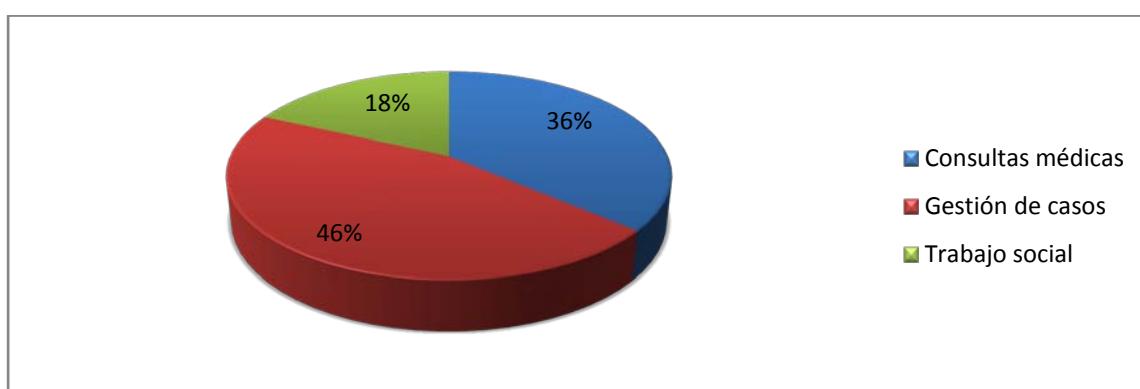


Figura 2. Tipo de servicio prestado en las unidades ELA en el año 2012



Figura 3. Unidad ELA-Neuromuscular de Neurología del Hospital General Gregorio Marañón

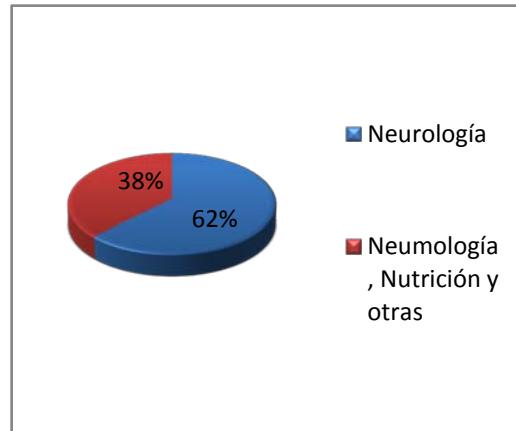


Figura 4. Número de consultas médicas por especialidades médicas en el año 2012

2. OBJETIVOS

2. OBJETIVOS

Este proyecto se plantea porque pensamos que un SIG es una herramienta adecuada para optimizar la gestión de los recursos del Servicio Madrileño de Salud (SERMAS) y la asistencia a los pacientes de ELA por la capacidad de análisis que tienen los SIG en la distribución geográfica de un fenómeno complejo de múltiples factores. Esto tiene una gran importancia para adecuar los medios disponibles a las necesidades de estos pacientes.

El objetivo principal de este proyecto es la integración de bases de datos espaciales y temáticas en un sistema de información geográfica (SIG) de nueva elaboración para la gestión asistencial y análisis epidemiológico de los pacientes con ELA integrados en la RED ELA MADRID.

Para conseguir este objetivo principal se consideran los siguientes objetivos específicos:

- Integrar la base de datos de pacientes con ELA residentes en la Comunidad de Madrid e incluidos en el registro de la RED ELA MADRID con la información geográfica de esta Comunidad, que contiene la localización de las distintas unidades de ELA, hospitales públicos, centros de salud y rehabilitación, servicios de cuidados paliativos, centros base, asociaciones de pacientes y administración sanitaria
- Analizar el número de pacientes por municipios y distritos en la Comunidad de Madrid según sexos, índice de mortalidad, etnia y nivel educativo
- Analizar la incidencia de enfermos de ELA en cada municipio y distrito de la Comunidad de Madrid
- Analizar el intervalo de tiempo que pasa entre la edad de inicio y la edad de diagnóstico de la enfermedad en los diferentes municipios y distritos de la Comunidad de Madrid
- Calcular las distancias a las que se encuentran las unidades de ELA, los hospitales públicos, las residencias de cuidados paliativos y los centros de rehabilitación más cercanos a cada paciente
- Determinar los pacientes que tengan su unidad de ELA mal asignada en función de la distancia y reasignarles una nueva unidad de ELA más cercana
- Determinar las zonas de la Comunidad de Madrid que están a un determinado tiempo de distancia de la unidad de ELA, el hospital público, el centro de cuidados paliativos o el centro de rehabilitación más cercano

- Analizar la influencia de la contaminación atmosférica en la incidencia de la enfermedad teniendo en cuenta las vías de comunicación más importantes, las zonas industriales y las estaciones de medida de calidad del aire de la Comunidad de Madrid

3. LOCALIZACIÓN

3. LOCALIZACIÓN

3.1. Comunidad de Madrid

En el centro de la Península Ibérica y más concretamente en el centro de la Meseta Central, con una superficie de alrededor de 8021,80 km² y una población que se aproximaba a los 6.489.680 habitantes en 2011, se halla la Comunidad autónoma de Madrid que es uniprovincial. Geográficamente se desarrolla entre los 39°53' y 41°10' de latitud norte y entre los 3°03' y 4°34' de longitud oeste. Limita con las provincias de Guadalajara, Cuenca, Toledo, Ávila y Segovia. En el centro de la provincia se ubica la capital del territorio, Madrid, que concentra a más del 50% de la población actual (alrededor de 3.300.000 habitantes). En el resto de la provincia la población se concentra mayoritariamente en el sur (Móstoles, Fuenlabrada, Leganés, Getafe, Alcorcón) y en el este (Alcalá de Henares, Torrejón de Ardoz) de la Comunidad de Madrid.

El 44,4% de la población madrileña tiene entre 16 y 44 años, mientras que las personas de entre 45 a 64 años de edad representan el 24,3% de la población. Minoritariamente se sitúan la población infantil (hasta 15 años) con un 15,2% y los mayores de 65 años con un 16,7%. En la Comunidad de Madrid la población femenina representa el 51,6% de su población mientras que la población masculina corresponde al 48,4%. Según los datos del Instituto Nacional de Estadística, la esperanza de vida en la Comunidad de Madrid se sitúa en 81,87 años, siendo para las mujeres de 84,98 años y para los hombres de 78,43 años.

Madrid se ha convertido en una región desde principios de los años noventa, que ha atraído a un número muy importante de inmigrantes de otros países situándose actualmente su población en un 13,09% de la población total. La población extranjera se reparte en la provincia de la siguiente manera: un 53% de latinoamericanos; un 18,36% de la Europa no comunitaria; un 9,27% de África del Norte; un 9,21% de la Unión Europea; un 3,59% del África subsahariana y un 3,36% de Asia del Este. Hay que destacar que un 58,5% de la población inmigrante se concentra en la capital y que algunos pueblos como Fresnedillas de la Oliva, Gargantilla del Lozoya y Pinilla de Buitrago, Lozoya, Olmeda de las Fuentes, Pelayos de la Presa o Zarzalejo tienen una tasa de población extranjera de entre el 20% y el 33%.

La Comunidad de Madrid tiene la segunda economía del país tras Cataluña. En 2011 el PIB de Madrid representa el 17,6% del PIB de España situándose en segundo lugar tras el 18,7% de Cataluña. El PIB total es de 189.432 millones euros mientras que el PIB per cápita se sitúa en 29.731 euros.

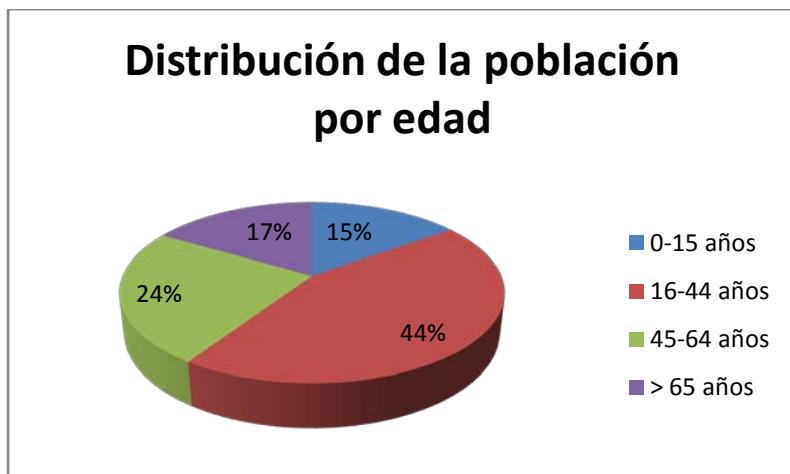


Figura 5. Distribución de la población por edad en la Comunidad de Madrid

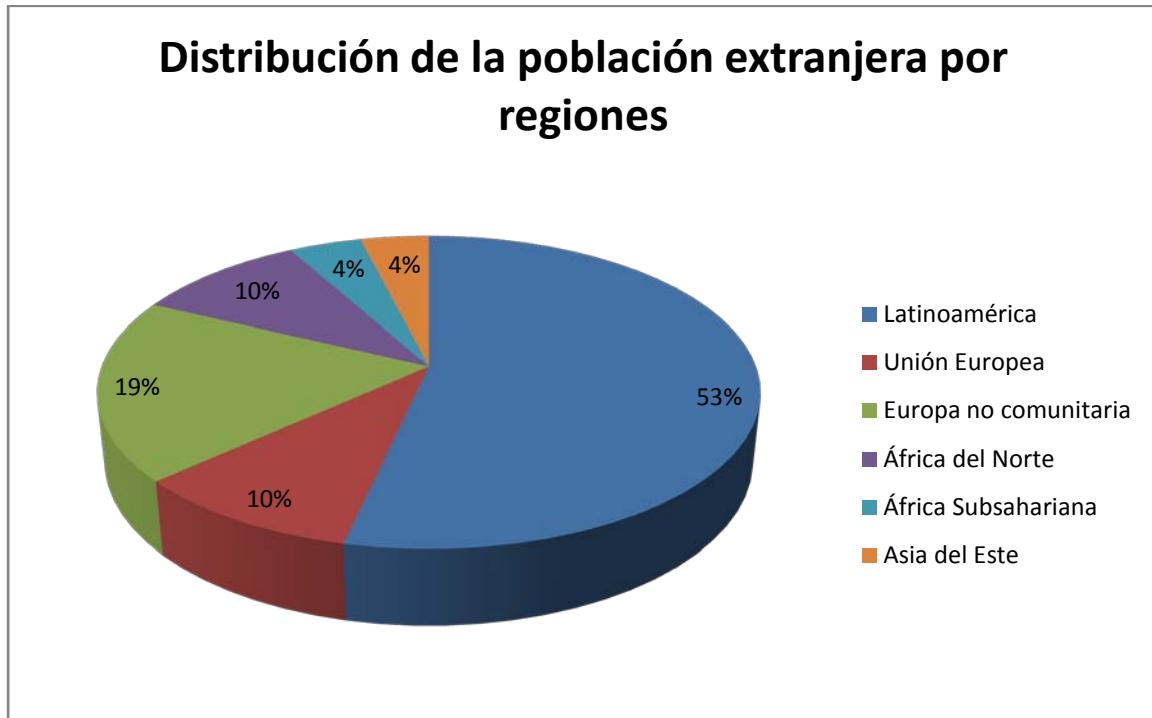


Figura 6. Distribución de la población extranjera por regiones en la Comunidad de Madrid

Para el desarrollo del proyecto hemos dividido la Comunidad de Madrid en 11 zonas:

Zona	Municipio más poblado	Número de habitantes(zona)
Municipio de Madrid	Madrid	3.233.527
Norte Metropolitano	Alcobendas	320.307
Este Metropolitano	Alcalá de Henares	652.437
Sur Metropolitano	Móstoles	1.292.240
Oeste Metropolitano	Las Rozas de Madrid	472.043
Sierra Norte	Guadalix de la Sierra	40.748
Nordeste Comunidad	Meco	59.429
Sudeste Comunidad	Villalbilla	102.362
Sudoeste Comunidad	Navalcarnero	123.232
Sierra Sur	San Martín de Valdeiglesias	34.499
Sierra Central	San Lorenzo de El Escorial	167.736

Tabla 2. Zonas de la Comunidad de Madrid



Figura 7. Zonas de la Comunidad de Madrid

La Comunidad de Madrid se organiza territorialmente en 179 municipios y en 801 localidades. La superficie media de los municipios madrileños es de 44,8 km², un promedio relativamente bajo. El más extenso de todos ellos es Madrid con 605,8 km² y el de menor superficie es Casarrubuelos con 5,3 km².



Figura 8. Municipios de la Comunidad de Madrid

3.2. Madrid

El municipio de Madrid es la capital de España y de la Comunidad de Madrid. Es la ciudad más grande y poblada del país con 3.233.527 habitantes, siendo por ello la tercera ciudad más poblada de la Unión Europea por detrás de París y Londres. La ciudad de Madrid se encuentra en la zona central de la Península Ibérica. Sus coordenadas son 40°26'N 3°41'O y su altura media sobre el nivel del mar es de 667 m, siendo una de las capitales más altas de Europa. La ciudad está situada a pocos kilómetros de la Sierra de Guadarrama y se encuentra emplazada en la cuenca del Tajo.

Madrid está dividido administrativamente en 21 distritos, que a su vez se subdividen en barrios.



Figura 9. Distritos del municipio de Madrid

3.3. Sistema nacional de salud

El Sistema Nacional de Salud (SNS) es la organización de las prestaciones sanitarias públicas en España desde 1986, en que fue creado mediante la ley General de Sanidad y que se encuentra gestionado por las distintas comunidades autónomas. La actividad de los distintos servicios sanitarios se organiza mediante el Consejo Interterritorial del Sistema Nacional de Salud de España para dar cohesión al sistema y garantizar los derechos ciudadanos en todo el territorio.

Las características fundamentales del Sistema Nacional de Salud (SNS) son:

- La extensión de los servicios sanitarios a toda la población
- La prestación de una atención integral de la salud procurando altos niveles de calidad
- La organización adecuada para prestar una atención integral a la salud, tanto de la promoción de la salud y prevención de la enfermedad como de la curación y rehabilitación
- La coordinación de todos los recursos sanitarios públicos
- La financiación de los servicios sanitarios mediante recursos de las Administraciones públicas, cotizaciones y tasas

Organización territorial del Sistema Nacional de Salud

Como consecuencia de la descentralización de la sanidad contemplada en la Constitución Española, cada comunidad autónoma se ha ido dotando de una estructura administrativa y de gestión de los servicios sanitarios creando sus propios Servicios de Salud.

Comunidad autónoma	Identificación del Servicio de Salud Autonómico	Población atendida
Andalucía	Servicio Andaluz de Salud (SAS)	8.285.692 habitantes
Cataluña	Instituto Catalán de Salud (ICS)	7.467.423 habitantes
Comunidad de Madrid	Servicio Madrileño de Salud (SERMAS)	6.271.638 habitantes

Comunidad Valenciana	Agencia Valenciana de Salud (AVS)	5.094.675 habitantes
Galicia	Servicio Gallego de Salud (SERGAS)	2.794.796 habitantes
Castilla y León	Sanidad Castilla y León (SACYL)	2.553.301 habitantes
País Vasco	Servicio Vasco de Salud (SVS)	2.155.546 habitantes
Castilla La Mancha	Servicio de Salud de Castilla La Mancha (SESCAM)	2.081.313 habitantes
Canarias	Servicio Canario de la Salud (SCS)	2.075.968 habitantes
Región de Murcia	Servicio Murciano de Salud (SMS)	1.436.870 habitantes
Aragón	Servicio Aragonés de Salud (SALUD)	1.326.918 habitantes
Extremadura	Servicio Extremeño de Salud (SES)	1.102.410 habitantes
Asturias	Servicio de Salud del Principado de Asturias (SESPA)	1.085.289 habitantes
Islas Baleares	Servicio de Salud de las Islas Baleares (IB-SALUD)	1.071.221 habitantes
Navarra	Servicio Navarro de Salud (SNS)	629.569 habitantes
Cantabria	Servicio Cántabro de Salud (SCS)	582.138 habitantes
La Rioja	Servicio Riojano de Salud (SRS)	321.702 habitantes

Tabla 3. Organización territorial del sistema nacional de salud

3.4. Servicio Madrileño de Salud (SERMAS)

Fundado el 27 de Diciembre de 2001, el Servicio Madrileño de Salud (SERMAS), es el organismo encargado del sistema sanitario público en la Comunidad de Madrid.

Las principales funciones del SERMAS en la Comunidad de Madrid son:

- La gestión de los servicios y la prestación de asistencia sanitaria en sus centros y servicios asistenciales
- La gestión y ejecución de las actuaciones y programas institucionales para la promoción y protección de la salud, prevención de la enfermedad, asistencia sanitaria y rehabilitación

El Servicio Madrileño de Salud es el responsable de la organización territorial de sus servicios en la Comunidad de Madrid. Con ese fin se divide el territorio de la comunidad autónoma en áreas de salud.

Las áreas de salud son unidades geográficas y funcionales. Cada área de salud es autónoma, ya que estudia individualmente las necesidades sanitarias de su población. Establece los planes de salud que son los programas para satisfacer esas necesidades, coordinar los servicios existentes en esa zona y gestionar los establecimientos sanitarios de su territorio. Se delimitan teniendo en cuenta factores geográficos, demográficos, socioeconómicos, laborales, epidemiológicos, culturales, climatológicos, vías de comunicación e instalaciones sanitarias.

En la Comunidad de Madrid existen 11 áreas sanitarias que son respectivamente:

Área sanitaria	Zona
Área 1	Centro-Sur-Este
Área 2	Centro-Este
Área 3	Este
Área 4	Madrid Capital
Área 5	Centro-Norte
Área 6	Oeste
Área 7	Madrid Capital
Área 8	Sur-Oeste I
Área 9	Sur-Oeste II
Área 10	Sur
Área 11	Centro-Sur

Tabla 4. Áreas sanitarias de la Comunidad de Madrid

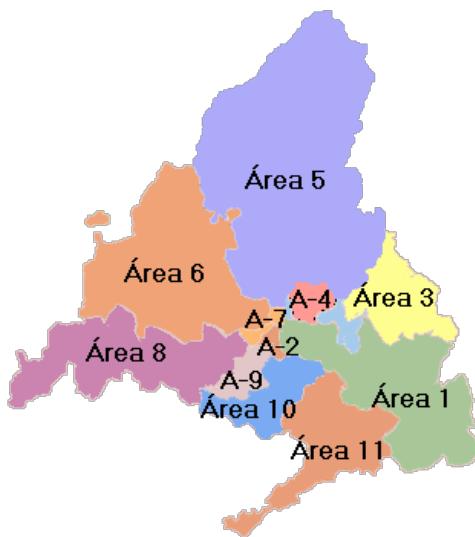


Figura 10. Áreas sanitarias de la Comunidad de Madrid

Cada área de salud cuenta con dos niveles asistenciales: la atención primaria y la atención especializada.

La asistencia primaria es el primer nivel asistencial dentro de las áreas de salud actuando como gestor y coordinador de casos. Comprende las actividades de promoción de la salud, educación sanitaria, prevención de la enfermedad, asistencia sanitaria, mantenimiento y recuperación de la salud, así como la rehabilitación física y el trabajo social. El equipo de atención primaria está compuesto por médicos de familia, pediatras, enfermeros, auxiliares de enfermería, administrativos y celadores.

La atención especializada se basa en prestar asistencia especializada, generalmente en régimen de internamiento, a petición de los facultativos de atención primaria. Además realiza actividades de promoción de la salud y de prevención de las enfermedades como también funciones de investigación y docencia. En España hay reconocidas unas cincuenta especialidades médicas.

	Atención primaria	Atención especializada
Características	Accesibilidad	Complejidad técnica
Actividades	Promoción de la salud, prevención de la enfermedad, capacidad técnica para	Medios diagnósticos y terapéuticos de mayor complejidad y coste

	abordar de forma completa los problemas de salud más frecuentes (orientados a la persona y a la población)	(orientados a la enfermedad)
Acceso	Espontáneo	Por indicación de los facultativos de atención primaria
Dispositivo asistencial	Centros de salud y consultorios locales	Centros de especialidades y hospitales
Régimen de atención	En el centro y en el domicilio del ciudadano	De manera ambulatoria o con internamiento

Tabla 5. Cuadro comparativo entre atención primaria y atención especializada

Establecimientos sanitarios

El centro de salud es el centro de atención primaria y de rehabilitación. Entre sus funciones están:

- Asistir a los pacientes en régimen domiciliario
- Estudiar las necesidades de las diferentes zonas y organizar los programas sanitarios
- Actividades de promoción de la salud y prevención de la enfermedad
- Ejecutar los programas sanitarios establecidos
- Evaluar las actividades realizadas y los resultados obtenidos
- Llevar a cabo actividades de docencia

El hospital es el centro de atención especializada. Los hospitales se clasifican de la siguiente manera:

1) Según la especialización

- **Hospital general:** Es el que agrupa varias especialidades médicas, sin predominio claro de ninguna de ellas
- **Hospital especializado:** Se caracteriza porque en un tanto por ciento elevado de sus camas en funcionamiento se destinan a enfermedades de un solo área médica. Disponen de un equipamiento y nivel técnico superior. Y una proporción mayor de materiales por cama hospitalaria

2) Según el tiempo de estancia

- **Hospital de enfermedades agudas:** Son aquellos en los que la estancia prevista es corta
- **Hospital de enfermedades crónicas:** Son aquellos en los que se prevé una estancia larga (mayor de 30 días)

3) Según la dependencia patrimonial

- **Hospital público:** Los servicios sanitarios dependen de los respectivos gobiernos
- **Hospital privado:** Los servicios sanitarios dependen de empresas privadas

Los hospitales públicos de la Comunidad de Madrid están situados preferentemente en la capital y en los municipios más importantes de la región.

Área sanitaria	Hospital	Lugar
Área 1	Hospital Gregorio Marañón	Madrid (Retiro)
Área 1	Instituto de Oftalmología	Madrid (Chamberí)
Área 1	Instituto de Rehabilitación	Madrid (Salamanca)
Área 1	Hospital Infanta Leonor	Madrid (Villa de Vallecas)
Área 1	Hospital Virgen de la Torre	Madrid (Villa de Vallecas)
Área 1	Hospital del Sureste	Arganda del Rey
Área 2	Hospital de la Princesa	Madrid (Salamanca)
Área 2	Hospital Santa Cristina	Madrid (Salamanca)
Área 2	Hospital Infantil Niño Jesús	Madrid (Retiro)
Área 2	Hospital del Henares	Coslada
Área 3	Hospital Príncipe de Asturias	Alcalá de Henares
Área 3	Hospital de Torrejón	Torrejón de Ardoz
Área 4	Hospital Ramón y Cajal	Madrid (Fuencarral-El Pardo)
Área 5	Hospital Universitario La Paz	Madrid (Fuencarral-El Pardo)
Área 5	Hospital de Canto Blanco	Madrid (Fuencarral-El Pardo)
Área 5	Hospital Rodríguez Lafona	Madrid (Fuencarral-El Pardo)
Área 5	Hospital Carlos III	Madrid (Fuencarral-El Pardo)
Área 5	Hospital San José Santa Adela	Madrid (Tetuán)
Área 5	Instituto de Cardiología	Madrid (Moncloa-Aravaca)
Área 5	Hospital Infanta Sofía	San Sebastián de los Reyes
Área 6	Hospital Puerta de Hierro	Majadahonda

Desarrollo de un SIG para la gestión de la asistencia de los pacientes con esclerosis lateral amiotrófica de la Comunidad de Madrid

Área 6	Hospital de El Escorial	San Lorenzo de El Escorial
Área 6	Hospital de Guadarrama	Guadarrama
Área 6	Hospital de la Fuenfría	Cercedilla
Área 7	Hospital Clínico San Carlos	Madrid (Moncloa-Aravaca)
Área 8	Hospital de Móstoles	Móstoles
Área 8	Hospital Rey Juan Carlos	Móstoles
Área 8	Hospital Fundación Alcorcón	Alcorcón
Área 8	Hospital Virgen de la Poveda	Villa del Prado
Área 9	Hospital Severo Ochoa	Leganés
Área 9	Instituto José Germain	Leganés
Área 9	Hospital de Fuenlabrada	Fuenlabrada
Área 10	Hospital de Getafe	Getafe
Área 10	Hospital Infanta Cristina	Parla
Área 11	Hospital 12 de Octubre	Madrid (Usera)
Área 11	Hospital Jiménez Díaz	Madrid (Moncloa-Aravaca)
Área 11	Hospital Infanta Elena	Valdemoro
Área 11	Hospital del Tajo	Aranjuez

Tabla 6. Hospitales públicos de la Comunidad de Madrid



Figura 11. Hospital General Universitario Gregorio Marañón



**Hospital General Universitario
Gregorio Marañón**



El 26 de julio de 1999 la Comunidad de Madrid aprobó la creación de los Equipos de Soporte de Atención a Domicilio (ESAD) con la finalidad de colaborar y apoyar a los equipos de atención primaria en la atención a los pacientes inmovilizados y en situación terminal. Los ESAD deben actuar como facilitadores tanto para la derivación de estos pacientes hacia la atención especializada, como para la solicitud de consultas, pruebas y tratamientos urgentes, así como para el suministro de los productos sanitarios y farmacéuticos necesarios para la prestación de los cuidados paliativos domiciliarios. Son equipos multidisciplinares integrados por médicos, enfermeras, auxiliares de enfermería, auxiliares administrativos, psicólogos y trabajadores sociales. En el año 2012, el total de consultas domiciliarias atendidas por los ESAD ascendió a 14.308. Esta actividad supuso un incremento de casi el 11,5% respecto a la registrada el año anterior.

Los centros base de la Comunidad de Madrid pertenecientes a la consejería de asuntos sociales atienden a la población de sus correspondientes demarcaciones geográficas. Son servicios sociales especializados de atención básica a personas con discapacidad. Valoran las ayudas económicas y técnicas que necesita el enfermo y evalúan su grado de discapacidad. Sirven para dar información y orientar sobre tratamientos rehabilitadores o acceso a la formación y al empleo como también para la intervención terapéutica (fisioterapia, logoterapia, intervención psicológica). Están formados por médicos rehabilitadores, psicólogos y trabajadores sociales.

4. DATOS

4. DATOS

4.1. Formatos espaciales de datos

Hoy en día existen varios formatos espaciales de datos para los sistemas de información geográfica como, por ejemplo, coberturas, archivos CAD (DXF, DWG y DGN), geodatabases, shapefiles, archivos de texto, archivos Excel, archivos de imagen TIFF, archivos TIN, etc.

La geodatabase

La geodatabase es un modelo que permite el almacenamiento físico de la información geográfica, ya sea en archivos dentro de un sistema de ficheros o en una colección de tablas en un Sistema Gestor de Base de Datos (Microsoft Access, Oracle, Microsoft SQL Server,...). Permite almacenar numerosos tipos de datos: vectorial, raster, CAD, tablas, topología, etc... Cuando reside en un sistema gestor de base de datos estándar, permite aprovechar todo el potencial de las herramientas de estos sistemas, y completa la funcionalidad presente en la base de datos con funciones necesarias para el tratamiento de la información espacial. El modelo de la geodatabase permite almacenar, además de elementos geográficos, el comportamiento de dichos elementos, lo que facilita la generación de una visión más completa de la realidad. El modelo de datos de la geodatabase es escalable y, en función de las necesidades de cada uno, es posible diferenciar entre:

- Geodatabase de archivos: Se almacena como carpetas en el sistema y permite almacenar datos recogidos en archivos de gran tamaño (hasta 1 TB)
- Geodatabase personal: En este caso la información se recoge en un único fichero de Microsoft Access que no puede ocupar más de 2 GB
- Geodatabase corporativa: Este tipo está enfocado a bases de datos relacionales gestionadas con SQL, Oracle...., con varios usuarios y no tienen límite de tamaño

El acceso a la geodatabase puede realizarse a través de los menús estándares de ArcCatalog, ArcMap y ArcToolbox.

Shapefile

El shapefile es un formato de representación vectorial desarrollado por ESRI (Environmental Systems Research Institute), donde se almacenan digitalmente la localización de los elementos geográficos junto con sus atributos o características. No se trata de un único archivo, si no de entre 3 y 8 archivos independientes. Cada uno de estos archivos tiene una función específica y almacena un tipo de información (elementos geométricos, atributos, proyección, metadatos...). Los shapefile no almacenan topología ni características de la representación. Si queremos conservar la representación de los elementos en un shapefile, tendremos que generar otro tipo de archivos. La principal ventaja es que se simplifica la compatibilidad de este tipo de archivos a la vez que se reduce su tamaño respecto a otros sistemas de representación vectorial.

Hay tres archivos que resultan imprescindibles en todo shapefile:

- **Shape (.shp):** Se trata del archivo principal y almacena la información geométrica de los elementos de la capa en formato vectorial. Pueden contener puntos, líneas o polígonos y cada vértice lleva implícitas sus coordenadas en un sistema de referencia concreto. Se componen de una cabecera con información general sobre el tipo de shapefile y un número variable de registros, que a su vez pueden estar compuestos por varias entidades geométricas independientes
- **Shape Index (.shx):** Consiste en un índice de las entidades geométricas que permite refinar las búsquedas dentro del archivo .shp
- **dBase (.dbf):** Se trata de una tabla de datos en la que se registran los atributos de cada elemento. Es un formato muy compatible y sencillo que nos permite almacenar datos estructurados. En los shapefiles, las tablas dBase se emplean para asignar atributos numéricos, de texto o de fecha a los registros contenidos en el archivo principal. Cada registro debe estar asociado con una única entrada en la tabla, ambos archivos se vinculan mediante un número de registro en el archivo principal y el código en la tabla

Otro formato habitual en los shapefile es el archivo Project (.prj). Nos permite georreferenciar automáticamente los elementos geométricos contenidos en el archivo shape. Consiste en un archivo de texto y sirven para almacenar información sobre el sistema de referencia empleado, la proyección que se ha aplicado a las coordenadas para representarlas

sobre un plano, las unidades de medida lineales y angulares, etc... Gracias a este tipo de archivos podemos situar cada elemento en su posición real sobre el terreno. Cuando no contemos con un archivo project asociado tendremos que configurar manualmente todos estos datos.

4.2. Fuentes temáticas

La fuente temática principal y sobre la que se basa este proyecto es el registro de los pacientes de ELA de la RED ELA de la Comunidad Autónoma de Madrid.

Tabla de la RED ELA

Contiene los datos de todos los pacientes de ELA registrados en la Comunidad de Madrid, datos tanto geográficos (direcciones) como temáticos.

Campo	Tipo
Número de caso	Número
Unidad de ELA	Texto
Municipio	Texto
Provincia	Texto
Comunidad Autónoma	Texto
Tipo de Vía	Texto
Nombre de Vía	Texto
Número	Número
Código Postal	Número
Área Sanitaria	Número
Fecha de Nacimiento	Número
Sexo	Texto
Etnia	Texto
Nivel Educativo	Texto
Profesión	Texto
Fecha diagnóstico enfermedad	Número
Fecha inicio síntomas	Número
Historia familiar de ELA	Texto

Localización de inicio	Texto
BIPAP	Texto
Gastrostomía	Texto
Fecha Exitus	Número
Edad diagnóstico	Número
Edad inicio	Número
Exitus	Texto
Fenotipo	Texto

Aclaración de campos

- 1) Unidad de ELA: Los pacientes pueden pertenecer a cualquiera de las 5 unidades de ELA de la Comunidad de Madrid (Hospital Gregorio Marañón, Hospital La Paz, Hospital Carlos III, Hospital Clínico San Carlos o Hospital 12 de Octubre)
- 2) Área Sanitaria: Los pacientes pueden pertenecer a cualquiera de las 11 áreas sanitarias de la Comunidad de Madrid
- 3) Sexo: Puede ser varón o mujer
- 4) Etnia: Puede ser caucásica, gitana, negra, magrebí, asiática o latinoamericana
- 5) Nivel Educativo: puede ser analfabeto, primaria, bachiller, formación profesional o universitario
- 6) Historia familiar de ELA: Familiares que hayan tenido también ELA
- 7) Localización de inicio: donde se localiza la enfermedad cuando aparecen los primeros síntomas. Puede ser
 - Bulbar: alteración de la musculatura del tronco cerebral (por ejemplo facial)
 - Miembros SS-distal: miembros superiores (mano)
 - Miembros SS-proximal: miembros superiores (brazo)
 - Miembros II: miembros inferiores
 - Respiratorio: sistema respiratorio
 - Generalizada
 - Otros
- 8) BIPAP: utilización de ventilación mecánica no invasiva (NO o SI)
- 9) Gastrostomía: utilización de sistema de alimentación por tubos directamente al estómago (NO o SI)
- 10) Fenotipo: Puede ser bulbar (inicio por la musculatura craneal) o espinal (inicio por la musculatura de la médula espinal, extremidades)

Tablas de distritos, municipios y zonas estadísticas

Las tablas de distritos, municipios y zonas estadísticas fueron creadas por nosotros a partir de los datos sacados del Instituto Nacional de Estadística y el Instituto de Estadística de la Comunidad de Madrid.

Campo	Tipo
Identificador del distrito, municipio o zona	Número
Nombre del distrito, municipio o zona	Texto
Población total censada	Número
Porcentaje de etnia caucásica	Número
Porcentaje de etnia gitana	Número
Porcentaje de etnia negra	Número
Porcentaje de etnia magrebí	Número
Porcentaje de etnia asiática	Número
Porcentaje de etnia latinoamericana	Número
Porcentaje de analfabetos	Número
Porcentaje de personas de primaria	Número
Porcentaje de personas de bachiller	Número
Porcentaje de personas con formación profesional	Número
Porcentaje de personas con formación universitaria	Número
Renta per cápita	Número
Tasa de feminidad	Número

Tabla de formación de Zonas

Esta tabla se creó para crear las zonas estadísticas. Asignamos a cada municipio una de las 11 zonas estadísticas.

Campo	Tipo
Municipio	Texto
Zona estadística	Texto

Tabla de establecimientos sanitarios

Esta tabla fue creada por nosotros a partir de los datos del Servicio Madrileño de Salud (SERMAS).

Campo	Tipo
Tipo de establecimiento	Texto
Nombre del establecimiento	Texto
Dirección	Número y Texto
Población	Texto
Código Postal	Número

Aclaración de campos

- 1) Tipo de establecimiento: Puede ser hospital con unidad de ELA, hospital sin unidad de ELA, centro de rehabilitación o centro de cuidados paliativos
- 2) Dirección: En este campo la dirección está en formato americano, por ejemplo
 - Formato español: Calle Sinesio Delgado 10 (Tipo de vía, Nombre de vía, Número)
 - Formato americano: 10 Sinesio Delgado Calle (Número, Nombre de vía, Tipo de vía)

Tablas de la calidad del aire

El Ayuntamiento de Madrid cuenta con una Red de Vigilancia de la Calidad del Aire, formada por 24 estaciones automáticas, dos puntos de muestreo adicionales para partículas en

suspensión y otros dos puntos de muestreo para metales pesados, todos ellos integrados en el Sistema Integral de Vigilancia, Predicción e Información. Esta Red está destinada a la protección de la salud humana y cuenta con los medios necesarios para aportar una alta fiabilidad a los valores registrados.

Estas tablas las hemos creado a partir de los datos de la red de vigilancia del municipio de Madrid sobre calidad del aire. Se ha utilizado para localizar los lugares con mayor contaminación del municipio de Madrid. Se han tenido en cuenta las siguientes variables: Dióxido de azufre, Partículas en suspensión, Dióxido de nitrógeno, Monóxido de carbono, Benceno, Ozono y Metales pesados.

Campo	Tipo
Estación	Texto
Media	Número
Máximo	Número
Dirección	Texto
Población	Texto

Aclaración de campos

- 1) Media: Es el valor medio anual de la estación
- 2) Máximo: Es el valor máximo del año de la estación

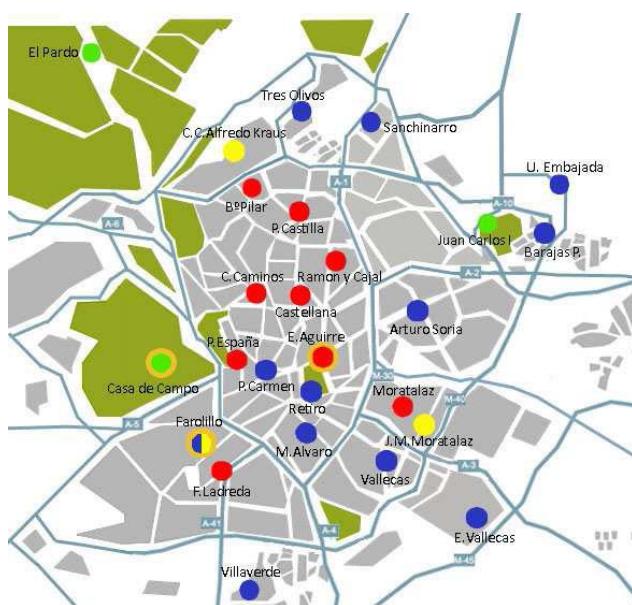


Figura 12. Mapa de la Red de Vigilancia de la calidad del aire

4.3. Fuentes espaciales

CartoCiudad

CartoCiudad es un modelo de callejero basado sobre una estructura de datos oficial de la red viaria municipal dentro del ámbito nacional, con una estructura topológica de SIG y con la integración de información de diferentes organismos: Dirección General de Catastro, Instituto Nacional de Estadística, Sociedad Estatal de Correos y Telégrafos y la Dirección General del Instituto Geográfico Nacional.

Hemos descargado los datos de códigos postales, municipios, viales y topónimos. Los ficheros están en formato shapefile y el sistema de referencia geodésico es ETRS89.



Figura 13. Logo de CartoCiudad

Áreas sanitarias

Los datos con los límites geográficos de las áreas sanitarias los descargamos de la página www.madrid.org/nomecalles. Estos datos estaban en formato shapefile y con el sistema de referencia geodésico ED50, por lo que tuvimos que realizar una transformación al sistema de referencia geodésico ETRS89.

Zonas industriales del municipio de Madrid

Las zonas industriales del municipio de Madrid fueron digitalizadas a mano a partir de los datos de la Dirección General de Planificación y Evaluación Urbana del Ayuntamiento de Madrid.

5. GENERACIÓN DEL SIG

5. GENERACIÓN DEL SIG

5.1. Geocodificación

La geocodificación de direcciones, también conocida como concordancia de direcciones (addressmatching), es un proceso que nos permite incorporar información puntual a nuestro sistema, a partir de direcciones postales y sobre la base de un mapa digital existente. Es muy común que poseamos información temática sobre hechos o eventos cuya única ubicación o referencia espacial sea la dirección postal y no el par de coordenadas x, y en el sistema de referencia que utilizamos. ArcGIS utiliza el mecanismo llamado “addresslocator” el cual define el proceso para convertir estas descripciones en representaciones puntuales. Se puede utilizar este mecanismo tanto para encontrar localizaciones individuales como para encontrar listas o tablas que contienen múltiples direcciones. Dado que este es un proceso que puede ser un tanto complicado, muchas veces es necesaria la repetición del proceso para encontrar aquéllas que no concuerdan.

Cómo generar un localizador de direcciones usando ArcCatalog

El localizador de direcciones (addresslocator) define el proceso para convertir la descripción de la dirección física en objetos puntuales en el mapa. Los diferentes tipos de localizador de direcciones se generan y mantienen en ArcCatalog y permiten geocodificar tanto en ArcMap como en ArcCatalog.

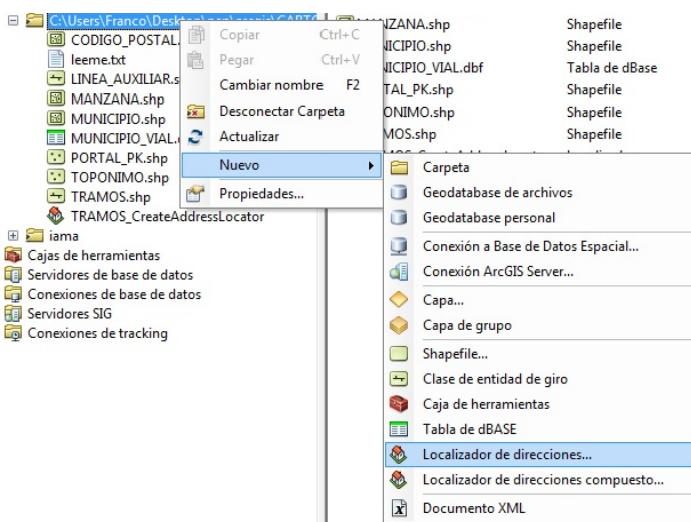


Figura 14. Crear un localizador de direcciones

El localizador de direcciones define los caminos hacia los datos de referencia, así como los parámetros para la lectura de las direcciones físicas, la concordancia de estas direcciones con los datos de referencia (mapa o featureclass) y el producto final que puede ser una clase de entidad aparte.

Los datos de referencia para geocodificar

Para poder dar con la localización de una dirección física, es necesario que el localizador de direcciones definido anteriormente esté referido al menos a una fuente de datos que contenga direcciones físicas (de alguna forma) e información geográfica. Cuando se geocodifica una dirección física la herramienta busca entre los objetos (pueden ser centros de vías con direcciones) en la clase de entidad de referencia que más concuerde con la descripción puesta en la dirección física.

Asignación de los campos de datos de referencia que utiliza el estilo del localizador de direcciones para los campos en los datasets de referencia

ArcGIS tiene varios formatos predefinidos para localización de direcciones. Estos formatos cubren algunos de los más usados, principalmente en los EEUU. Cada formato de localizador de direcciones tiene requerimientos específicos para los datos de referencia que se usarían para la concordancia de datos que se van a localizar.



Figura 15. Selección estilo de localizador de direcciones

En nuestro caso hemos usado el formato US Address – Dual Ranges (Dirección de EE.UU.: Rangos Dobles). El estilo del localizador de direcciones de calles de EE.UU. permite crear localizadores de direcciones para las direcciones de Estados Unidos más comunes. Una de las ventajas de este estilo de localizador de direcciones es proporcionar un rango de valores de números de domicilios para ambos laterales de un segmento de calle. De esta manera, el localizador de direcciones no solo puede suministrar una ubicación a lo largo de un segmento de calle sino también determinar el lateral del segmento de calle donde se encuentra la dirección.

Este estilo de localizador de direcciones puede utilizar clases de entidad con cualquier tipo de geometría pero normalmente utiliza clases de entidad con geometría de línea. Cada entidad en los datos de referencia representa un segmento de calle con dos rangos de direcciones que corresponden a ese segmento de calle, uno para cada lado.

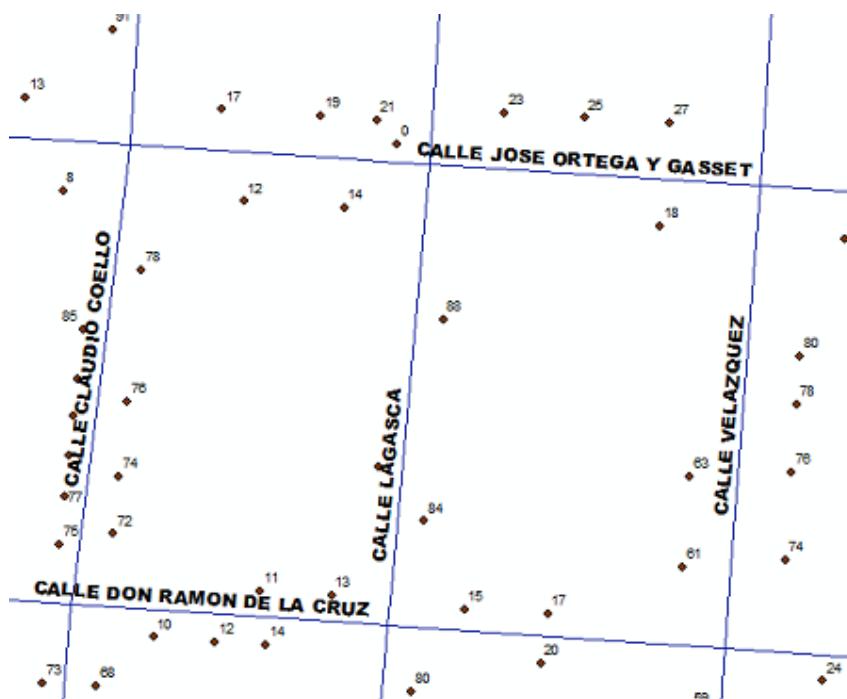


Figura 16. Calles con direcciones a ambos lados

Para utilizar un shapefile o clase de entidad como dato de referencia para el estilo del localizador de direcciones de Dirección de EE.UU.: rangos dobles, debe haber cuatro campos que incluyan información de dirección de origen y destino para cada lado de la calle, así como información del nombre de la calle, un campo de Id. de entidad y un campo SHAPE.

El campo de Id. de entidad puede ser un ObjectID o cualquier campo de Id. único en la clase de entidad. Además, se pueden especificar los campos que contienen la dirección del prefijo de la calle, el tipo de prefijo, el tipo de calle, la dirección de sufijo o la zona. Una vez establecidos los parámetros necesarios la herramienta está lista para localizar direcciones postales sobre nuestra cartografía.

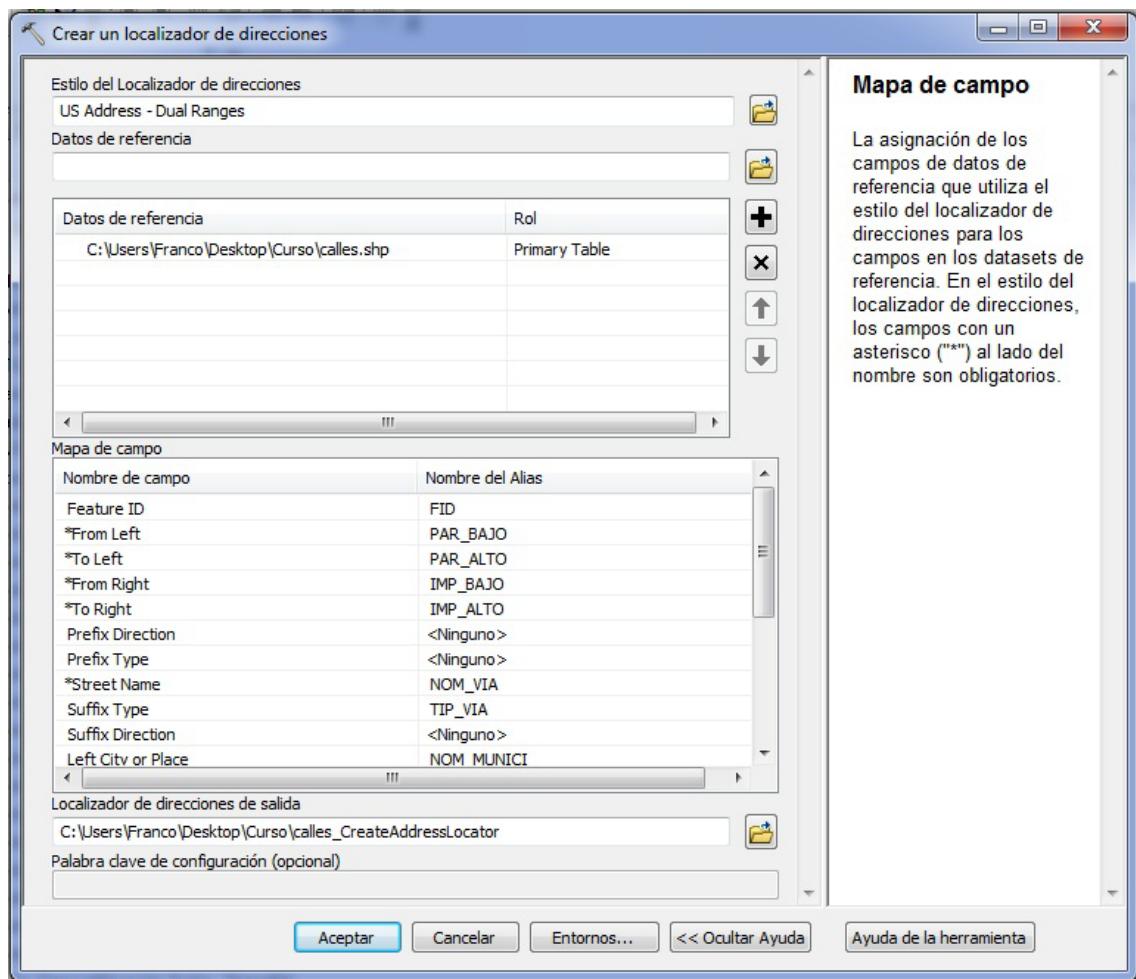


Figura 17. Parámetros del localizador de direcciones

5.2. Preparación de los datos para la geocodificación

La tabla de pacientes que tenemos tiene direcciones postales con cada elemento separado en una columna,

MUNICIPIO	PROVINCIA	COM_AUTONOMA	VÍA	NOMBRE_VÍA	NÚMERO	C_POSTAL
Madrid	MADRID	MADRID	CALLE	ALUSTANTE	19	28002
Boadilla Del Monte	MADRID	MADRID	PLAZA	DOCE DE OCTUBRE	8	28850
Alcobendas	MADRID	MADRID	CALLE	DIEGO DE ROS Y MEDRANO	14	28806
Madrid	MADRID	MADRID	AVENIDA	BUENOS AIRES	30	28018
Madrid	MADRID	MADRID	CALLE	PASAJE DE COLON	2	28340

Figura 18. Tabla pacientes

Dado que vamos a aplicar un localizador de calles con el formato US Address tenemos que colocar Número, el nombre de la vía y el tipo de vía en una sola columna y en ese orden.

DIRECCIÓN
19 ALUSTANTE CALLE
8 DOCE DE OCTUBRE PLAZA
14 DIEGO DE ROS Y MEDRANO CALLE
30 BUENOS AIRES AVENIDA
2 PASAJE DE COLON CALLE

Figura 19. Direcciones con formato US Adress

Nuestra cartografía está separada en municipios, códigos postales y tramos, para la geocodificación que queremos realizar debemos referenciar cada tramo con su municipio correspondiente.

TRAMOS

FID	ID TRAMO	LONGITUD	ID VIAL	NE VIA MA	TIP VIA	NOM VIA
0	280010000001	16,898	280010000002	2800100008	CALLE	ENCERRADERO (DEL)
1	280010000002	12,532	280010000002	2800100008	CALLE	ENCERRADERO (DEL)
2	280010000003	44,433	280010000002	2800100008	CALLE	ENCERRADERO (DEL)
3	280010000004	22,339	280010000003	2800100012	CALLE	PUERTO (DEL)
4	280010000005	30,563	280010000003	2800100012	CALLE	PUERTO (DEL)
5	280010000006	48,694	280010000002	2800100008	CALLE	ENCERRADERO (DEL)
6	280010000007	35,313	280010000003	2800100012	CALLE	PUERTO (DEL)
7	280010000008	19,035	280010000003	2800100012	CALLE	PUERTO (DEL)
8	280010000009	24,527	280010000003	2800100012	CALLE	PUERTO (DEL)
9	280010000010	12,739	280010000003	2800100012	CALLE	PUERTO (DEL)
10	280010000011	26,605	280010000003	2800100012	CALLE	PUERTO (DEL)
11	280010000012	34,531	280010000003	2800100012	CALLE	PUERTO (DEL)
12	280010000013	47,924	280010000003	2800100012	CALLE	PUERTO (DEL)
13	280010000014	17,351	280010000003	2800100012	CALLE	PUERTO (DEL)
14	280010000015	32,566	280010000003	2800100012	CALLE	PUERTO (DEL)
15	280010000016	19,777	280010000004	2800100010	CALLE	PLAZA (DE LA)
16	280010000017	58,146	280010000004	2800100010	CALLE	PLAZA (DE LA)
17	280010000018	18,34	280010000004	2800100010	CALLE	PLAZA (DE LA)
18	280010000019	24,671	280010000005	2800100019	CALLE	PLAZUELA (DE LA)
19	280010000020	18,529	280010000005	2800100019	CALLE	PLAZUELA (DE LA)
20	280010000021	14,783	280010000005	2800100019	CALLE	PLAZUELA (DE LA)
21	280010000022	19,841	280010000005	2800100019	CALLE	PLAZUELA (DE LA)
22	280010000023	25,535	280010000005	2800100019	CALLE	PLAZUELA (DE LA)
23	280010000024	20,682	280010000006	99006	PLAZA	NICASIO GONZALEZ MOREN
24	280010000025	77,418	280010000006	99006	PLAZA	NICASIO GONZALEZ MOREN
25	280010000026	27,313	280010000003	2800100012	CALLE	PUERTO (DEL)

MUNICIPIO_VIAL

OID	ID_VIAL	INE_MUN
0	6000000001028	28014
1	600000001836	28047
2	600000001837	28045
3	600000005660	28065
4	600000005660	28074
5	600000001838	28074
6	600000003310	28134
7	600000004125	28161
8	600000001030	28046
9	600000001841	28002
10	600000001842	28008
11	600000003311	28036
12	600000004127	28037
13	600000001032	28067
14	600000001030	28068
15	600000005657	28079

MUNICIPIO

FID	Shape	ID_MUN	INE_MUN	NOM_MUNICIPI
0	Polygon	280270000000	28027	Buitrago del Lozoya
1	Polygon	289010000000	28901	Lozoyuela-Navas-Sieteiglesias
2	Polygon	280620000000	28062	Garganta de los Montes
3	Polygon	280200000000	28020	Berzosa del Lozoya
4	Polygon	281070000000	28107	Patones
5	Polygon	281120000000	28112	Pinilla del Valle
6	Polygon	281180000000	28118	Puebla de la Sierra
7	Polygon	280340000000	28034	Canencia
8	Polygon	280630000000	28063	Gargantilla del Lozoya y Pinilla de Buitrago
9	Polygon	280390000000	28039	Cervera de Buitrago
10	Polygon	280970000000	28097	Navarredonda y San Mamés
11	Polygon	289020000000	28902	Puentes Viejas
12	Polygon	280760000000	28076	Lozoya
13	Polygon	280030000000	28003	Alameda del Valle
14	Polygon	281200000000	28120	Rascafría
15	Polygon	280160000000	28016	Atazar, El
16	Polygon	281240000000	28124	Robledillo de la Jara
17	Polygon	281820000000	28182	Villavieja del Lozoya
18	Polygon	281260000000	28126	Robregordo
19	Polygon	281170000000	28117	Prádena del Rincón
20	Polygon	280780000000	28078	Madarcos
21	Polygon	280640000000	28064	Gascones
22	Polygon	280880000000	28088	Montejo de la Sierra
23	Polygon	281140000000	28114	Piñuécar-Gandillas
24	Polygon	281380000000	28138	Serna del Monte, La
25	Polygon	280010000000	28001	Acebeda, La
26	Polygon	280700000000	28070	Horcajuelo de la Sierra-Aoslos
27	Polygon	280710000000	28071	Horcajuelo de la Sierra
28	Polygon	280240000000	28024	Braojos
29	Polygon	280690000000	28069	Hiruela, La

Figura 20. Referencia de cada tramo con su municipio correspondiente

Mediante la agregación temática por criterios de atributos, relacionando las tablas MUNICIPIO y MUNICIPIO_VIAL con TRAMOS, obtenemos la tabla calles en la que cada tramo tiene las columnas del municipio al cual pertenece.

calles										
FID	ID TRAMO	ID VIAL	INE VIA MA	TIP VIA	NOM VIA	ID MUN	INE MUN	NOM MUNICI		
1063	281340000104	281340000070	2813400285	AVDA	PLAZA DE TOROS (DE LA)	281340000000	28134	San Sebastián de los Reyes		
8346	280850000487	280850000161	2808500457	TRVA	ABEDULES	280850000000	28085	Miraflores de la Sierra		
1291	281760000636	281760000200	2817600598	CALLE	SIERRA DE GUADARRAMA	281760000000	28176	Villanueva de la Cañada		
1939	280220001507	280220000403	2802200885	CALLE	PLAYA DE BARRO	280220000000	28022	Boadilla del Monte		
1385	280220000016	28022000380	2802200854	CALLE	PLAYA DE LA LANZADA	280220000000	28022	Boadilla del Monte		
6705	280790019583	280790000225	2807902577	CALLE	GODELLA	280790000000	28079	Madrid		
1187	281600000096	281600000042	2816000329	CALLE	REAL	281600000000	28160	Valdemorillo		
1315	289030000513	289030000002	2890300003	SECT	LITERATOS	289030000000	28903	Tres Cantos		
7074	280790023275	280790006423	2807901616	CALLE	CUEVAS DE ALMANZORA	280790000000	28079	Madrid		
1240	281650000012	281650000006	2816500068	CALLE	ALCALA	281650000000	28165	Valdelecha		
7865	280120000090	280120000042	99042	CALLE	SANTORCAZ	280120000000	28012	Anchuelo		
1259	289010000070	289010000020	2890100146	CALLE	SANTA ANA (LOZOYUELA) (289010000000	28901	Lozoyuela-Navas-Sieteiglesias		
7930	280790031838	280790006756	2807902365	CALLE	FUENCARRAL	280790000000	28079	Madrid		
4447	280650002775	280650000022	2806502609	CALLE	CAMPO DE MONTIEL	280650000000	28065	Getafe		
6640	280790018937	280790001814	2807904555	CALLE	PARVILLAS ALTAS	280790000000	28079	Madrid		
1289	281760000455	281760000136	2817600344	CALLE	VALLE DEL RONCAL	281760000000	28176	Villanueva de la Cañada		
5922	280790011718	280790004320	2807911006	CALLE	BRAILLE	280790000000	28079	Madrid		
5383	280790006324	280790000173	2807902646	CALLE	GUABAIRO	280790000000	28079	Madrid		
5260	280100000271	280100000091	2801000406	CALLE	GUADARRAMA (DEL)	280100000000	28010	Alpedrete		
1096	281330000133	281330000060	2813300110	CALLE	RAMON Y CAJAL (DE)	281330000000	28133	San Martín de Valdeiglesias		

Figura 21. Tabla calles

Geocodificación

Una vez creado el localizador y teniendo referenciados los tramos y los municipios se puede geocodificar cualquier tabla de direcciones que tengamos. En nuestro caso tenemos que geocodificar la tabla de pacientes, hospitales con unidad de ELA, hospitales sin unidad de ELA, residencias de cuidados paliativos y centros de rehabilitación. Explicamos el proceso para la tabla pacientes y repetiremos el mismo para el resto de tablas. Seleccionamos la tabla de pacientes y elegimos la opción de geocodificar direcciones. Seleccionamos el localizador de direcciones que hemos creado y elegimos el campo DIRECCION para el campo de entrada Street or Intersection y el campo MUNICIPIO para el campo de entrada City or Placename.

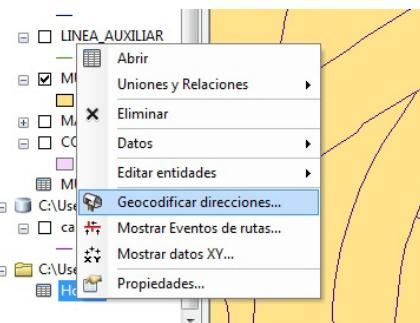


Figura 22. Geocodificar una entidad

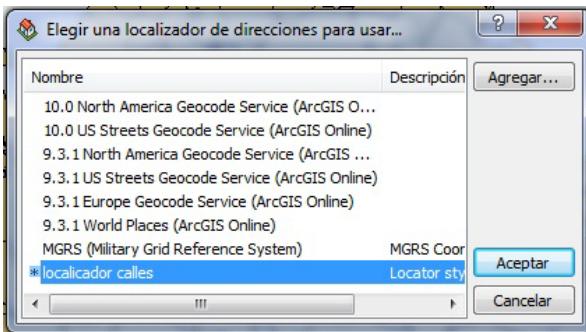


Figura 23. Elección de un localizador de direcciones

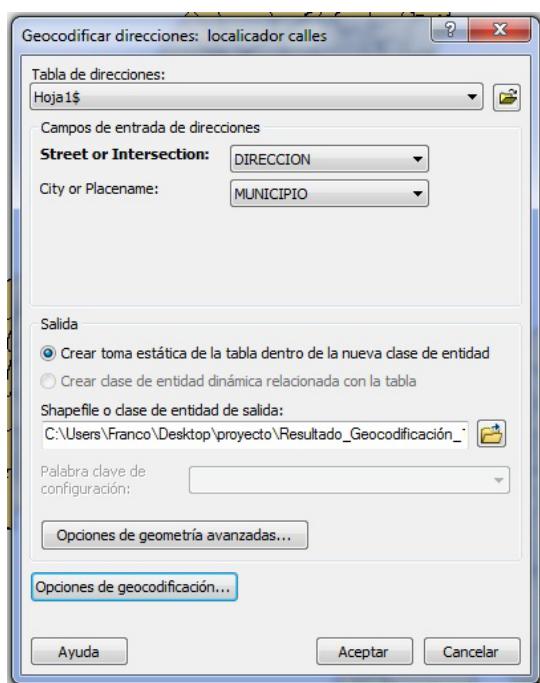


Figura 24. Selección de campos de entrada de direcciones

Una vez establecidos los parámetros de la búsqueda el localizador procede a concordar automáticamente todas las direcciones de la tabla. Aquellas direcciones para las que no encuentra concordancia (no concordadas) o para las que encuentra varias concordancias de igual puntuación (coincidentes) se pueden concordar con la opción volver a coincidir.

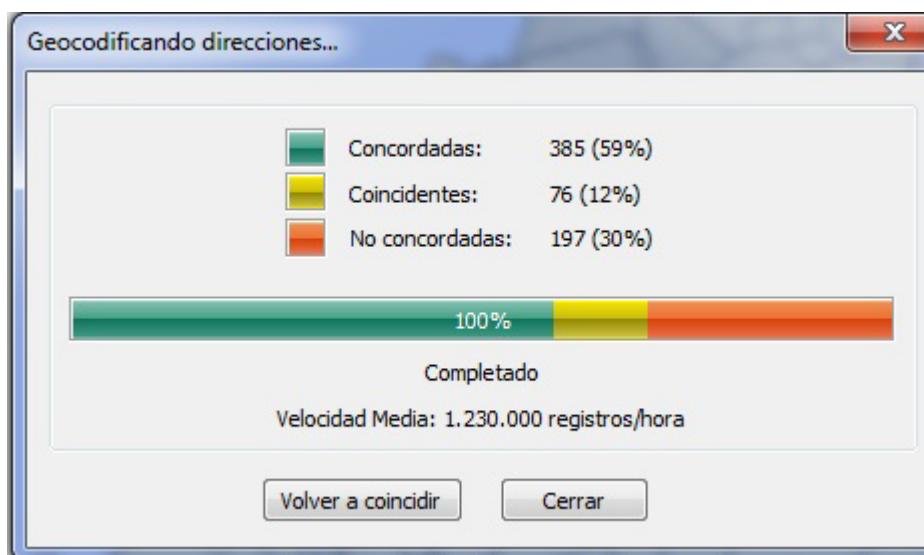


Figura 25. Resultado de geocodificación automática

En nuestro caso, dado que la nomenclatura de nuestra cartografía no es exactamente igual a las direcciones postales; “El Escorial” se llama “Escorial, El” y la calle “los claveles” se llama “claveles (los)”, debemos acceder al interfaz Reintentar Concordancia Interactiva en el cual, modificando las direcciones postales de los pacientes de modo que coincidan con la nomenclatura de la cartografía, se puede concordar las direcciones coincidentes y no concordadas.

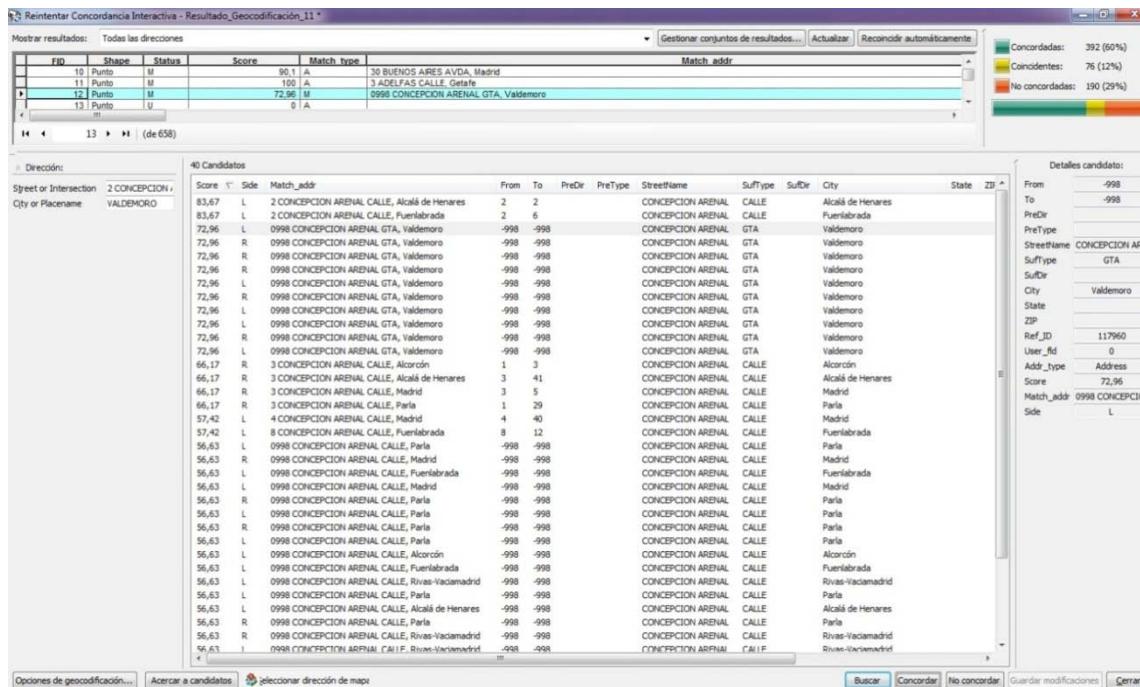


Figura 26. Reintentar concordancia manualmente

En esta interfaz se nos indican una serie de campos:

Status: Indica si el caso fue localizado

“M”: Denota que fue localizado (concordado con una dirección en el mapa de referencia)

“U”: No fue localizado

“T”: Indica un empate (tie) entre diferentes cantidades

Score: Este campo contiene la puntuación (de cero a cien) que obtuvo el caso concordado. A mayor puntuación, mayor parecido o certeza de localización de una dirección

Side: Marcará el lado del segmento de calle al cual pertenezca la máxima puntuación de la tabla. Este tendrá sentido solamente cuando se utilicen mapas de referencia que contengan números de casas a ambos lados de las calles. Una L significa a la izquierda y una R, a la derecha

ARC_Street: Contiene la cadena de caracteres que representa la dirección física contenida en la tabla original de direcciones

Una vez que hemos concordado todas las direcciones tenemos a todos los pacientes localizados en nuestra cartografía en forma de punto.

PACIENTES

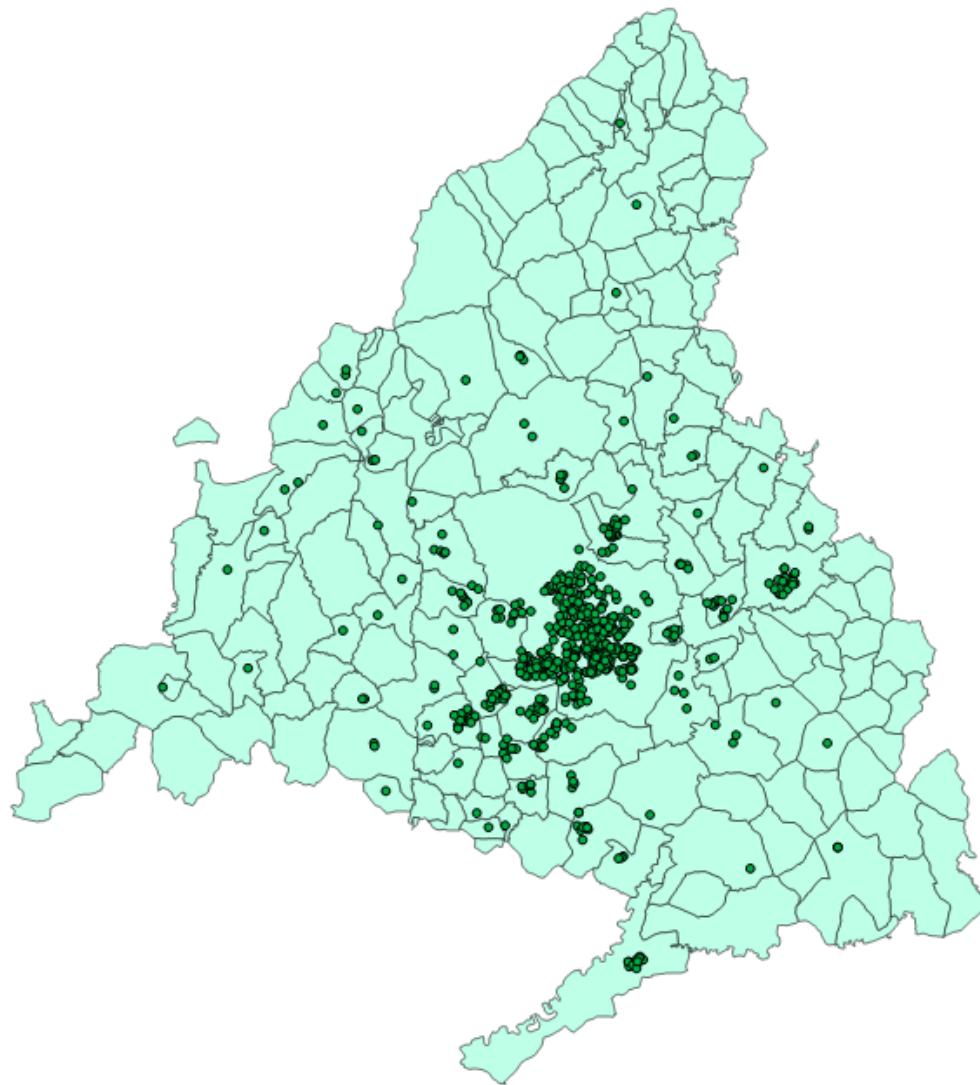


Figura 27. Pacientes geocodificados

Repetimos el mismo proceso para los Hospitales con unidad de ELA, sin unidad de ELA, residencias de paliativos y centros de rehabilitación.

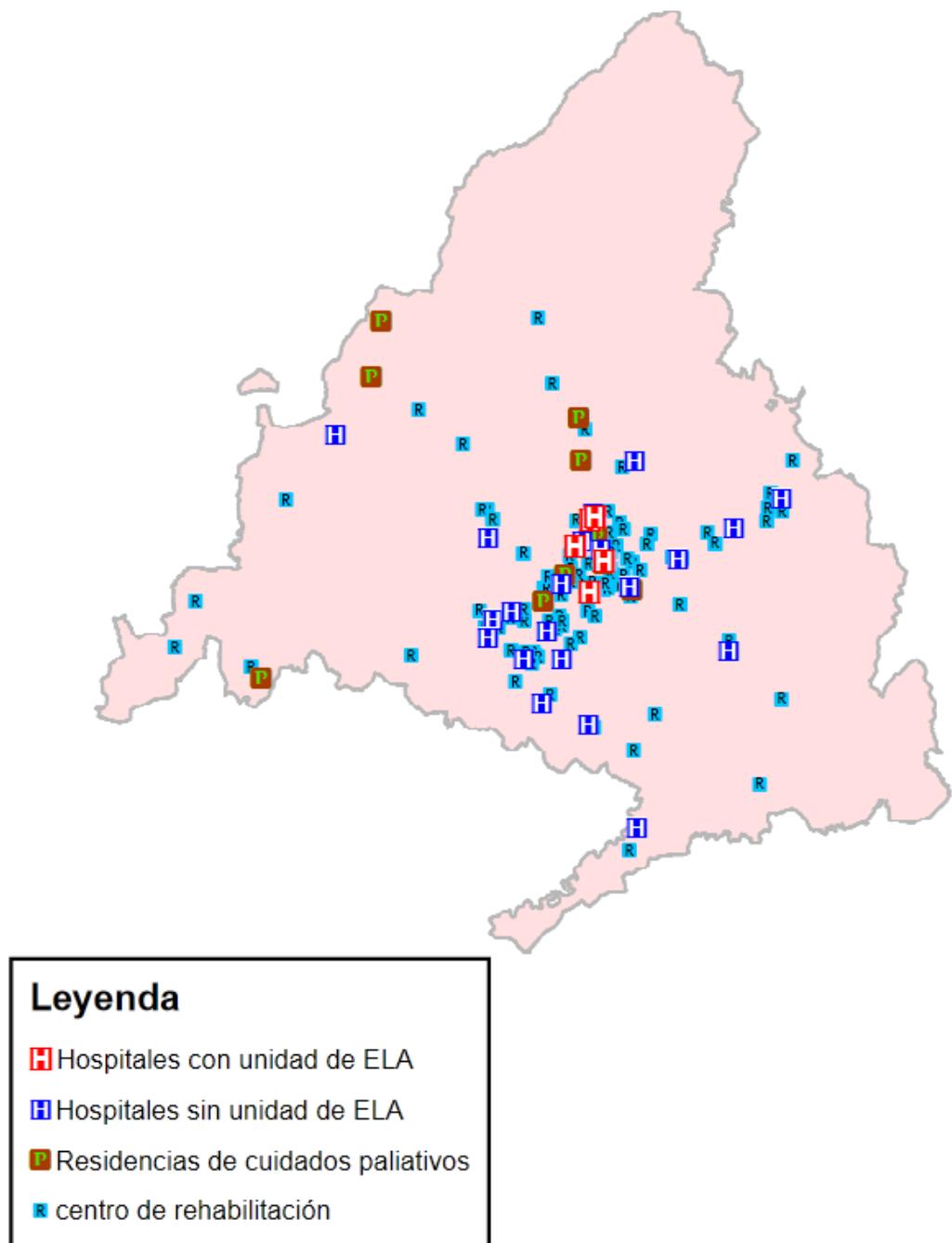


Figura 28. Centros sanitarios geocodificados

Una vez tenemos a los pacientes y los centros sanitarios geocodificados sobre nuestra cartografía podemos iniciar el análisis.

5.3. Análisis de datos del registro de pacientes con ELA de la Comunidad de Madrid

Parámetros geográficos

Municipio de residencia

Realizamos una distribución de pacientes por municipio en el que residen y un estudio en base a esa distribución según el caso de vivos y fallecidos, sexos, profesión, nivel cultural y etnia. Para realizar esta distribución realizamos consultas temáticas, estas consultas permiten seleccionar un conjunto de entidades que cumplan una o varias condiciones relativas al valor de sus atributos. Seleccionamos por atributo los diferentes parámetros que queremos estudiar y los copiamos en un nuevo shapefile aparte de modo que solo aparezcan los pacientes que dispongan del atributo seleccionado en cada uno.

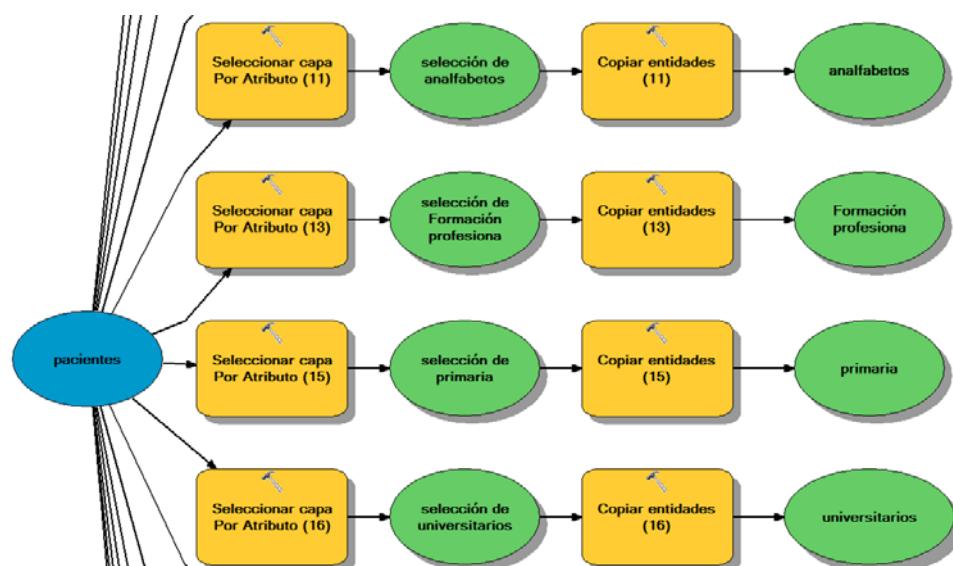


Figura 29. Consultas temáticas

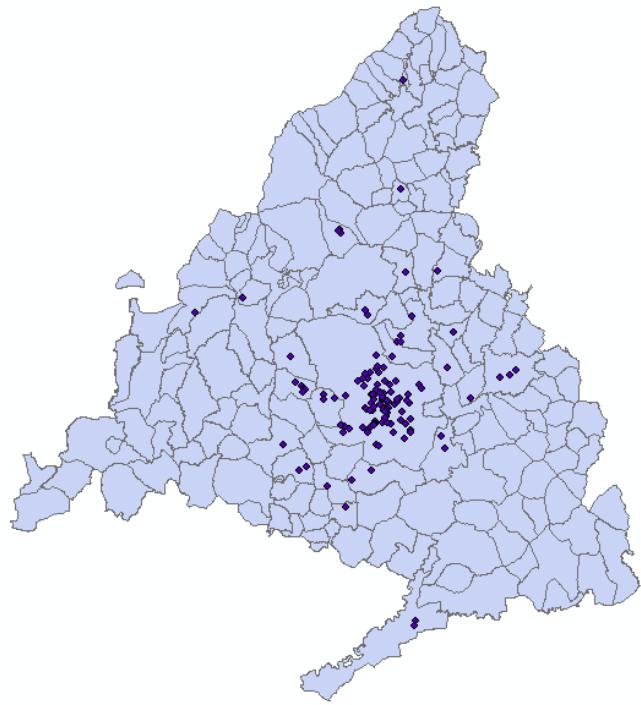


Figura 30. Pacientes de nivel de estudio primario

Una vez tenemos los diferentes shapefiles con los pacientes distribuidos según atributos realizamos una agregación temática por criterios espaciales de los pacientes a la capa municipios. Consiste en generar nuevas entidades mediante la unión geométrica de otras, las cuales verifican una serie de condiciones espaciales. Para usamos la herramienta Union Espacial. Esta herramienta permite unir las tablas de atributos de dos capas de información basándose en la localización de los objetos en una de ellas con respecto a la otra, Las entidades de destino y los atributos unidos de las entidades de unión se escriben en la clase de entidad de salida. Esto distribuye a cada paciente en el municipio al que corresponde dando como resultado una capa de municipios con el número de pacientes de cada atributo específico por cada municipio.

Código postal

Realizamos una distribución por códigos postales de la misma forma explicada anteriormente y estudiando los mismos atributos, llevamos a cabo una distribución por distritos a partir de los códigos postales. Creamos la capa CP_DISTRITO la cual relaciona los diferentes distritos con los códigos postales que ocupa

CP_DISTR			
OID	ID	DISTRITO	CP
0	1	Salamanca	28001
1	2	Chamartín	28002
2	3	Chamberí	28003
3	4	Centro	28004
4	5	Arganzuela	28005
5	6	Salamanca	28006
6	7	Retiro	28007
7	8	Moncloa-Aravaca	28008
8	9	Retiro	28009
9	10	Chamberí	28010
10	11	Latina	28011
11	12	Centro	28012
12	13	Centro	28013
13	14	Centro	28014
14	15	Chamberí	28015
15	16	Chamartín	28016

Figura 31. Tabla CP_Distrito

Unimos esta tabla al shapefile de CODIGO_POSTAL para que cada polígono de código postal tenga asignado el distrito al que pertenece y a continuación realizamos una combinación (agregación espacial). Esta función permite combinar automáticamente entidades de una clase, utilizando criterios temáticos (igualdad en el valor de un atributo) y/o espaciales (ser entidades adyacentes o que se superpongan). Utilizamos la herramienta Disolver (dissolve), la cual agrega (disuelve) las entidades con las mismas combinaciones de valor para los campos especificados a una entidad simple. Los Campos a combinar se escriben en la clase de entidad de salida Distritos_CAM. Dado que solo tenemos distritos en el municipio de Madrid el resultado son los polígonos de distritos que conforman el municipio de Madrid dentro del polígono que conforma la comunidad de Madrid.

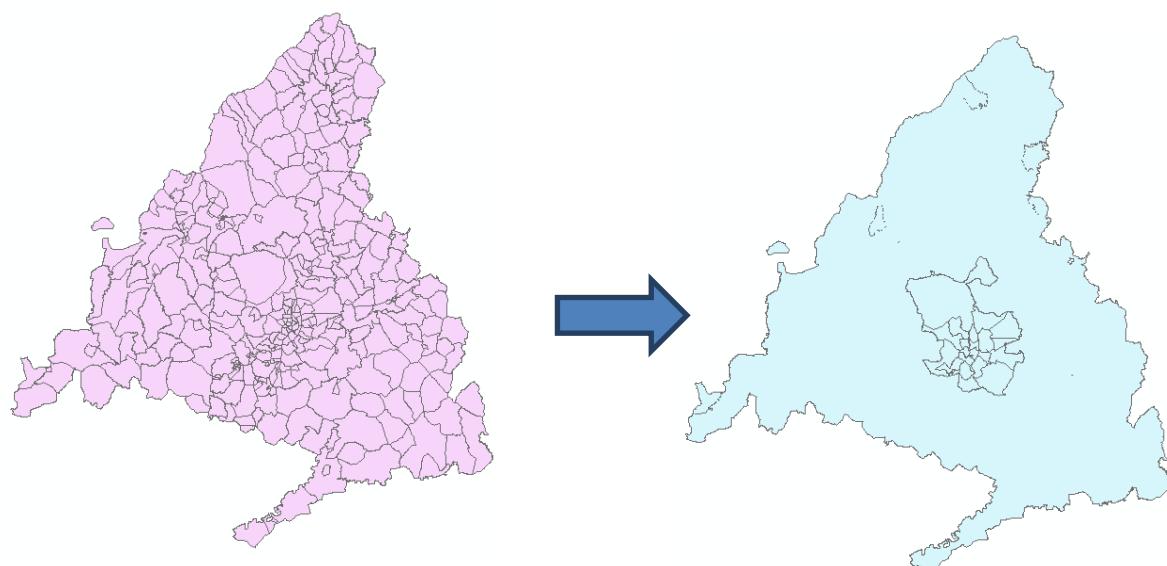


Figura 32. Combinación (agregación espacial) de distritos

Hacemos una consulta temática de modo que seleccione el municipio de Madrid y copiamos la entidad para tener una capa con el contorno del municipio de Madrid.



Figura 33. Consulta temática para la creación del contorno del municipio de Madrid

Realizamos una superposición (overlay) de la capa Distritos_CAM con el contorno del municipio de Madrid. Esta función permite superponer espacialmente dos conjuntos de entidades, de la misma o diferente clase, para generar un nuevo conjunto, definido por la geometría resultante de la intersección de las entidades originales y por todos sus atributos. Para ello usamos la herramienta recortar (clip) en la capa Distritos_CAM con el contorno del municipio de Madrid como “molde”. Esta herramienta sirve para recortar una parte de una clase de entidad utilizando una o más de las entidades de otra clase de entidad como molde.

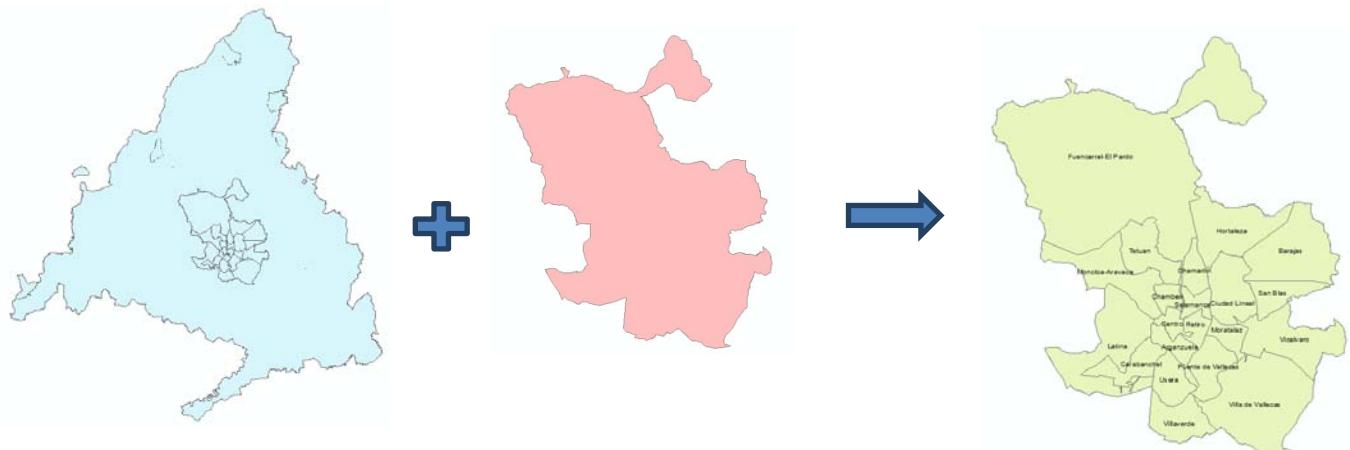


Figura 34. Superposición (overlay)

Una vez tenemos la capa de Distritos de Madrid realizamos el mismo estudio temático que hicimos para los municipios.

Zonas

Realizamos otro estudio para las zonas estadísticas de Madrid. Para obtener estas zonas estadísticas necesitamos introducir una tabla que indique qué municipios contiene cada zona.

Municipio	Zonas
Acebeda, La	Sierra Norte
Ajalvir	Este Metropolitano
Alameda del Valle	Sierra Norte
Álamo, El	Sudoeste Comunidad
Alcalá de Henares	Este Metropolitano
Alcobendas	Norte Metropolitano
Alcorcón	Sur Metropolitano
Aldea del Fresno	Sudoeste Comunidad
Algete	Norte Metropolitano
Alpedrete	Sierra Central
Ambite	Sudeste Comunidad
Anchuelo	Sudeste Comunidad
Aranjuez	Sur Metropolitano
Arganda del Rey	Este Metropolitano
Arroyomolinos	Sudoeste Comunidad
Atazar, El	Sierra Norte
Batres	Sudoeste Comunidad
Becerril de la Sierra	Sierra Central
Belmonte de Tajo	Sudeste Comunidad
Berrueco, El	Sierra Norte
Berzosa del Lozoya	Sierra Norte
Boadilla del Monte	Oeste Metropolitano
Boalo,El	Sierra Central
Braojos	Sierra Norte
Brea de Tajo	Sudeste Comunidad
Brunete	Oeste Metropolitano
Buitrago del Lozoya	Sierra Norte
Bustarviejo	Sierra Norte

Figura 35. Tabla de zonas estadísticas

Unimos esta tabla con la de MUNICIPIOS de modo que en el shapefile cada municipio tiene asignado la zona a la que pertenece.

MUNICIPIO			
	Municipio	Número de habitantes (Año 2011)	Zonas
	Acebeda, La	62	Sierra Norte
	Ajalvir	4111	Este Metropolitano
	Alameda del Valle	246	Sierra Norte
	Álamo, El	8475	Sudoeste Comunidad
	Alcalá de Henares	203686	Este Metropolitano
	Alcobendas	109705	Norte Metropolitano
	Alcorcón	168523	Sur Metropolitano
	Aldea del Fresno	2531	Sudoeste Comunidad
	Algete	20701	Norte Metropolitano
	Alpedrete	13391	Sierra Central
	Ambite	572	Sudeste Comunidad
	Anchuelo	1135	Sudeste Comunidad
	Aranjuez	55755	Sur Metropolitano
	Arganda del Rey	54220	Este Metropolitano
	Arroyomolinos	19523	Sudoeste Comunidad
	Atazar, El	102	Sierra Norte
	Batres	1518	Sudoeste Comunidad

Figura 36. Tabla Municipio con zonas estadísticas añadidas

Realizamos una combinación sobre la capa MUNICIPIOS en función del atributo Zonas siendo el resultado una capa de polígonos con las zonas estadísticas de la Comunidad Autónoma de Madrid.

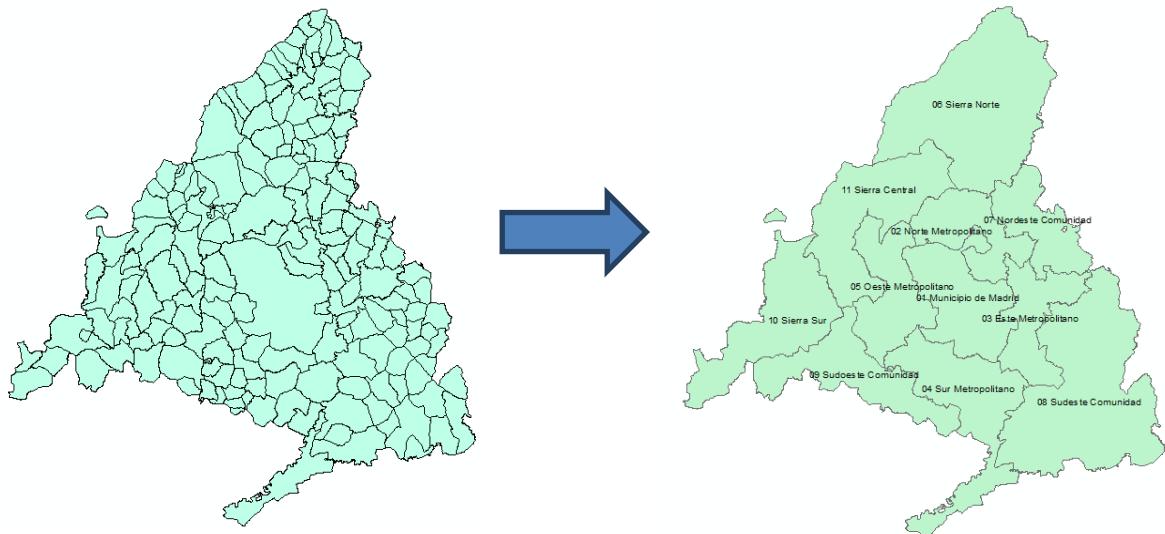


Figura 37. Combinación de zonas estadísticas

Análisis de accesibilidad

Realizamos un estudio del tiempo que tarda cada paciente en desplazarse del domicilio a la unidad correspondiente para asistencia. Para realizamos un análisis de redes desde un punto de vista geométrico, toda red está constituida por 2 componentes: Los nodos (junctions) y los ejes (Edges). Una red está formada por un conjunto de elementos lineales interconectados, a través de los cuales es posible el movimiento de recursos de acuerdo con ciertas condiciones y restricciones. ArcGIS Network Analyst nos permite resolver los problemas de red más comunes, tales como encontrar la ruta mínima entre dos puntos, encontrar el instalación de emergencia más cercana paciente o identificar el área de servicio más cercano a un punto. Los datasets de red son adecuados para modelar las redes de transporte. Se crean a partir de entidades de origen, las cuales pueden incluir entidades simples (líneas y puntos) y giros, y almacena la conectividad de las entidades de origen. Cuando se lleva a cabo un análisis usando el análisis de redes de ArcGIS, el análisis siempre se realiza sobre un dataset de red. Para generar el dataset de red nuestra capa TRAMOS debe tener una columna que indique cuanto tiempo se tarda en recorrer cada tramo. Para esto creamos una tabla de velocidad vial en la cual se indica a qué velocidad se puede circular por cada tipo de vía.

VELOCIDA			
OID	ID	TIPO_VIA	VELOCIDAD
0	1	AVDA	50
1	2	BULEV	50
2	3	CALLE	50
3	4	CMNO	50
4	5	CTRA	90
5	6	GTA	30
6	7	PASAJE	50
7	8	PASEO	50
8	9	PLAZA	30
9	10	TRVA	50
10	11	URB	30
11	12	SECT	50
12	13	CSTAN	50
13	14	CLLN	50
14	15	COL	50
15	16	RONDA	50

Figura 38. Tabla velocidad

Agregamos esta tabla al shapefile calles y, dado que éste tiene un campo con la longitud de cada tramo, creamos un nuevo campo el cual es el resultado de dividir el campo Longitud (en metros) entre el campo velocidad (en kilómetros por hora) multiplicado por 0,06 para que el resultado esté en minutos.

calles								
FID	FID	LONGITUD	TIP_VIA	NOM_VIA	NOM_MUNICI	TIPO_VIA	VELOCIDAD	calles.MINUT
0	377	29,894	CALLE	ALAMILLO (DEL)	Alameda del Valle	CALLE	50	0,035873
1	378	74,663	CALLE	ALAMILLO (DEL)	Alameda del Valle	CALLE	50	0,089596
2	379	10,669	CALLE	ARRIBA (DE)	Alameda del Valle	CALLE	50	0,012803
3	380	70,228	CALLE	ARRIBA (DE)	Alameda del Valle	CALLE	50	0,084274
4	381	43,807	CALLE	ARRIBA (DE)	Alameda del Valle	CALLE	50	0,052568
5	382	61,316	CALLE	ARRIBA (DE)	Alameda del Valle	CALLE	50	0,073579
6	383	163,468	CALLE	CAMPILLO (DEL)	Alameda del Valle	CALLE	50	0,196162
7	384	31,794	CALLE	CARNICERIA (DE LA)	Alameda del Valle	CALLE	50	0,038153
8	385	3,394	CALLE	CARNICERIA (DE LA)	Alameda del Valle	CALLE	50	0,004073
9	386	27,015	CALLE	CARNICERIA (DE LA)	Alameda del Valle	CALLE	50	0,032418
10	387	61,362	CALLE	CARNICERIA (DE LA)	Alameda del Valle	CALLE	50	0,073634
11	388	5,702	CALLE	CARNICERIA (DE LA)	Alameda del Valle	CALLE	50	0,006842

Figura 39. Tabla calles con el tiempo de recorrido agregado

Creamos el dataset de red desde ArcCatalog

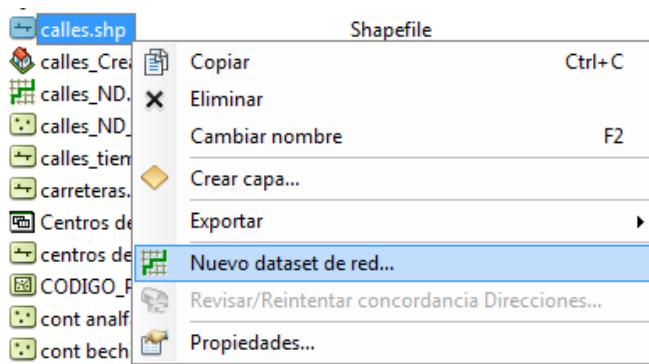


Figura 40. Crear un nuevo dataset de red

Los atributos de red son propiedades de la red que controlan la navegación. Los atributos de coste funcionan como impedancias en la red. Establecemos un atributo de coste de tiempo.

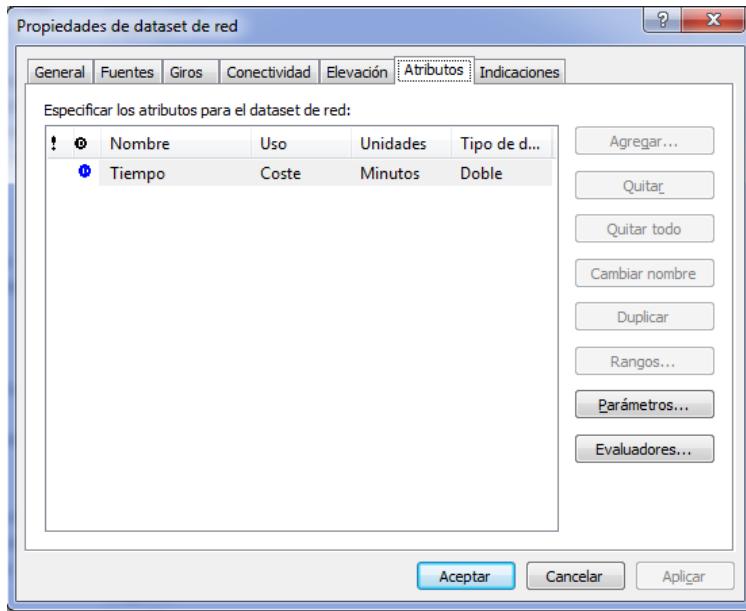


Figura 41. Atributos de coste del dataset de red

Una vez se ha creado el dataset de red procedemos a al análisis de accesibilidad en distancia o tiempo. Se puede obtener cual es el área que se puede cubrir en un determinado tiempo o distancia desde cierto punto. Es como un "Buffer" pero generado por desplazamiento a través de la red. Seleccionamos Área de servicio nueva en la herramienta de Análisis de Redes (Network Analyst), seleccionamos los hospitales con unidad de ELA en cargar ubicaciones y en la configuración del análisis elegimos Tiempo (Minutos) en impedancia y especificamos cortes predeterminados de 5, 15, 30 y 50 minutos.

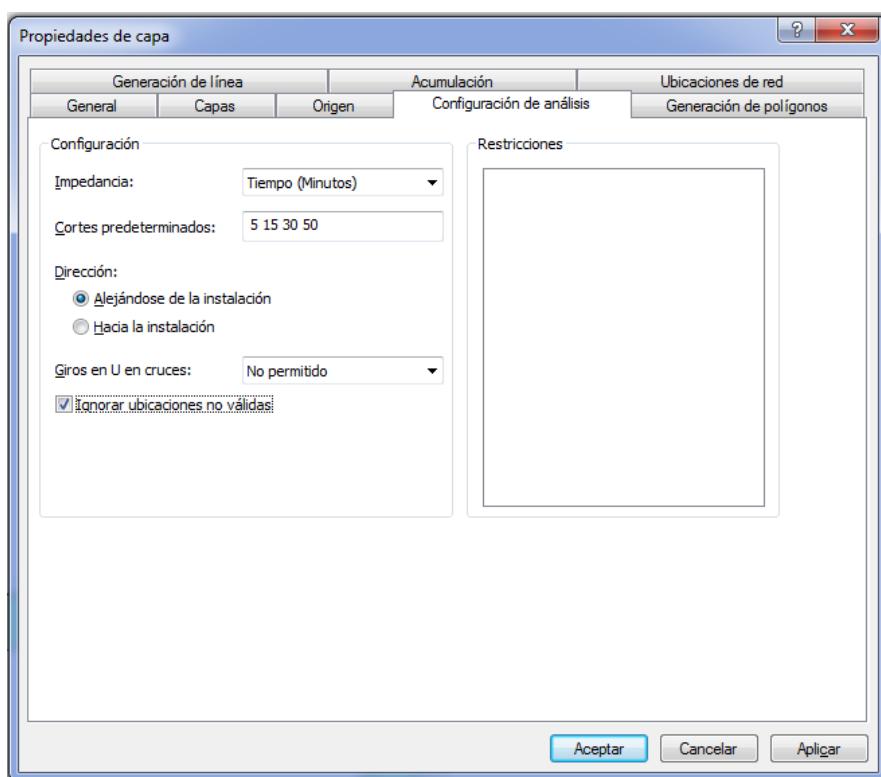


Figura 42. Configuración del análisis de redes

Realizando el análisis de accesibilidad se generan polígonos alrededor de cada hospital con unidad de ELA los cuales indican la zona de tiempo de recorrido hasta los hospitales que abarcan.

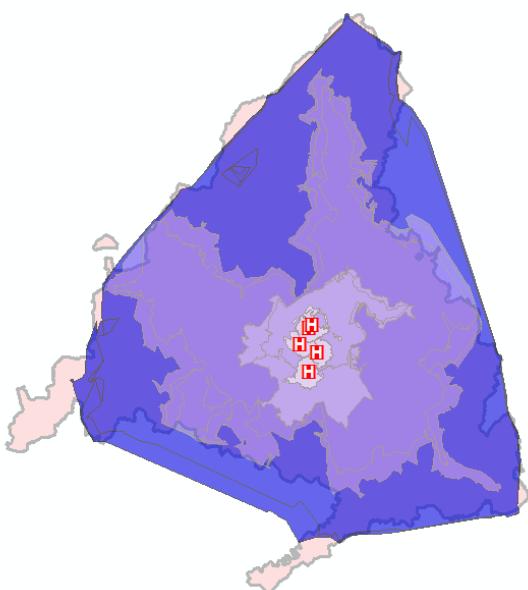


Figura 43. Áreas de servicio de los hospitales con unidad de ELA

Para el resto de centros sanitarios realizamos el mismo proceso pero con cortes predeterminados de 15 y 40 minutos en el caso de hospitales sin unidad de ELA; 15, 30 y 50 minutos para residencias de cuidados paliativos y 5, 10 y 15 minutos para centros de rehabilitación.

Asignación de centros sanitarios más cercanos a cada paciente

Realizamos un estudio de utilidades más próximas. El sistema permite encontrar cuales son las unidades más cercanas a un evento sobre la red y el recorrido más corto o más eficiente desde estas. Mediante la opción Matriz de coste OD nueva de la herramienta Análisis de Redes (Network Analyst) podemos calcular qué centros sanitarios se encuentran más cerca, en función del tiempo de desplazamiento, de cada paciente y asignarlos en su tabla posteriormente. Cargando las ubicaciones de los pacientes en Orígenes y las ubicaciones de los hospitales con unidad de ELA en Destinos, al hacer click en Solucionar se nos muestra líneas rectas que unen cada paciente con todos los hospitales con unidad de ELA, cada línea tiene un rango desde 1(el más cercano) hasta el número de unidades de destino que haya, para seleccionar solo los hospitales más cercanos a los pacientes hacemos una selección en la que solo estén los hospitales más cercanos (De rango 1).

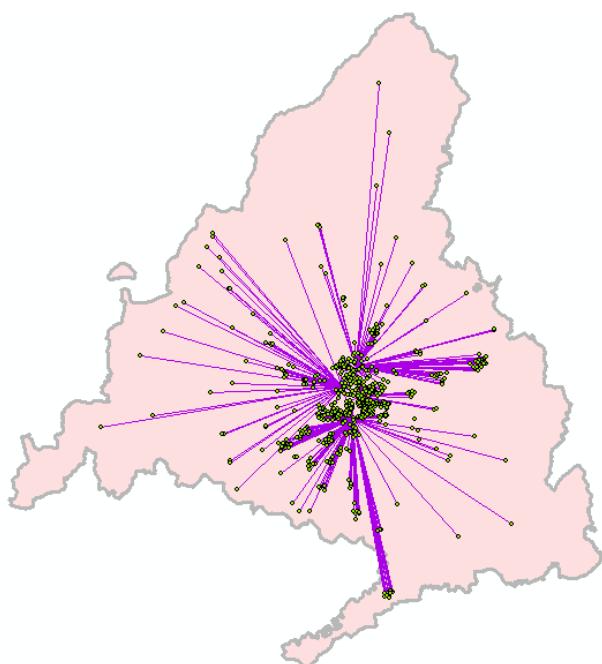


Figura 44. Asignación de unidades de ELA más cercanas a cada paciente

Asignando a cada paciente el hospital de ELA al que se le une en esta capa, podemos comparar si el que tienen asignado en la base de datos que se nos proporcionó es el mismo. Mediante una selección por atributos podemos ver qué pacientes tienen asignado un hospital con unidad de ELA que no es el más cercano. Lo hacemos seleccionando en la capa que acabos de crear a los pacientes que tienen diferente hospital del que tenían en la base de datos original.



Figura 45. Pacientes con unidades de ELA mal asignadas

Generamos de la misma manera Matrices de coste OD para los hospitales sin unidad de ELA, residencias de paliativos y centros de rehabilitación y asignamos a cada paciente el que tengan más cerca.

Relación de casos con cercanía a polución atmosférica

Analizamos la calidad del aire en Madrid y zonas próximas a áreas industriales, a M-30, M-40 y el aeropuerto de Barajas.

Calidad del aire de Madrid

Disponemos de las medidas máximas y medias anuales del año 2011 en el municipio de Madrid. geocodificamos las direcciones de las estaciones.

Dado que no todas las estaciones analizan todas las partículas, analizaremos las partículas cuyas mediciones son tomadas por las estaciones que ocupan mayor superficie de Madrid.

Dióxido de azufre

El dióxido de azufre (SO_2) es un gas incoloro, no inflamable. Posee un olor fuerte e irritante en altas concentraciones. Se origina por la combustión de carburantes con cierto contenido en azufre (carbón, fuel) y la fundición de minerales ricos en sulfatos. Se genera principalmente por la industria (incluyendo las termoeléctricas), seguido de los vehículos a motor.

ESTACION	Media $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Máximo $\mu\text{g}/\text{m}^3$
PZA. DEL CARMEN	9	29
PZA. ESPAÑA	7	18
ESCUELAS AGUIRRE	7	22
CUATRO CAMINOS	6	21
VALLECAS	6	17
VILLAPERDE	7	17
FAROLILLO	6	14
MORATALAZ	9	33
CASA DE CAMPO	5	15
SANCHINARRO	8	17

Valores medios anuales y máximos diarios: expresados en $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Dióxido de Nitrógeno

El dióxido de nitrógeno (NO_2) es un contaminante indicador de actividades de transporte, especialmente el tráfico rodado. Lo emiten directamente los vehículos, especialmente los diesel (emisiones directas o "primarias"), pero se produce también en la atmósfera por un proceso químico como es la oxidación del monóxido de nitrógeno (NO) también emitido fundamentalmente por los vehículos; en este caso se trata de dióxido de nitrógeno secundario.

ESTACION	Media $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Máximo $\mu\text{g}/\text{m}^3$
PZA. DEL CARMEN	51	211
PZA. DE ESPAÑA	51	263
BARRIO DEL PILAR	49	318
ESCUELAS AGUIRRE	60	289
CUATRO CAMINOS	55	263
RAMÓN Y CAJAL	54	408
VILLAPERDE	45	246
ARTURO SORIA	44	269
VILLAPERDE	46	246
FAROLILLO	40	243
MORATALAZ	48	181
CASA DE CAMPO	29	158
BARAJAS PUEBLO	40	203
MÉNDEZ ÁLVARO	48	261
CASTELLANA	48	267
RETIRO	37	200
PZA. CASTILLA	52	260
ENSANCHE DE VALLECAS	40	316
URB. EMBAJADA	49	248
PZA. FDEZ. LADREDA	63	307
SANCHINARRO	40	311
EL PARDO	23	152
JUAN CARLOS I	28	236
TRES OLIVOS	39	186

Figura 46. Valores medios anuales y máximos horarios expresados en $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Ozono

El ozono es un contaminante secundario que se forma a partir de una serie de contaminantes primarios llamados precursores, tales como los óxidos de nitrógeno y los compuestos orgánicos volátiles. Para que se forme el ozono deben presentarse condiciones de alta insolación y temperatura, por lo que los niveles más altos se dan en los meses de verano. El ozono, una vez producido, reacciona de nuevo con otros compuestos primarios, caso de existir en la atmósfera, y es consumido a gran velocidad. Sin embargo, el tiempo que estas reacciones requieren para la formación de cantidades apreciables de ozono retrasa la aparición de los niveles máximos hasta las horas de la tarde.

ESTACIÓN	Media μg/m ³	Máximo μg/m ³
PLAZA DEL CARMEN	43	164
BARRIO DEL PILAR	44	167
ESCUELAS AGUIRRE	36	154
ARTURO SORIA	44	177
VILLAVERDE	32	127
FAROLILLO	43	164
CASA DE CAMPO	47	152
BARAJAS PUEBLO	50	181
RETIRO	43	166
ENSANCHE DE VALLECAS	52	179
PZA. FDEZ. LADREDA	37	158
EL PARDO	50	173
JUAN CARLOS I	57	194
TRES OLIVOS	53	184

Figura 47. Valores medios anuales y máximos horarios de O₃ expresados en ug/m³

Aplicamos el método kriging, es un método geoestadístico de estimación de puntos que utiliza un modelo de variograma para la obtención de datos. Calcula los pesos que se darán a cada punto de referencia usado en la valoración. Esta técnica de interpolación se basa en la premisa de que la variación espacial continúa con el mismo patrón. Utilizamos la herramienta Kriging de la extensión Análisis Geoestadístico (GeoestatisticalAnalyst). Kriging está basado en modelos estadísticos que incluyen la autocorrelación, es decir, las relaciones estadísticas entre los puntos medidos. Gracias a esto, las técnicas de estadística geográfica no solo tienen la capacidad de producir una superficie de predicción sino que también proporcionan alguna medida de certeza o precisión de las predicciones. Kriging presupone que la distancia o la dirección entre los puntos de muestra reflejan una correlación espacial que puede utilizarse para explicar la variación en la superficie.

La herramienta Kriging ajusta una función matemática a una cantidad especificada de puntos o a todos los puntos dentro de un radio específico para determinar el valor de salida para cada ubicación. Kriging es un proceso que tiene varios pasos, entre los que se incluyen, el análisis estadístico exploratorio de los datos, el modelado de variogramas, la creación de la superficie y (opcionalmente) la exploración de la superficie de varianza. Este método es más adecuado cuando se sabe que hay una influencia direccional o de la distancia correlacionada espacialmente en los datos. Observamos dos datos de los tres contaminantes, vemos que la media, la moda y la mediana son diferentes y su diferencia es mayor a uno, el coeficiente de sesgo es mayor a 1, es necesario realizar una transformación de los datos, de acuerdo a la literatura y se recomienda una transformación logarítmica.

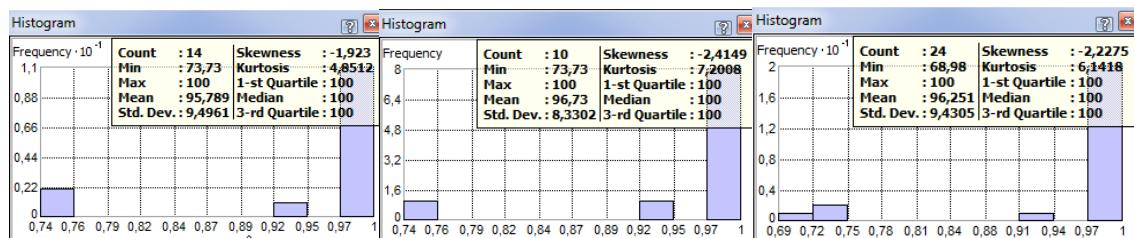


Figura 48. Histogramas de Ozono, Dióxido de Nitrógeno y Dióxido de azufre

Aplicamos el método Kriging a los valores medios anuales de los tres contaminantes mediante transformaciones logarítmicas de tercer orden. Si en la gráfica aparece un círculo, no hay anisotropía direccional y si aparece otra cosa como la de la figura, se concluye que existe anisotropía direccional la cual se debe tener presente.

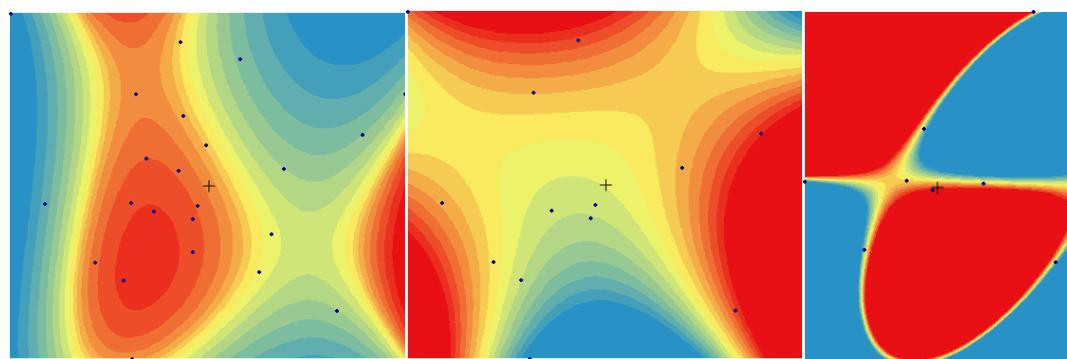


Figura 49. Gráficos de dióxido de nitrógeno, ozono y dióxido de azufre

Aplicamos la variable Semiovriograma (Semivariogram) de tipo Esférica (Spherical) y Anisotropía (Anisotropy).

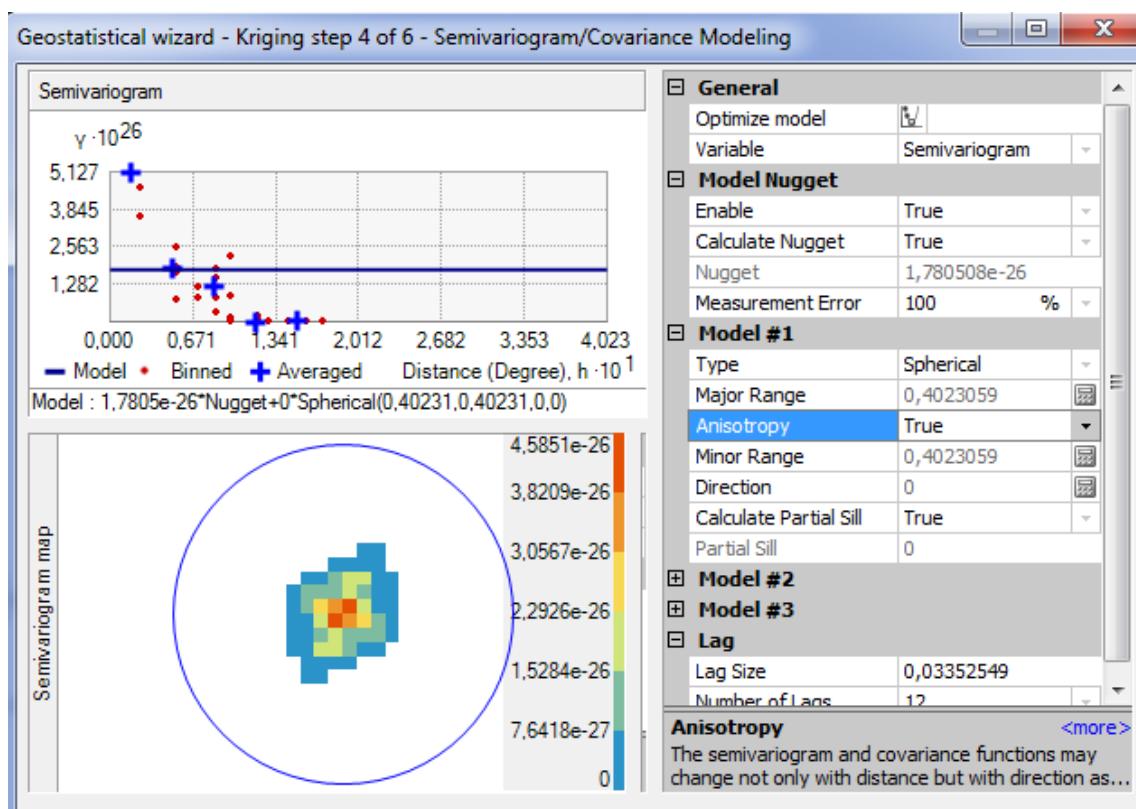


Figura 50. Modelado de semivariograma

El resultado son tres capas ráster con valores medios anuales de las partículas contaminantes interpolados en escala de blanco a rojo siendo blanco valores mínimos y rojos valores máximos.

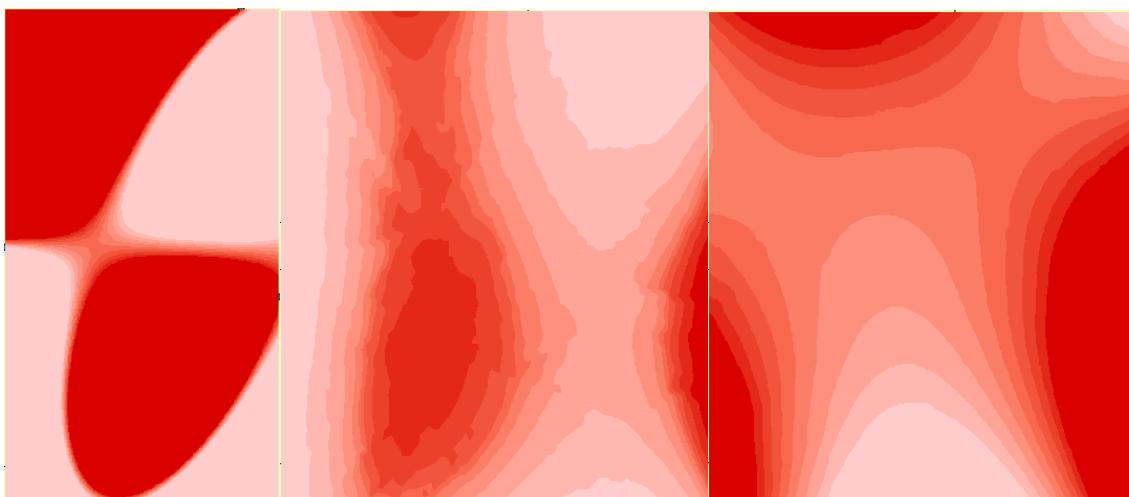


Figura 51. Kriging de partículas de dióxido de azufre, dióxido de nitrógeno y ozono

Reclasificando estas interpolaciones a una escala de 1 a 10 siendo 1 valores mínimos y 10 valores máximos y hacemos una superposición de las tres partículas de modo que nos sale una capa Aire Contaminado con la combinación de las tres partículas. La superposición Permite visualizar y tratar la información agrupando varias capas simultáneamente como si fuera una nueva capa o nivel de información.

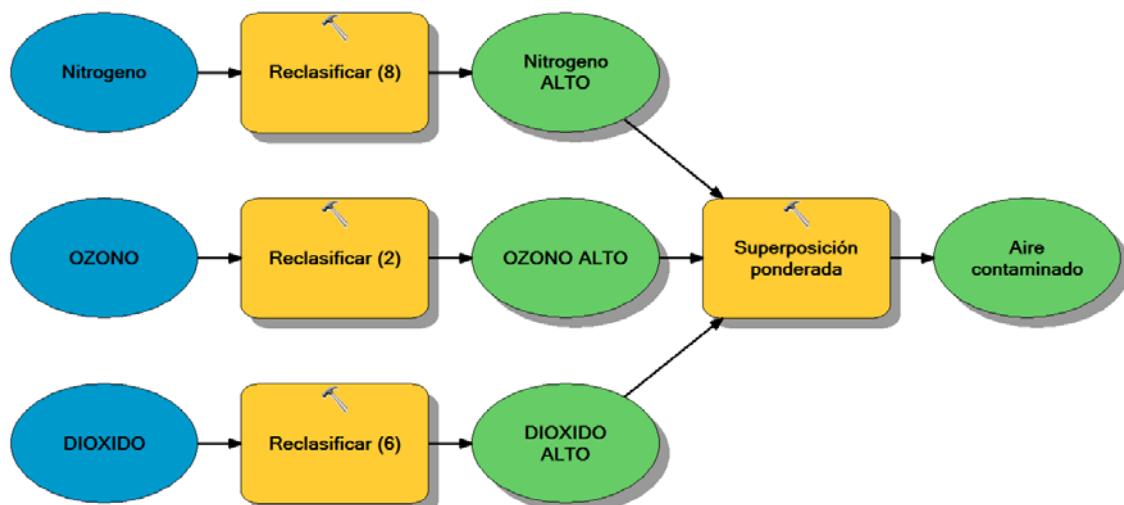


Figura 52. Análisis raster para la generación de la capa aire contaminado



Figura 53. Capa aire contaminado

Distancias a zonas industriales

Creamos una nueva capa en la que digitalizamos las zonas industriales de Madrid.

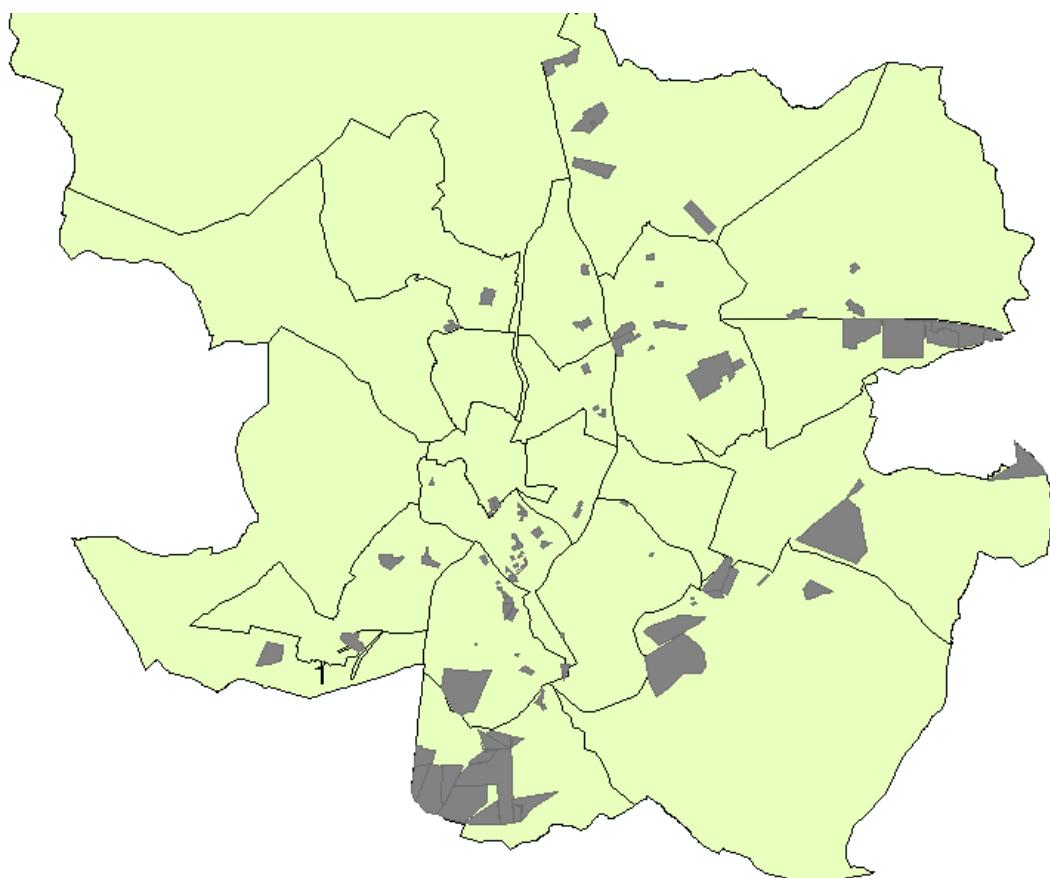


Figura 54. Zonas industriales del municipio de Madrid

Queremos estudiar las áreas que se encuentren próximas a zonas industriales. Realizamos una proximidad focal sobre la capa zonas industriales. Para esto usamos la herramienta distancia euclíadiana en la capa zonas industriales.

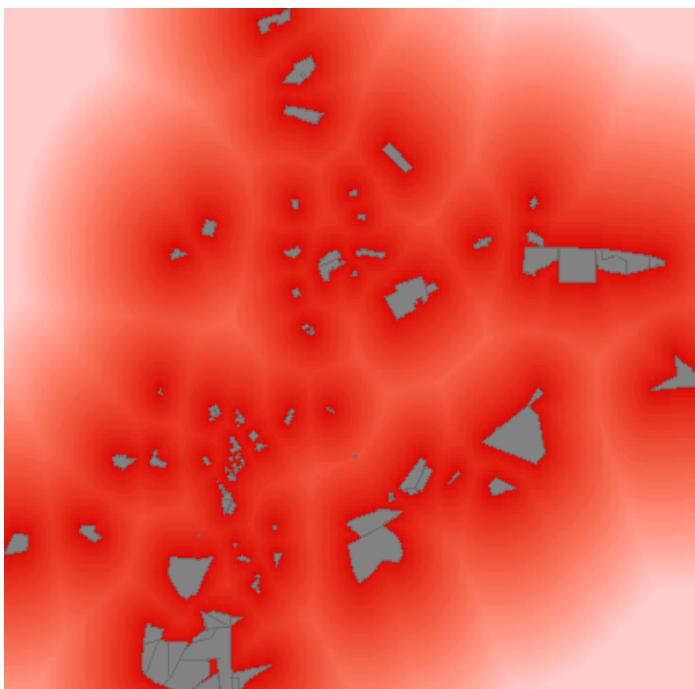


Figura 55. Distancia Euclidiana a zonas industriales

Generamos la capa Distancias a industrias reclasificando estas distancias de modo que las zonas inmediatamente próximas a las áreas industriales tengan el valor 10 (rojo) y las más alejadas tengan valor 1(blanco).

Zonas próximas a M-30, M-40 y Aeropuerto de Barajas

Creamos una capa en la que digitalizamos el aeropuerto de Barajas. Realizamos una selección por atributos de las vías que conforman la M-30 y M-40 y copiamos las entidades a una nueva capa. Realizamos un análisis de áreas de influencias. Esta función genera polígonos (elementos superficiales o zonas) alrededor de una o varias entidades, y a una cierta distancia de ellas. Utilizamos la herramienta Zona de influencia (Buffer) aplicando una distancia de 500 metros para la M-30 y M-40 y 1500 metros para el aeropuerto de Barajas. Obtenemos las capas Buffer M-30_M40 y Buffer aeropuerto.

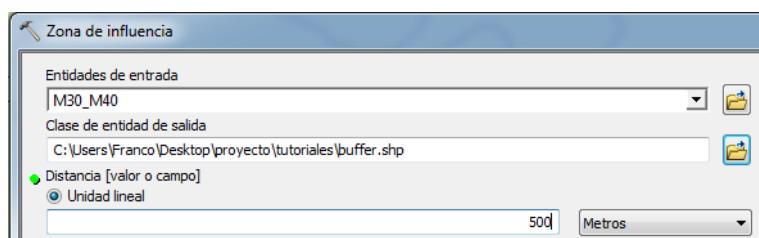


Figura 56. Parámetros de zona de influencia

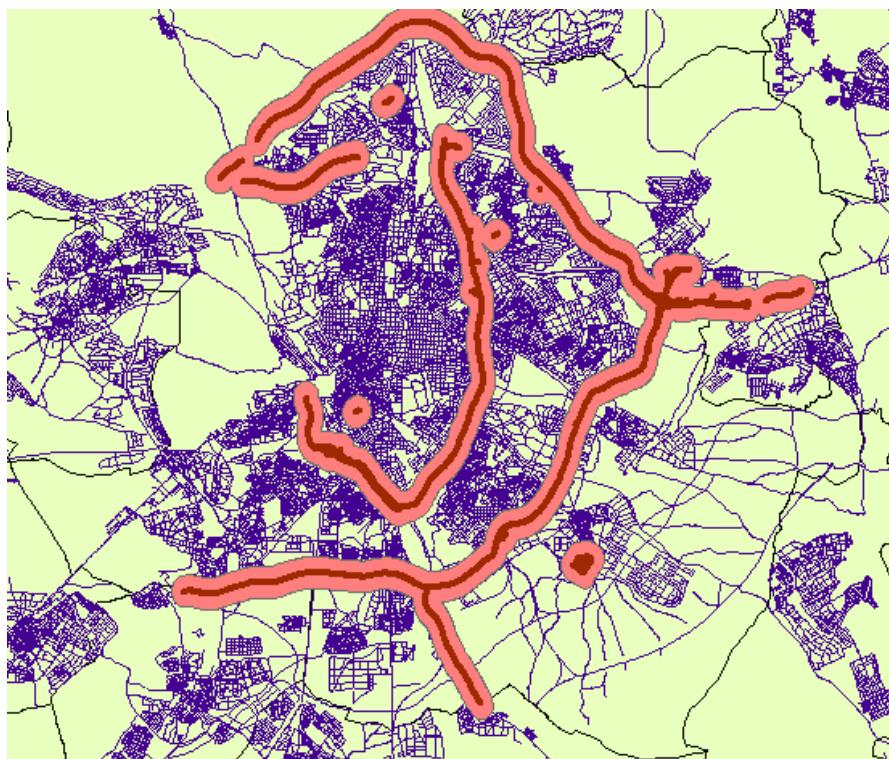


Figura 57. Zona de influencia de M-30 y M-40

Zona de mayor contaminación

Realizamos una consulta temática en la capa Aire contaminado y copiamos las entidades que tengan valor mayor o igual a 7. Realizamos otra selección en la capa Distancias a industrias y copiamos las entidades que tengan valor 10. Usamos la herramienta De ráster a polígono para tener las áreas de las capas Aire contaminado y Distancias a industrias en forma de polígono. Unimos los polígonos de estas capas y los de Buffer M-30_M-40 y Buffer aeropuerto. Generamos así la capa Cercanía a polución atmosférica.

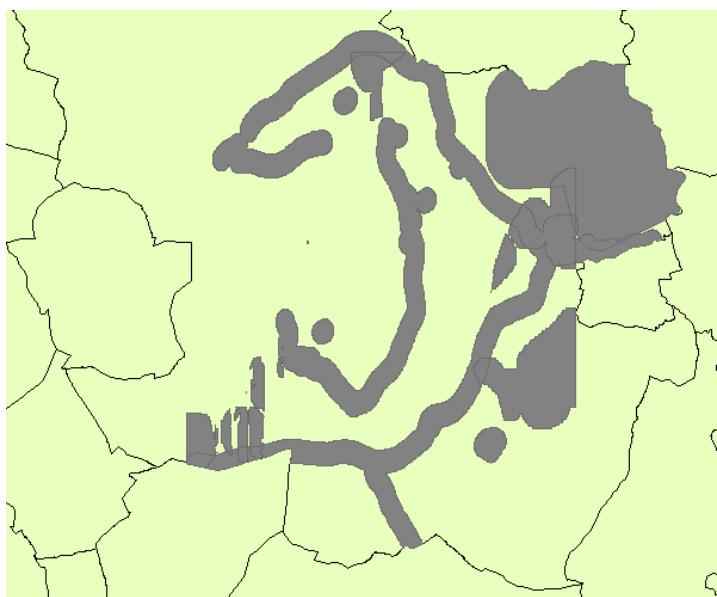


Figura 58. Capa cercanía a polución atmosférica

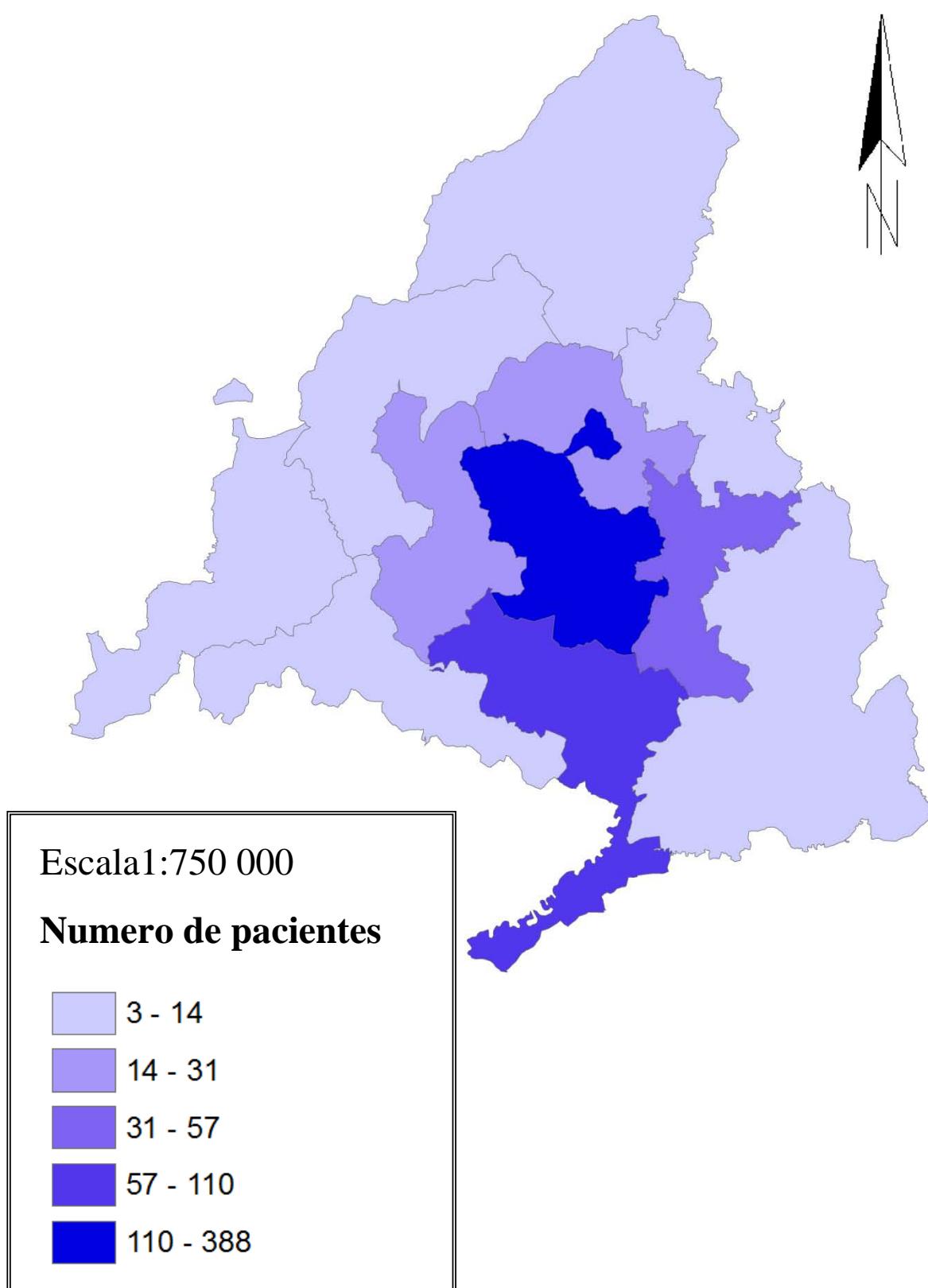
Realizamos un estudio por edad de inicio, sexo, supervivencia, fenotipo, etnia y nivel educativo de los pacientes que se viven en estas zonas y los comparamos con los datos de los pacientes del municipio de Madrid.

Parámetros descriptivos clínicos y evolutivos

Del mismo modo que hemos realizado el análisis de los parámetros geográficos realizamos consultas y agregaciones temáticas para obtener medias de edad de inicio, intervalo de diagnóstico (intervalo entre edad de inicio con edad de diagnóstico), relación de pacientes con historia familiar, tipos de fenotipo, localizaciones de inicio y edad de exitus.

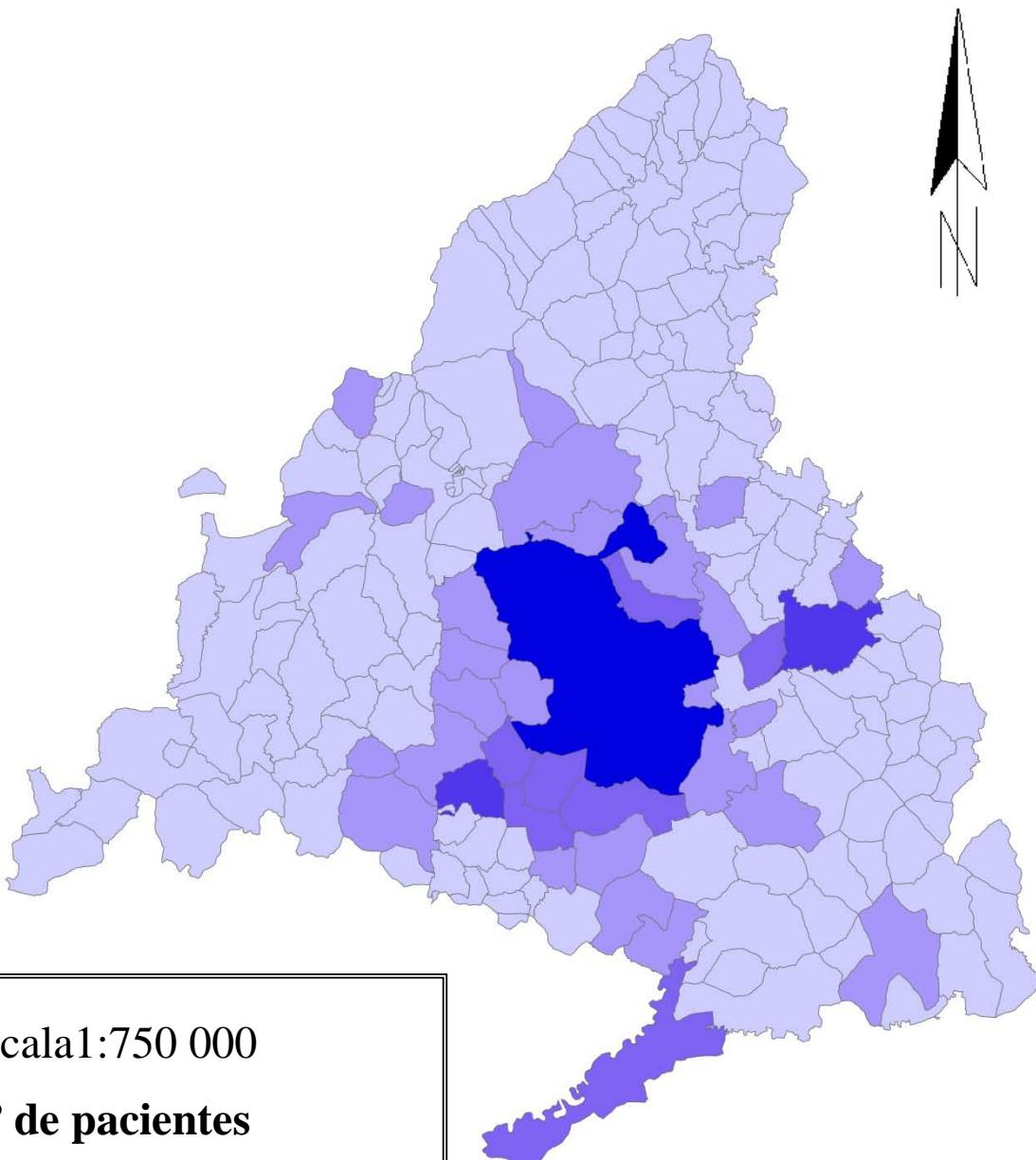
6. EXPLORACIÓN DEL SIG

DISTRIBUCIÓN POR ZONA ESTADÍSTICA Nº de pacientes por zona estadística



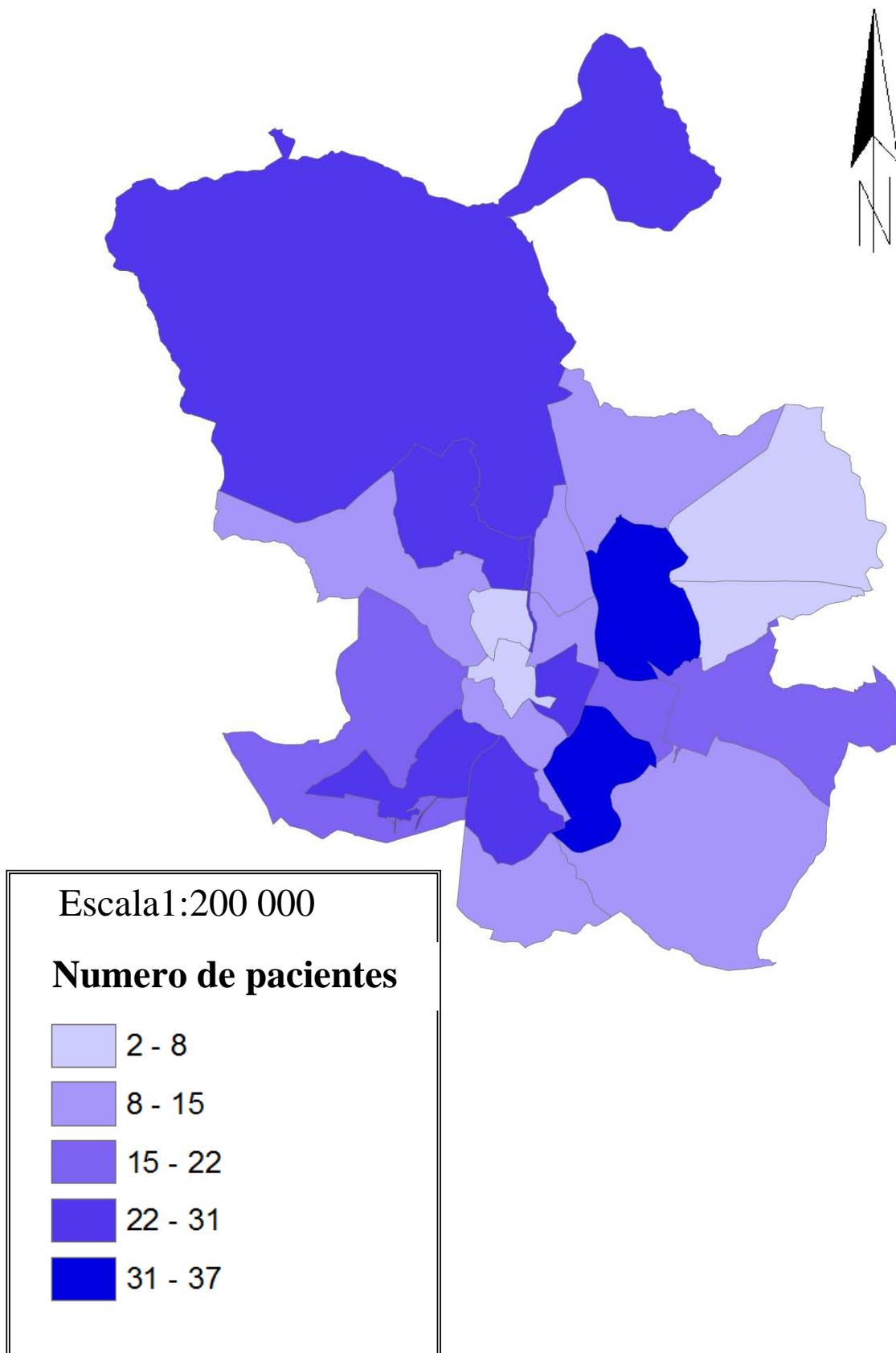
DISTRIBUCIÓN POR MUNICIPIO

Nº de pacientes por municipio



DISTRIBUCIÓN POR DISTRITOS

Nº de pacientes por distrito



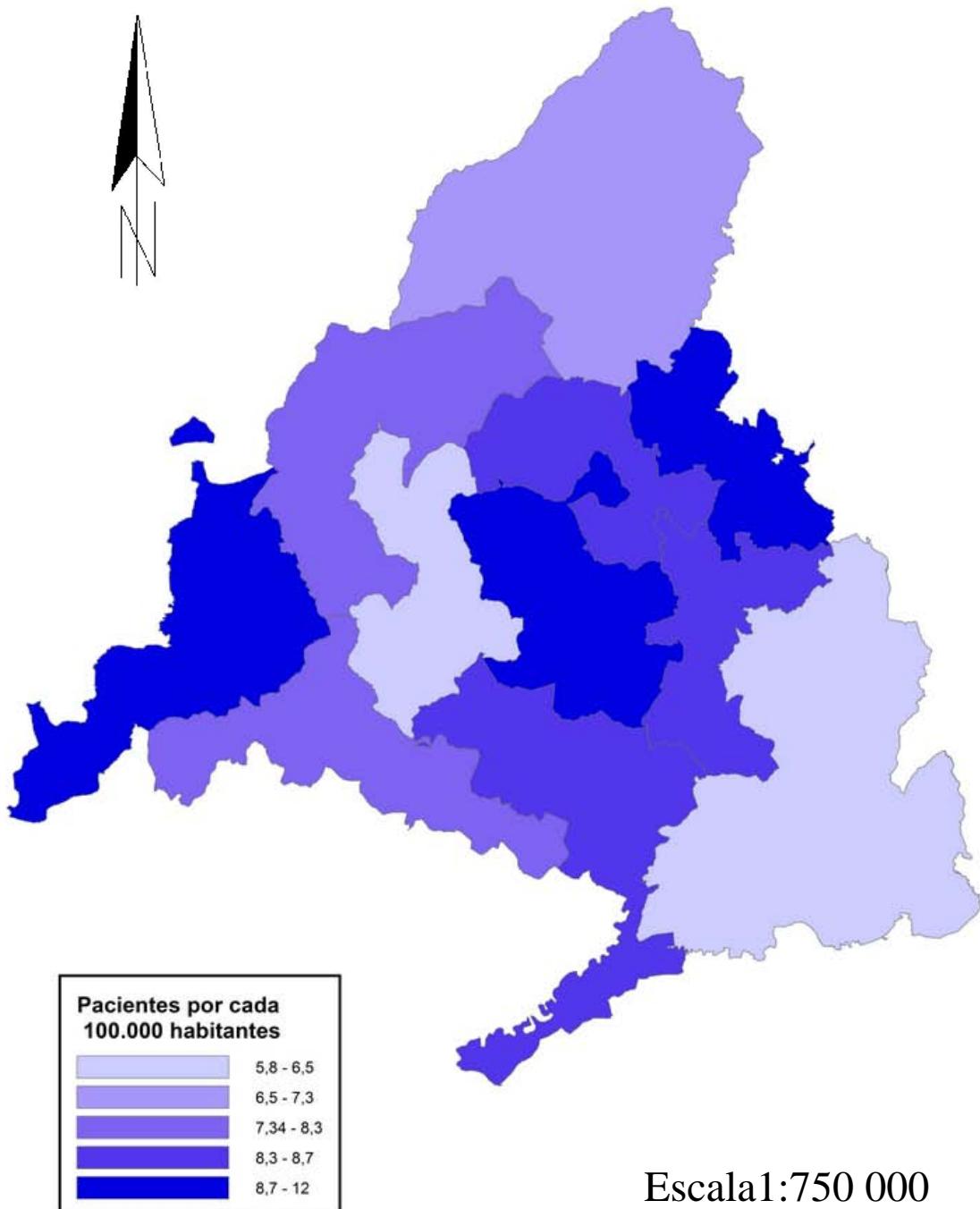
Resultado de los mapas pacientes por zonas estadísticas, municipios y distritos

El número total de pacientes de nuestra base de datos para la Comunidad Autónoma de Madrid es de 658.

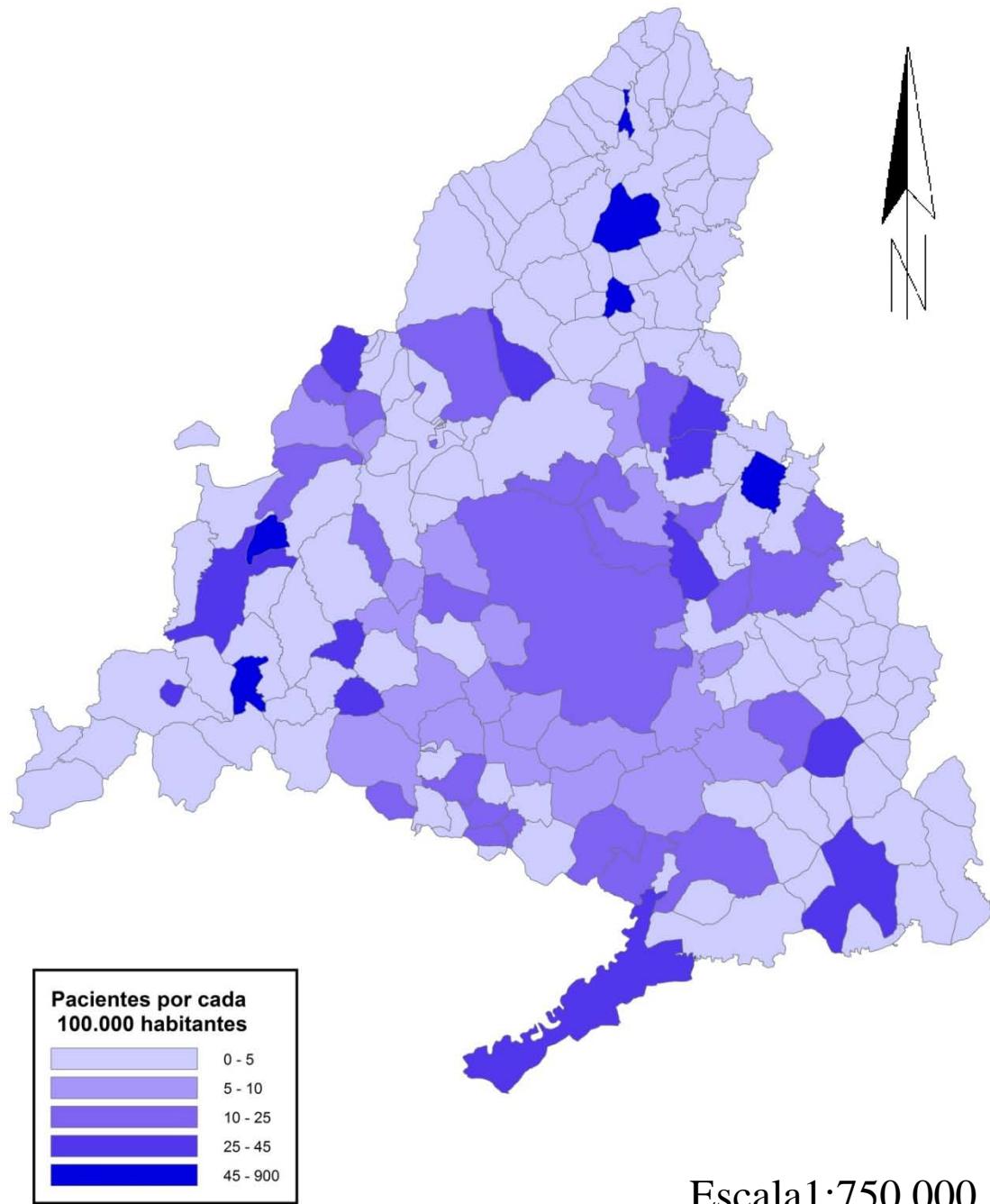
De los cuales la mayoría se concentran en el municipio de **Madrid** siendo 388 y en el área metropolitana. Como municipio aislado es representativo **Alcalá de Henares** con 24 pacientes.

Son representativos los distritos de **Ciudad Lineal, Puente de Vallecas y Fuencarral-El Pardo** por tener una cantidad mayor a 30 pacientes. Destacan los distritos de **Centro y Chamberí** que a pesar de tener una gran población solo tienen 6 y 8 pacientes respectivamente.

DISTRIBUCIÓN POR ZONA ESTADÍSTICA Relación entre pacientes y población

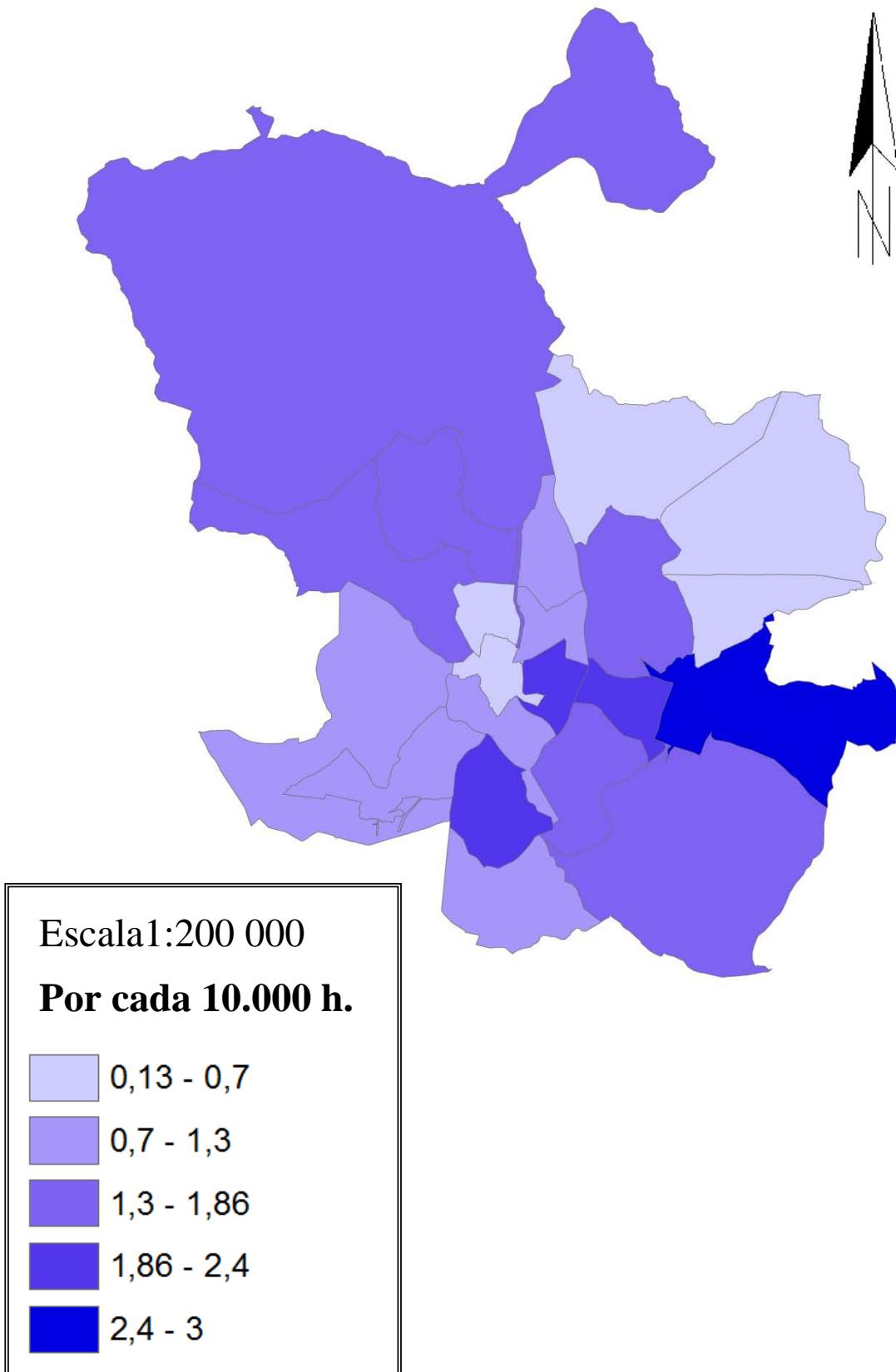


DISTRIBUCIÓN POR MUNICIPIOS Relación entre pacientes y población



DISTRIBUCIÓN POR DISTRITOS

Relación entre pacientes y población



Resultados de los mapas de Regresión lineal

La media de pacientes por cada 100.000 habitantes para la Comunidad Autónoma de Madrid es de 10 pacientes.

Zonas

Las zonas con mayor densidad de pacientes son **Municipio Madrid, Nordeste Comunidad** y **Sierra Sur** siendo mayor de 11 por cada 100.000 habitantes. Mientras que las zonas con menor densidad son **Oeste metropolitano** y **Sudeste Comunidad** siendo menor de 7 por cada 100.000 habitantes.

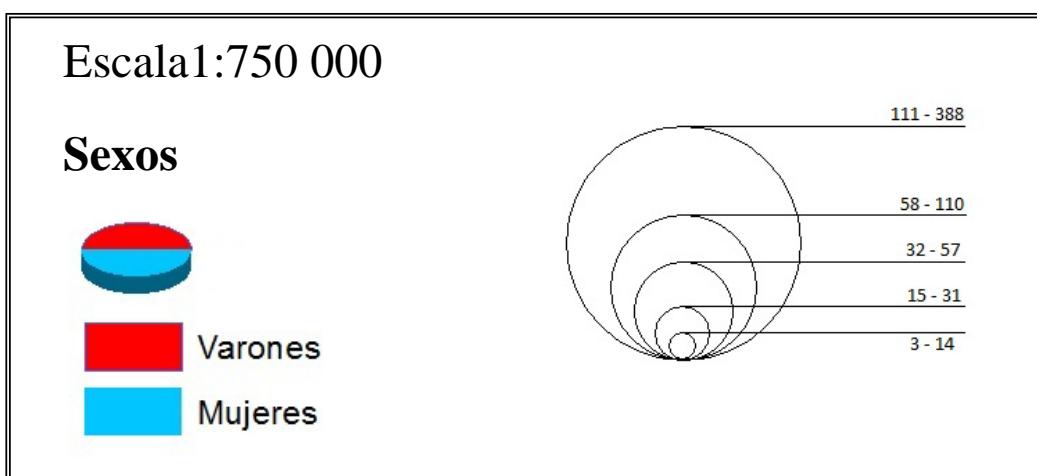
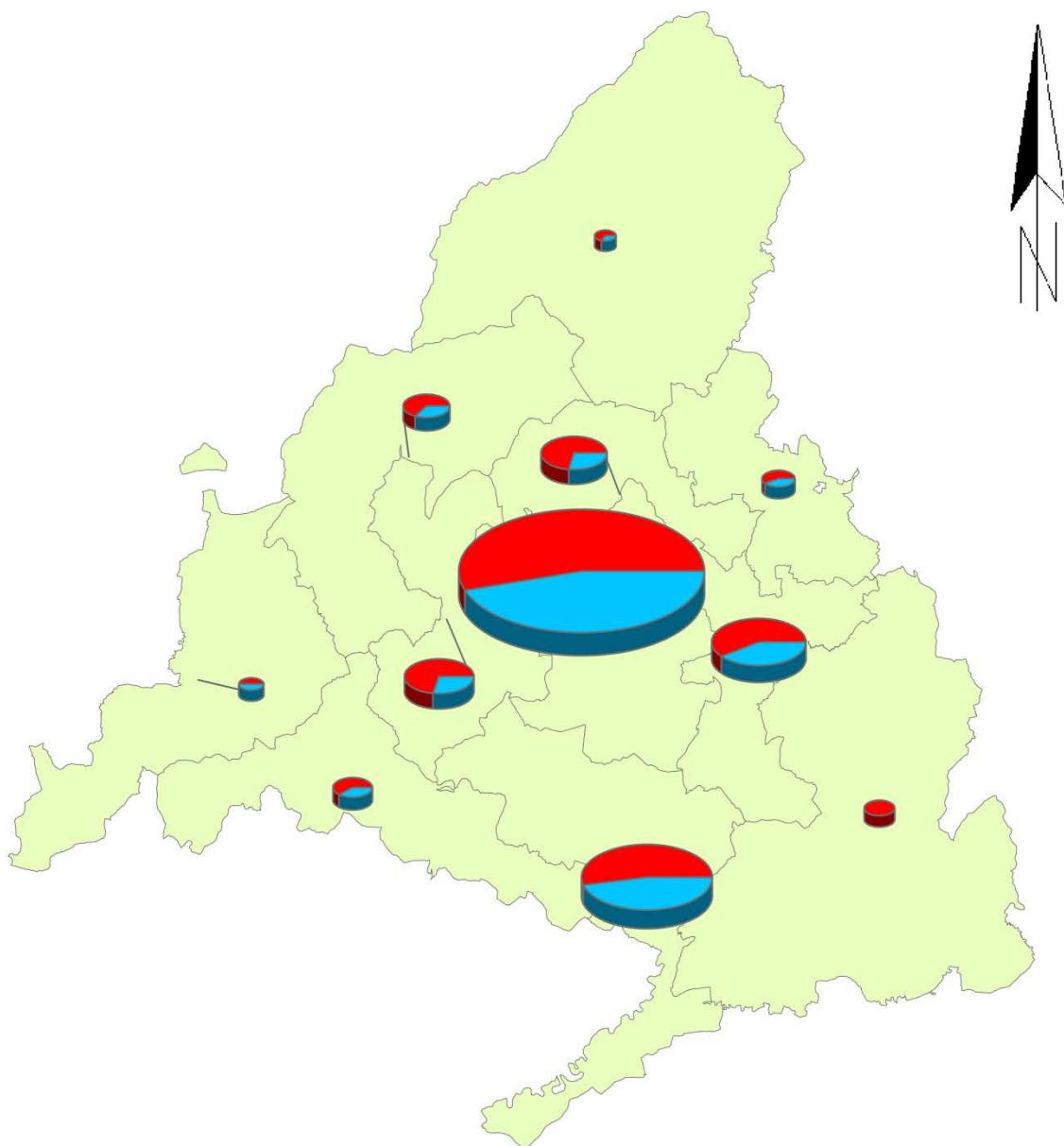
Municipios

Los municipios más representativos en cuanto al número de pacientes con mayor densidad de pacientes son **Paracuellos del Jarama** y **Aranjuez** con 43,8 y 25,1 pacientes por cada 100.000 habitantes. Los municipios con menor densidad de pacientes son **Collado Villalba** y **San Fernando de Henares** con 3,2 y 2,4 pacientes por cada 100.000 habitantes respectivamente.

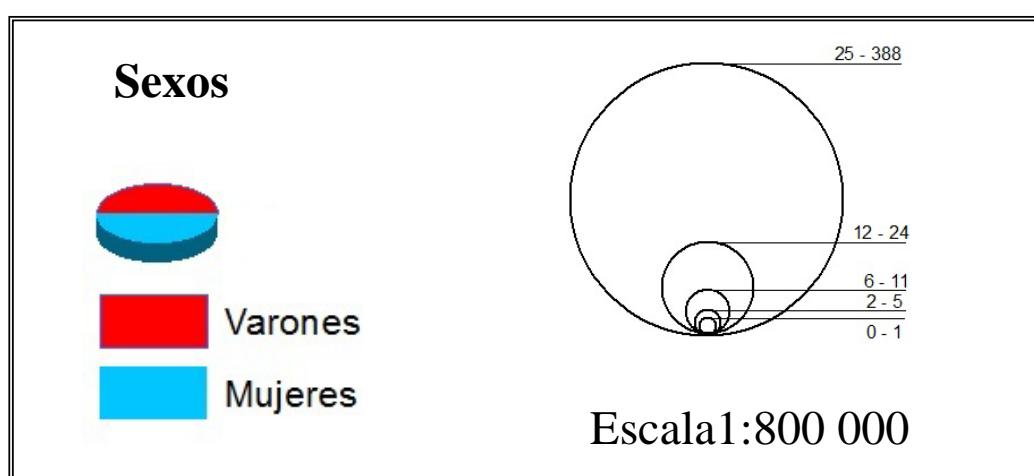
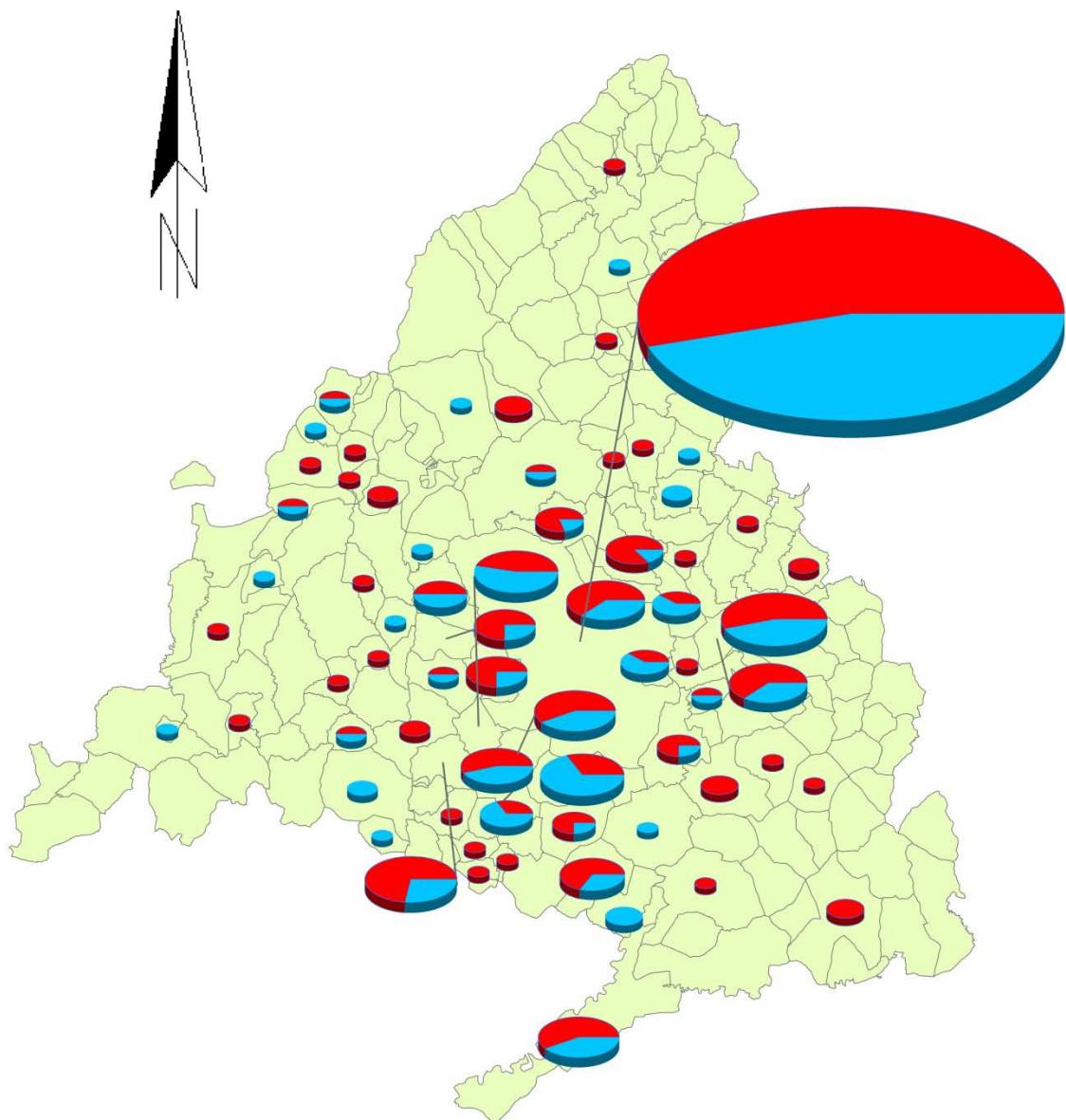
Distritos del municipio de Madrid

El distrito con mayor densidad de pacientes es **Vicálvaro** con 30 pacientes por cada 100.000 habitantes mientras que **San Blas** es el menos denso con 1,3 pacientes por cada 100.000 habitantes

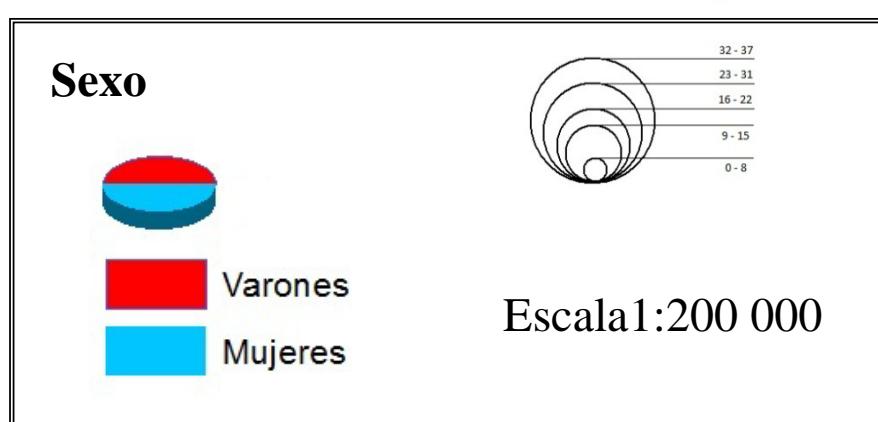
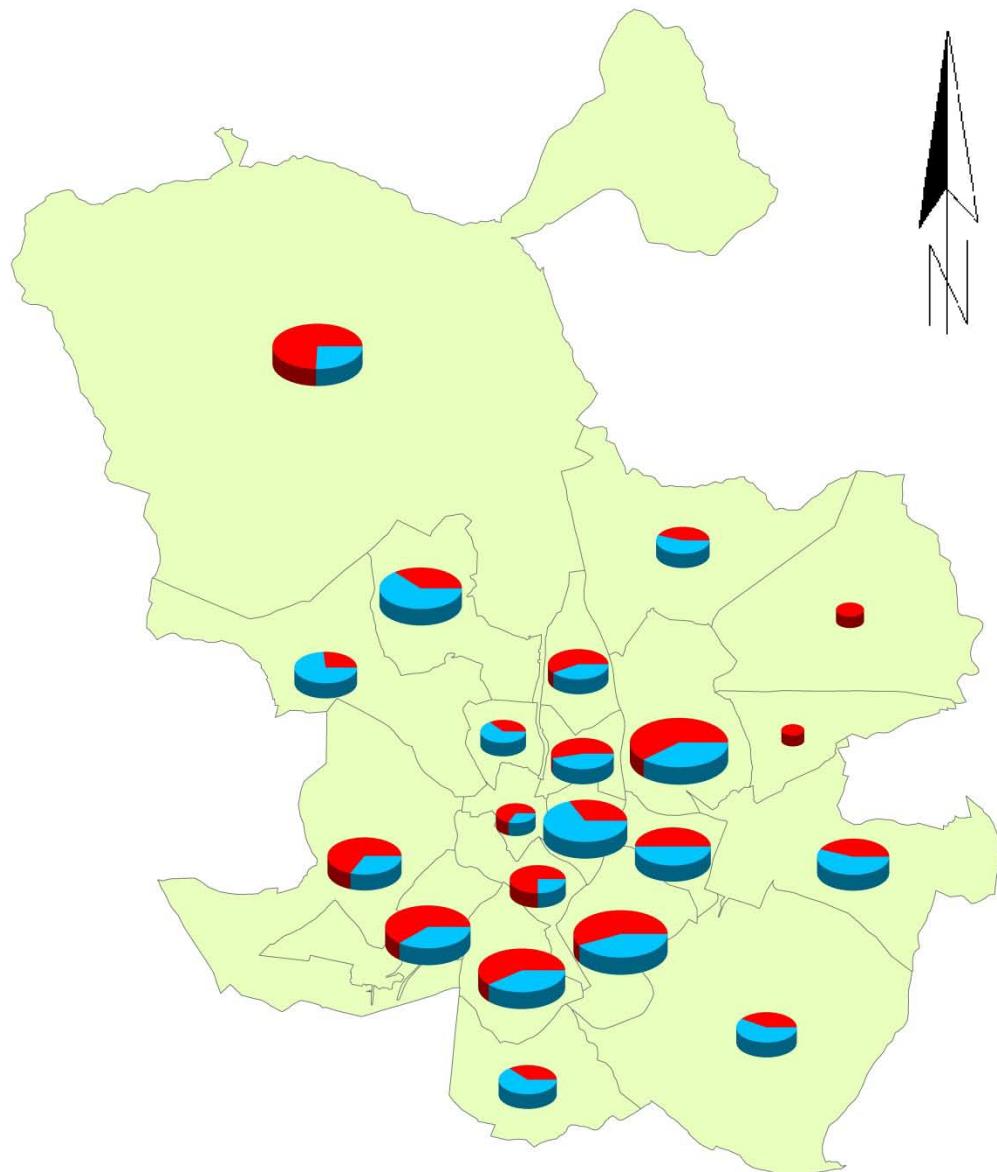
DISTRIBUCIÓN POR ZONA ESTADÍSTICA Sexos



DISTRIBUCIÓN POR MUNICIPIO Sexos



DISTRIBUCIÓN POR DISTRITOS Sexos



Resultados de los mapas de sexos

La tasa que se estima para la enfermedad es de 1,5 hombres por cada mujer.

Zonas

Habiendo igualdad entre número de hombres y mujeres en la población general de las zonas estadísticas, llama la atención que para el **Sudeste de la comunidad** sean todos los pacientes varones, para el **Norte metropolitano y Oeste metropolitano** la tasa sea de 2,5 hombres por cada mujer. Dado que la tasa de la enfermedad son 1,5 hombres por cada mujer, llama la atención que para la zona **Sierra sur** haya los mismo pacientes varones y mujeres. A pesar de estos valores extremos, la tasa media de la enfermedad para la Comunidad Autónoma de Madrid es de 1,6 varones por cada mujer, lo que se aproxima a la tasa estimada de 1,5.

Municipios

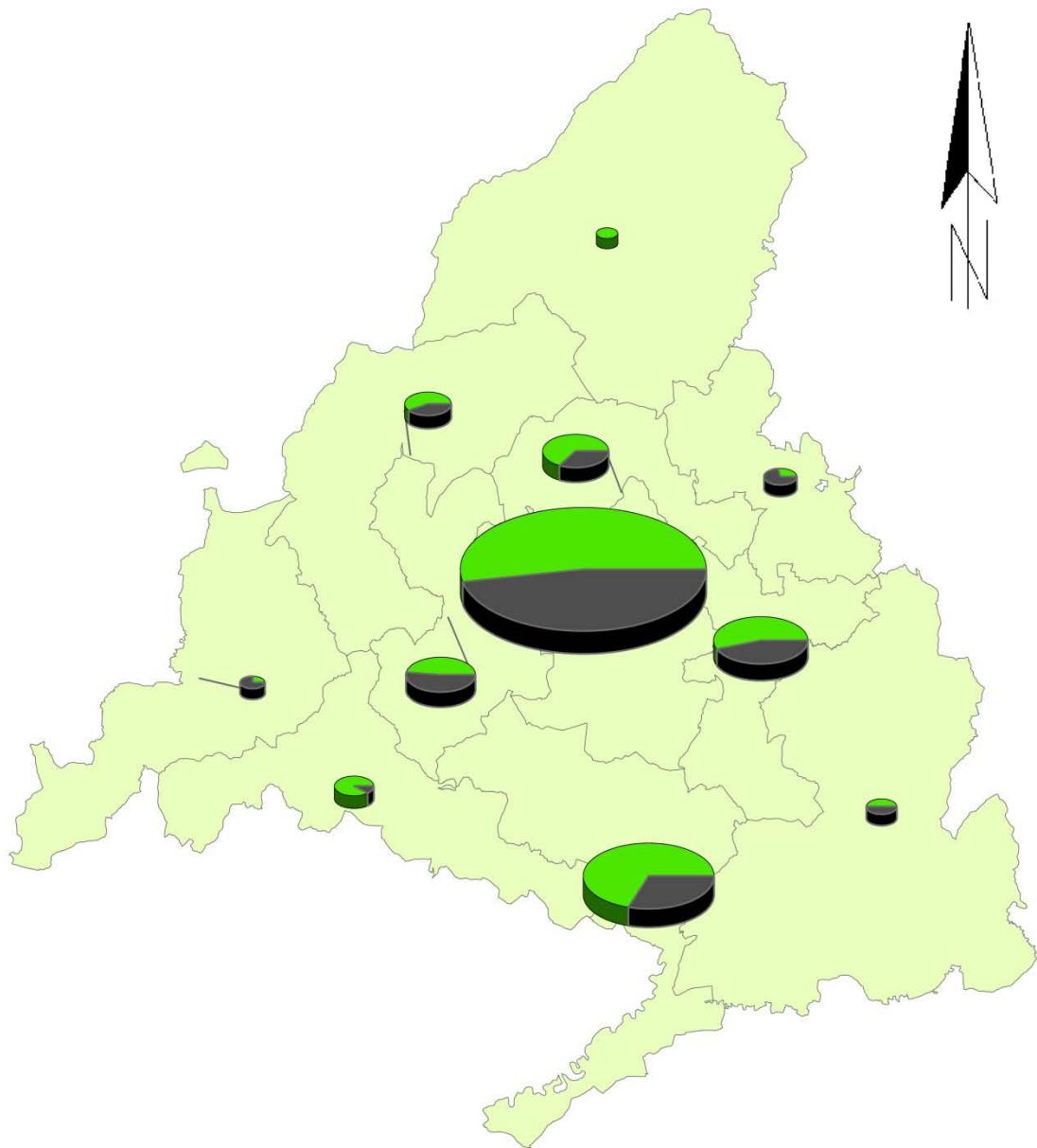
Para el análisis de municipios hemos estudiado los municipios que tienen un número representativo de pacientes. Se puede observar que en el municipio de **San Sebastián de los Reyes** el número de pacientes varones es muy superior al de mujeres, siendo la relación de 6 a 1. También se observa que en los municipios de **Majadahonda, Pozuelo de Alarcón, Pinto y Rivas-Vaciamadrid**, la tasa es de 3, duplicando la tasa media estimada de la enfermedad. En las poblaciones de **Parla y Getafe** se observa que hay el doble de pacientes mujeres que varones y en el municipio de **Las Rozas de Madrid** el número de pacientes por sexo es el mismo. También es reseñable que en las poblaciones de **Parla y Paracuellos del Jarama**, el número de pacientes varones es menor que el de mujeres a pesar de que para la población general la relación sea inversa.

Distritos del municipio de Madrid

En cada distrito la población general femenina es ligeramente superior a la masculina, a pesar de esto en los distritos de **Barajas y San Blas** todos los pacientes son varones y en **Arganzuela y Fuencarral-El Pardo** el número de pacientes varones es el triple que el de mujeres, duplicando la tasa media estimada para la enfermedad.

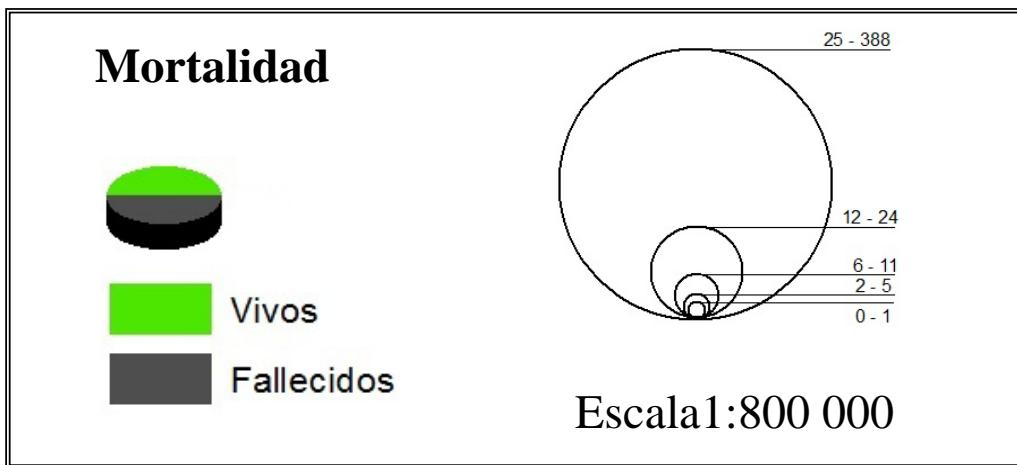
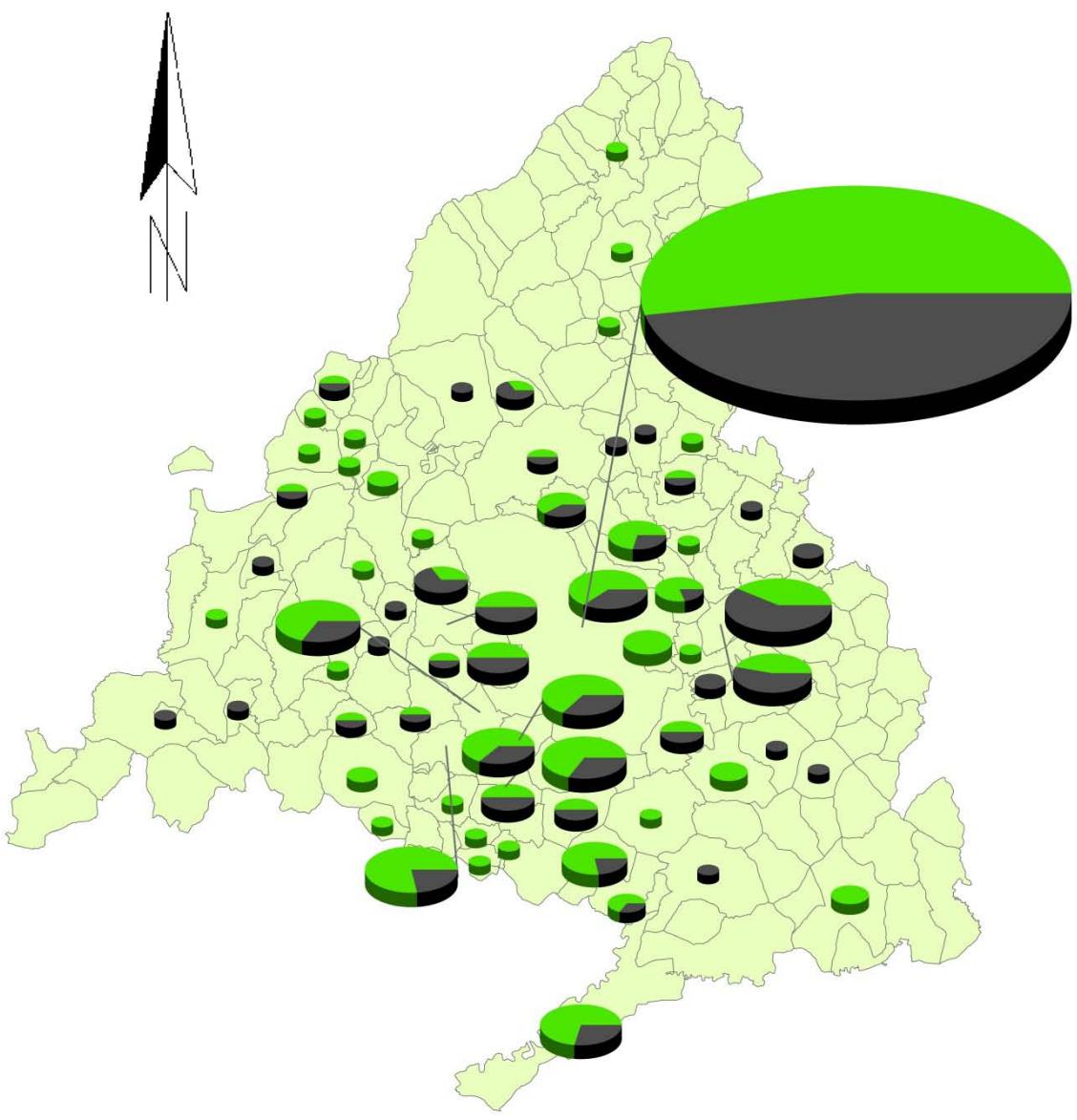
También es reseñable que en los distritos de **Chamberí** y **Moncloa-Aravaca** el número de pacientes mujeres es el doble que el de varones, siendo la tasa un tercio de la media estimada. A pesar de estos valores extremos, la media por distrito de pacientes varones entre mujeres es de 1,16, 25% inferior a la media estimada de 1,5

DISTRIBUCIÓN POR ZONA ESTADÍSTICA Caso vivos y fallecidos

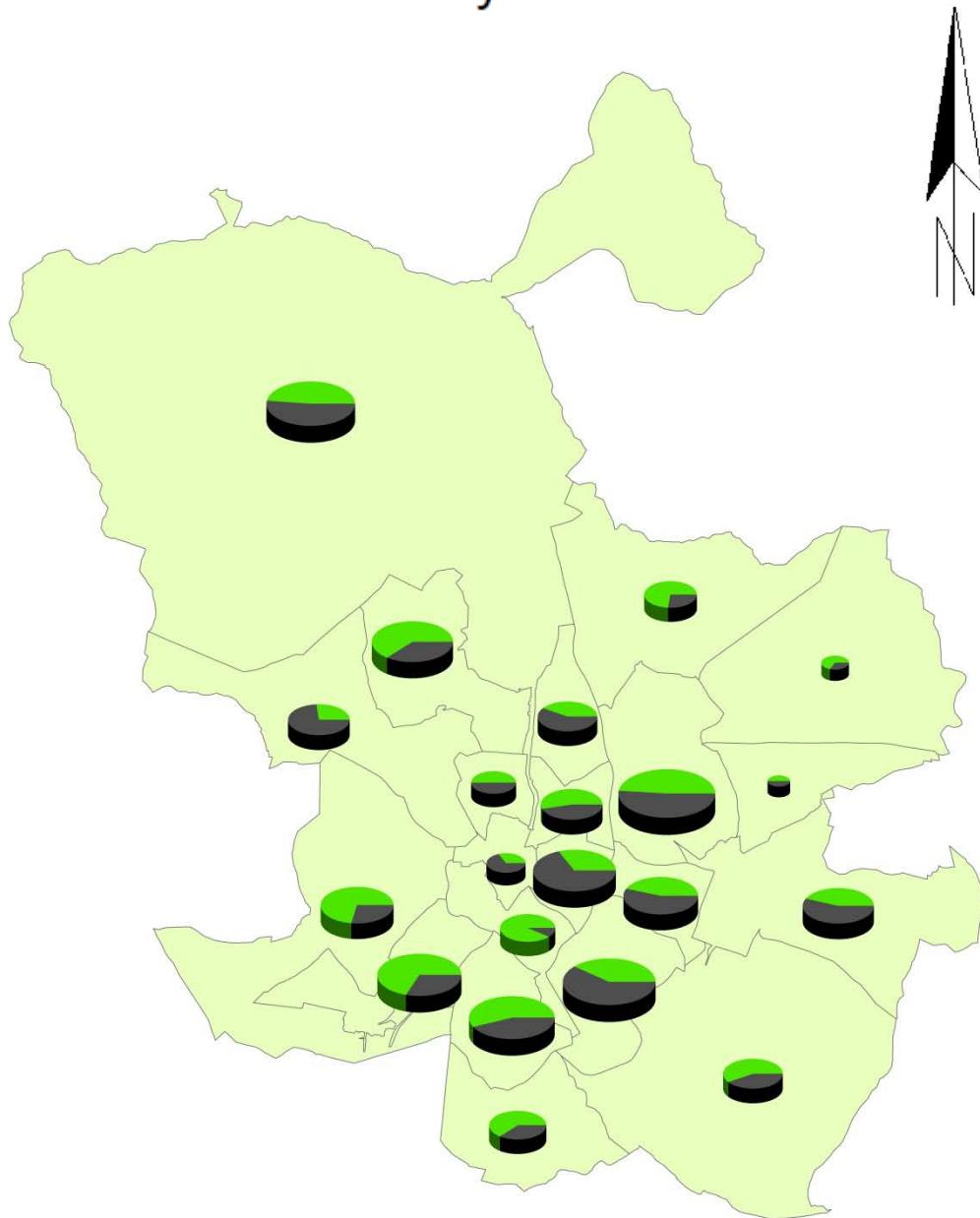


DISTRIBUCIÓN POR MUNICIPIO

Casos vivos y fallecidos



DISTRIBUCIÓN POR DISTRITOS Casos vivos y fallecidos



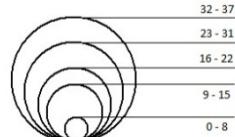
Mortalidad



Vivos



Fallecidos



Escala 1:200 000

Resultados de los mapas de relación entre vivos y fallecidos.

El porcentaje medio de pacientes fallecidos es del 40% en la Comunidad Autónoma de Madrid.

Zonas

Es reseñable que la zona de **Nordeste Comunidad** y **Sierra Sur** tengan un porcentaje de fallecidos del 75%, mientras que **Sudoeste Comunidad** solo tiene un 10% de pacientes fallecidos. Resulta muy llamativa la zona de **Sierra Norte** en la cual todos sus pacientes están vivos.

Municipios

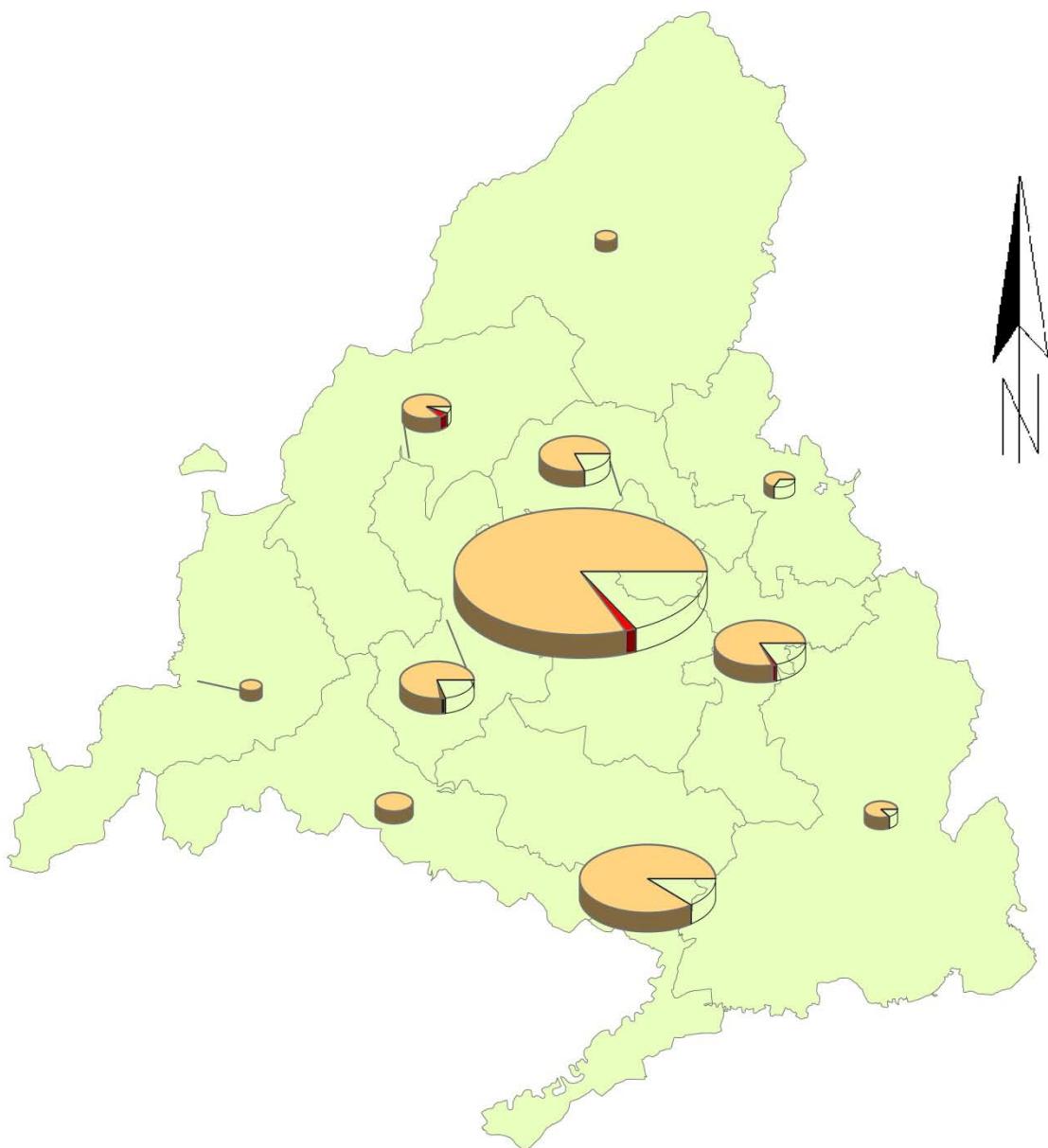
Es reseñable que los municipios de **Las Rozas de Madrid** y **Alcalá de Henares** tienen un porcentaje de pacientes fallecidos un 25% y un 20% superior a la media respectivamente.

Por el contrario, **Paracuellos del Jarama**, **Móstoles** y **Valdemoro** tienen un porcentaje de pacientes fallecidos un 20% inferior a la media. Llama la atención el municipio de Coslada en el cual todos sus pacientes están vivos.

Distritos

En el municipio de **Madrid**, el porcentaje de pacientes fallecidos es ligeramente superior a la media de la comunidad, siendo éste un 47%. Se puede apreciar que los distritos céntricos tienen un mayor porcentaje de pacientes fallecidos que los distritos periféricos. Son reseñables los distritos **Centro** y **Retiro** por tener un porcentaje un 20% superior a la media. Resulta llamativo el distrito de **Moncloa-Aravaca** con un porcentaje de pacientes fallecidos del 73%. También son reseñables los distritos de **Hortaleza** y **La latina** por tener un porcentaje de pacientes fallecidos un 20% inferior a la media y llama la atención el distrito de **Arganzuela** al tener un porcentaje de pacientes fallecidos de solo un 8%.

DISTRIBUCIÓN POR ZONA ESTADÍSTICA Etnia



Etnia



Caucásica

Negra

Magrebí

Gitana

Latinoamericana

No especificada

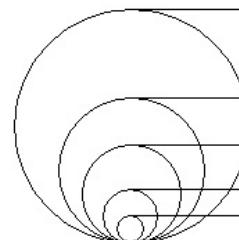
111 - 388

58 - 110

32 - 57

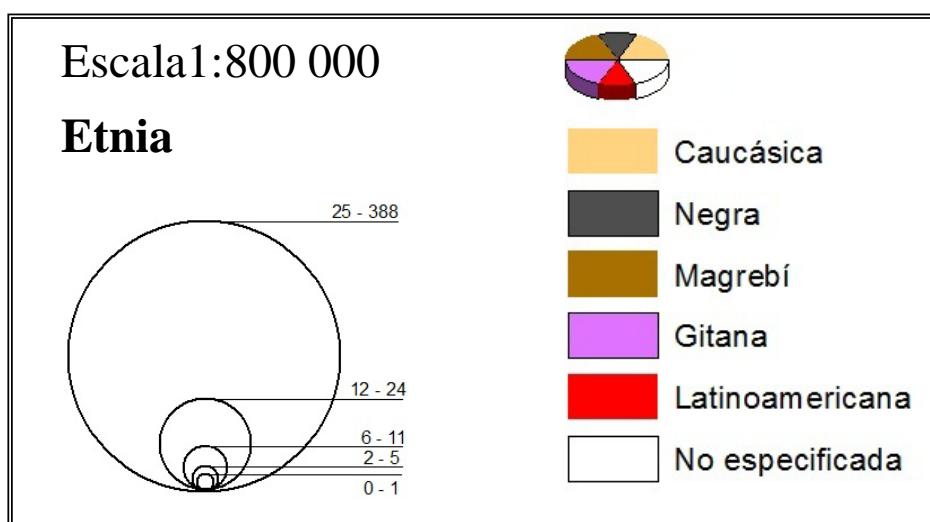
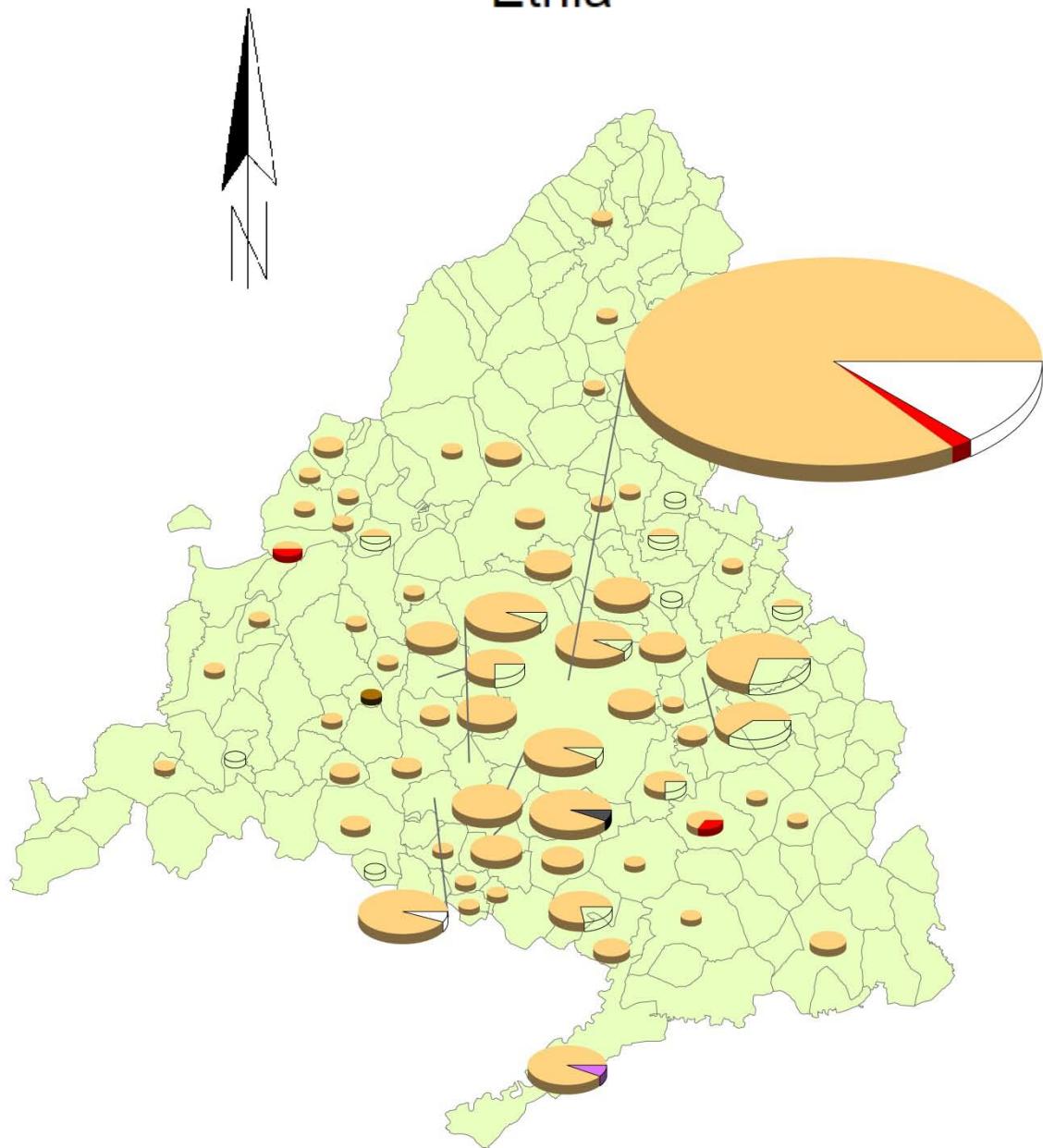
15 - 31

3 - 14

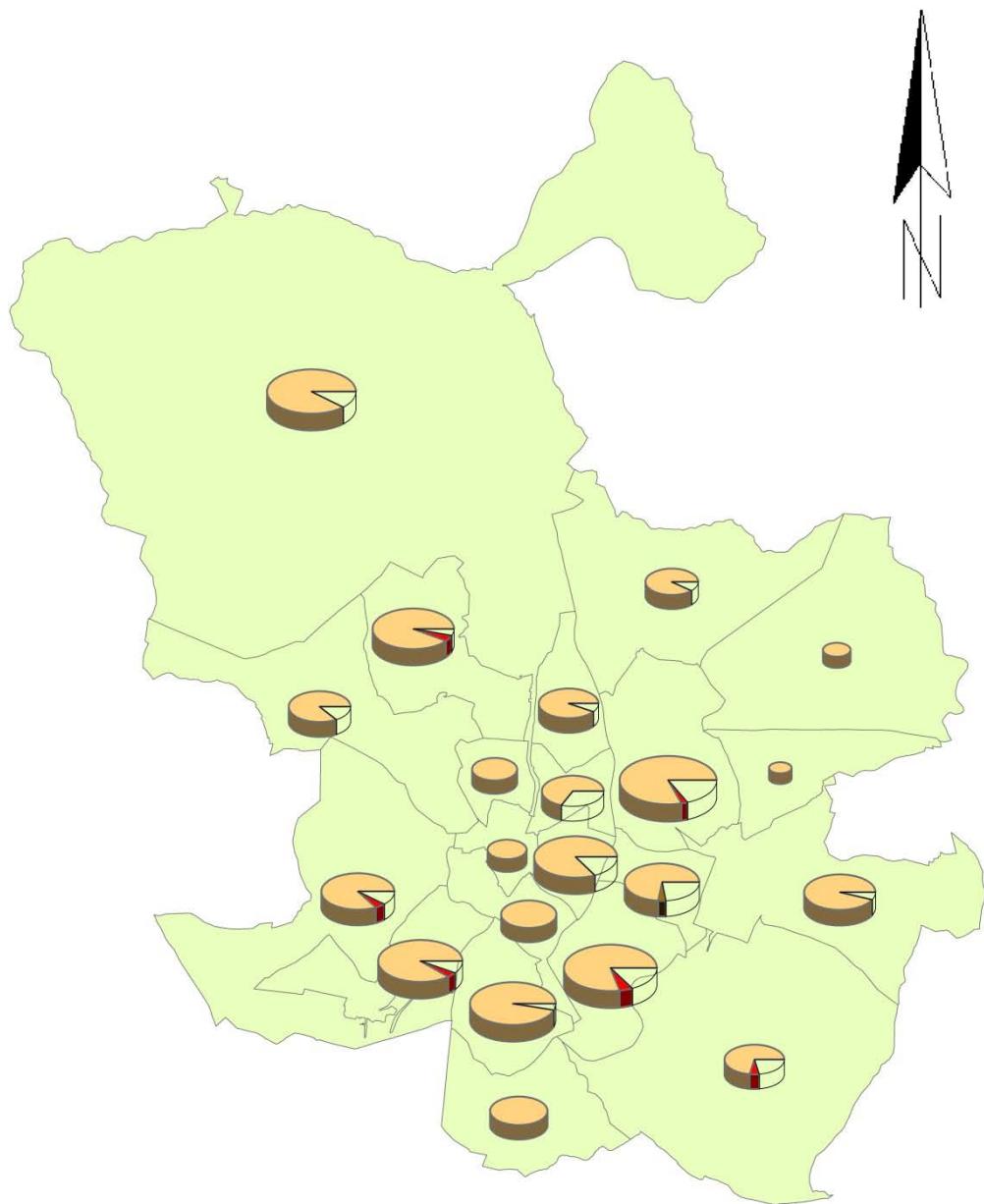


Escala 1:750 000

DISTRIBUCIÓN POR MUNICIPIO Etnia

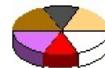


DISTRIBUCIÓN POR DISTRITOS Etnia



Escala 1:200 000

Etnia



- Caucásica
- Negra
- Magrebí
- Gitana
- Latinoamericana
- No especificada

Resultados de los mapas de etnias

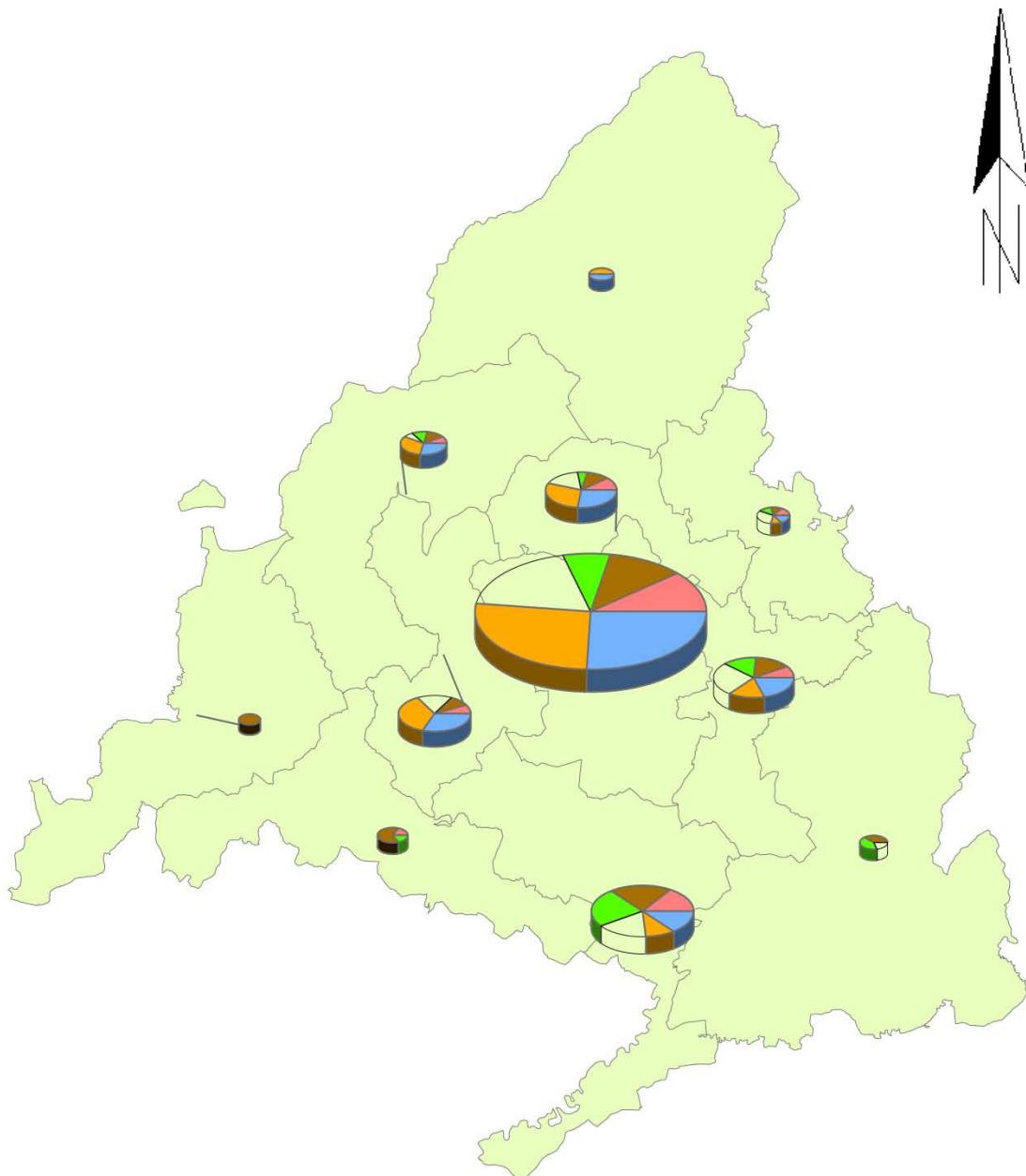
No hemos analizado estos datos por zonas estadísticas, municipios y distritos al no ser una muestra suficientemente grande y, por lo tanto, significativa de pacientes para esta variable.

Además de tener una muestra reducida para el estudio de esta variable, nos encontramos con el problema de que el 15% de los pacientes no tienen especificada su etnia, suponiendo para algunos municipios el 40% como **Torrejón de Ardoz** o el 33% en algunos distritos de Madrid como es el caso del distrito de **Salamanca**.

A pesar de esto, se observa que un 83% de los pacientes registrados son **caucásicos**. Los **latinoamericanos** suponen el 1,3% de los pacientes lo cual es significativo dado que en la población general suponen un 6% del total.

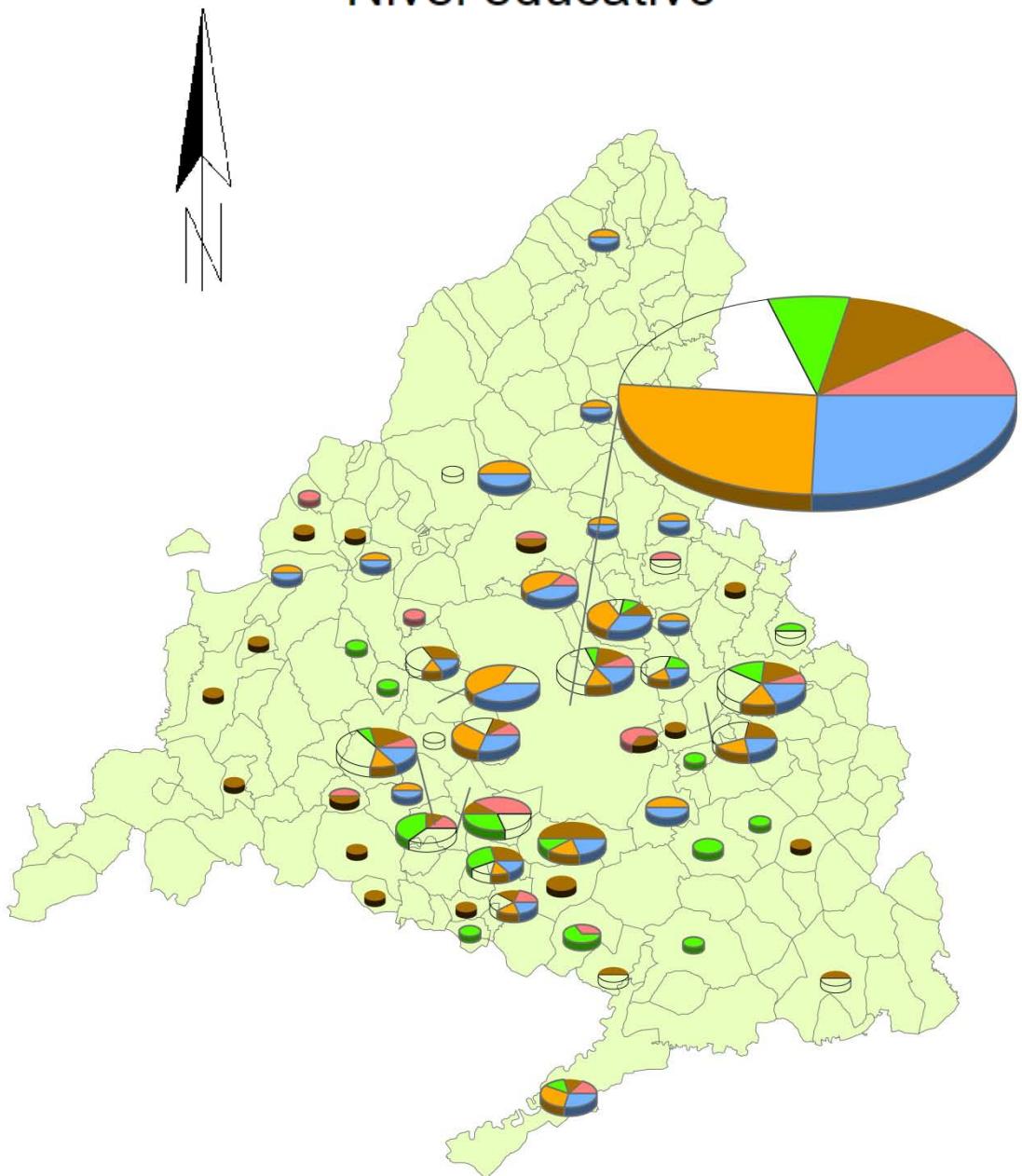
Resulta llamativa la ausencia de pacientes **asiáticos** en la Comunidad Autónoma de Madrid. Aun siendo el 1,2% de la población total.

DISTRIBUCIÓN POR ZONA ESTADÍSTICA Nivel educativo



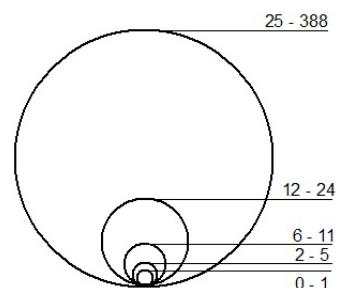
DISTRIBUCIÓN POR MUNICIPIO

Nivel educativo



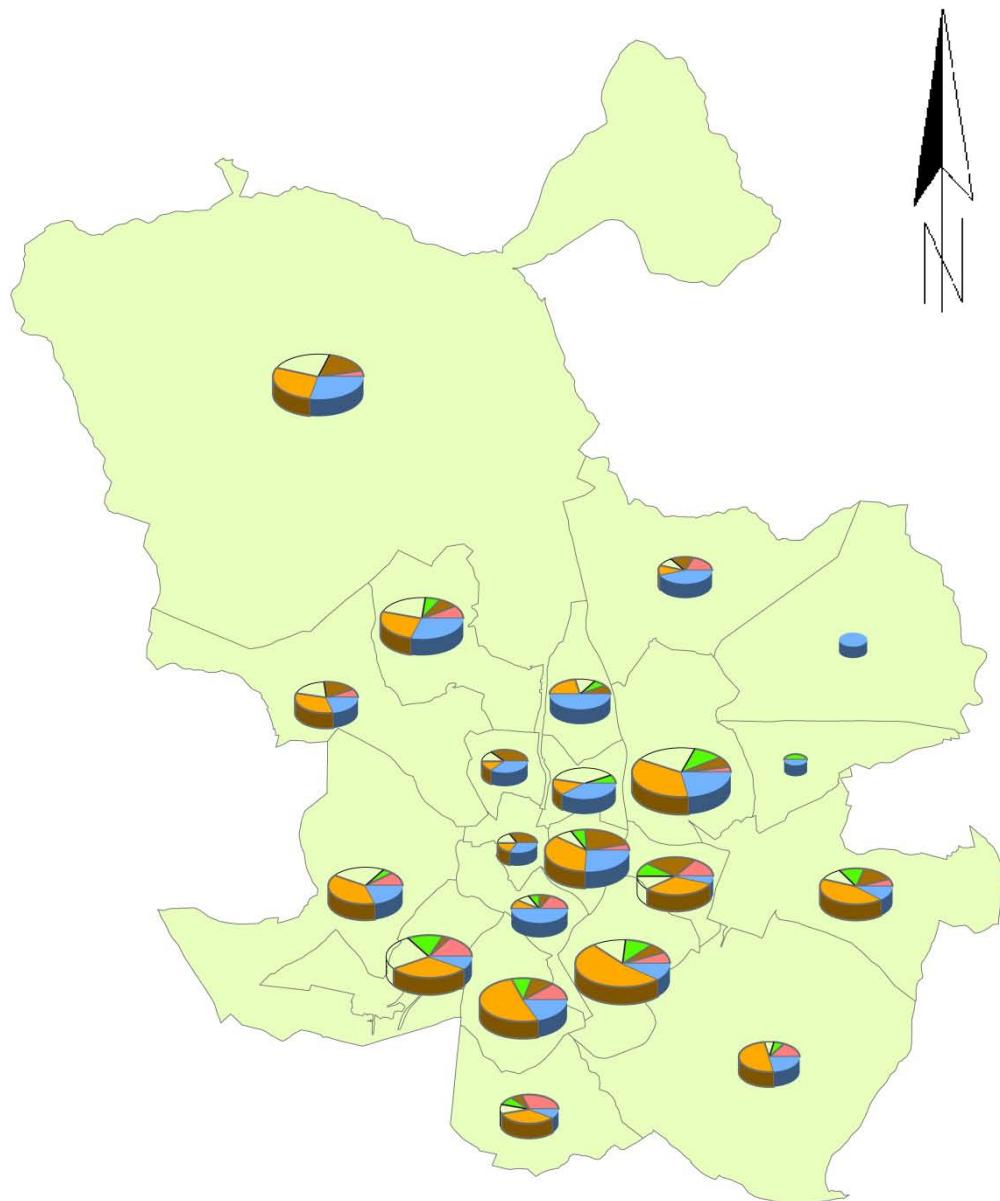
Escala 1:800 000

Niveleducativo



- Analfabeto
- Bachiller
- Formacion profesional
- No especificado
- Primaria
- Universitaria

DISTRIBUCIÓN POR DISTRITO Nivel educativo



Escala 1:200 000

Nivel educativo



Analfabeto



Bachiller



Formación profesional



No especificado



Primaria



Universitaria

Resultados de los mapas de nivel educativo

Se han dividido los niveles educativos en 4 niveles para poder compararlos con los datos censales de la Comunidad Autónoma de Madrid. Estos niveles son Analfabetos, Primer grado (Primaria), Segundo grado (Bachiller y formación profesional) y Tercer grado (Universitarios).

Se observa un porcentaje sustancialmente mayor de analfabetos entre los pacientes de **Sudoeste Comunidad**. Suponiendo una variación del 15% sobre la media de analfabetos de la comunidad Autónoma de Madrid, la cual es un 2%. Respecto a los municipios, destacan **Leganés** y **Coslada** por tener respectivamente un 40% y un 67% de pacientes analfabetos lo que es muy superior a su media de población general. En los distritos destaca **Villaverde** por tener un 30% de pacientes analfabetos superior a su media general.

Los pacientes de nivel educativo de primer grado de **Oeste metropolitano** y **Sierra Norte** suponen un incremento del 25% sobre su media general, 9% y 22% respectivamente. Llaman la atención los casos de **Sudoeste Comunidad**, **Sierra Sur** y **Sierra Central** al no tener pacientes con nivel educativo de primer grado a pesar de que supone el 19% de la población total de la Comunidad de Madrid. Respecto a los municipios, destacan **Rivas-Vaciamadrid**, **Tres Cantos** y **Majadahonda**, con un porcentaje un 36% de pacientes de este nivel superior a sus medias respectivas generales. En los distritos son destacables los casos de **Usera**, **Vicálvaro** y **Villa de Vallecas** con un porcentaje de pacientes de este nivel un 30% superior a los de su población general.

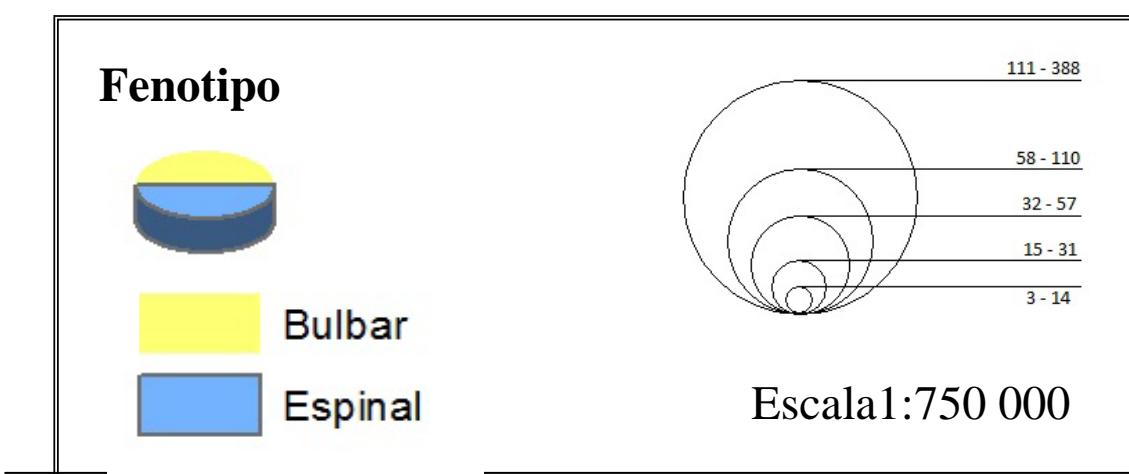
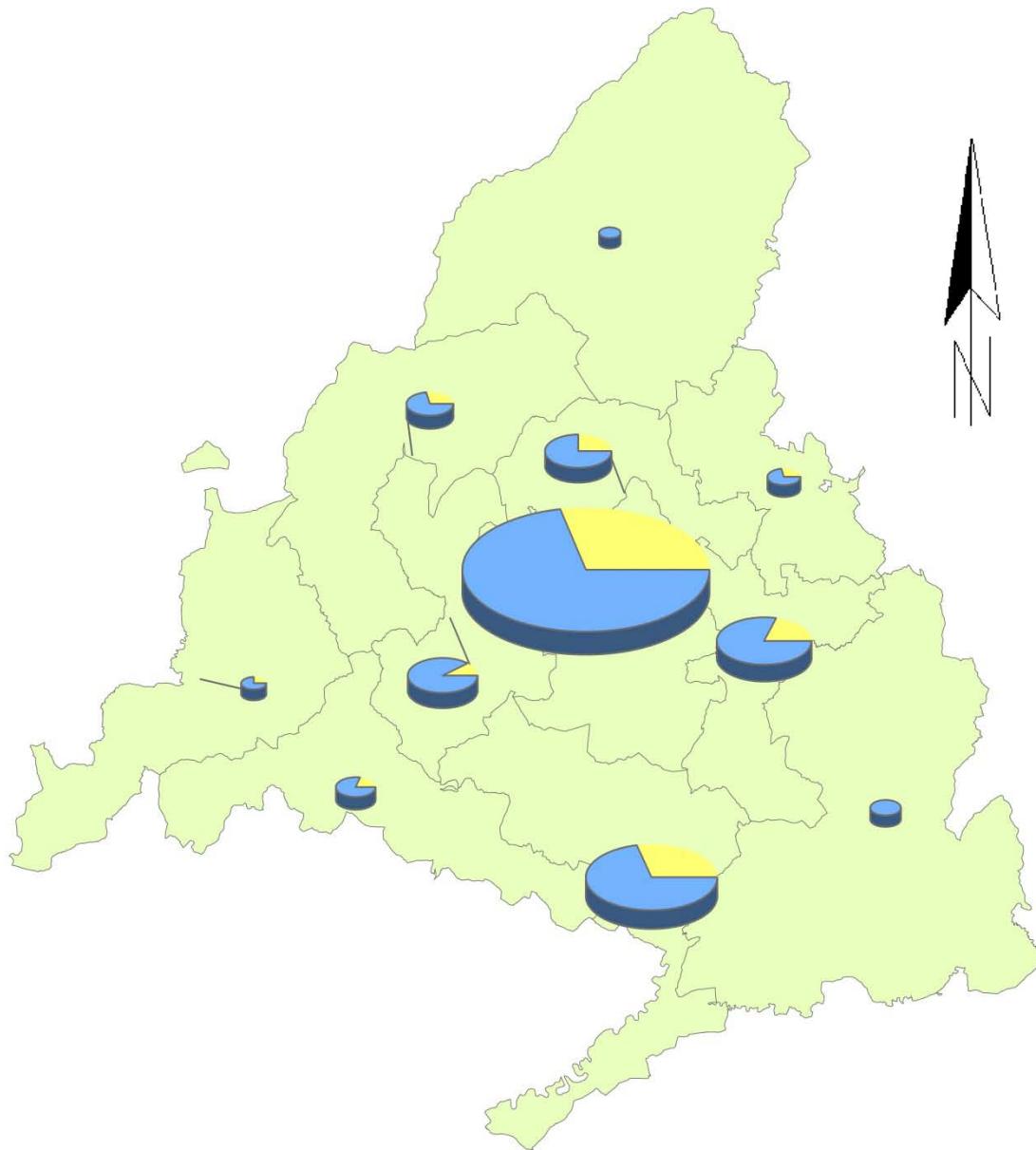
Respecto a los pacientes de nivel educativo de segundo grado, llama la atención que todos los pacientes de **Sierra Sur** pertenecen a este nivel educativo. En general todas las zonas tienen en torno al 30% de pacientes de este nivel menos que la media de población total de sus respectivas zonas. En los municipios, la media de los pacientes de este nivel está por debajo de sus respectivas generales salvo en el caso de **Pinto** que es un 40% superior. Respecto a los distritos, todos tienen una media de pacientes de éste nivel inferior a sus respectivas medias generales, destacando **Latina** con un 48% inferior.

Los pacientes con nivel educativo de tercer grado de **Sierra Norte** suponen un 50% del total, lo que destaca con respecto al 12% de la población general. Respecto a los municipios, las medias de pacientes de éste nivel están por encima de sus medias generales

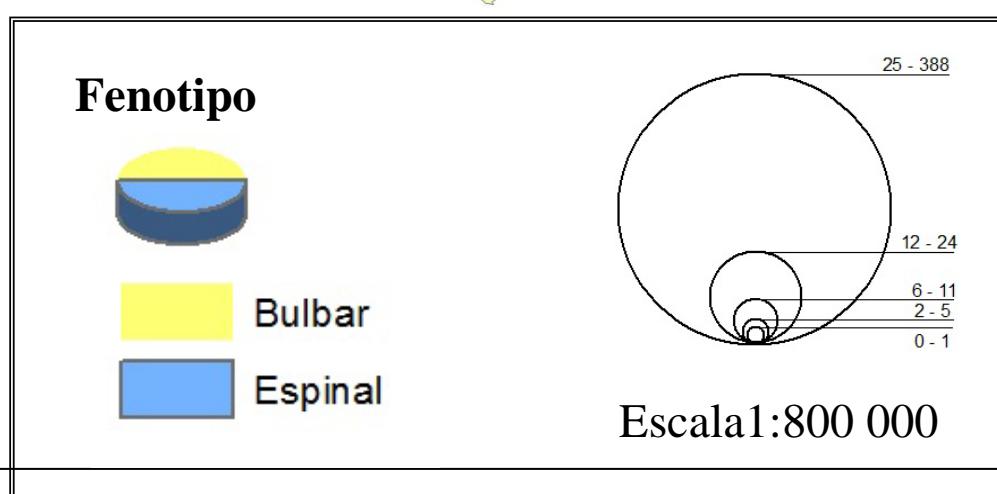
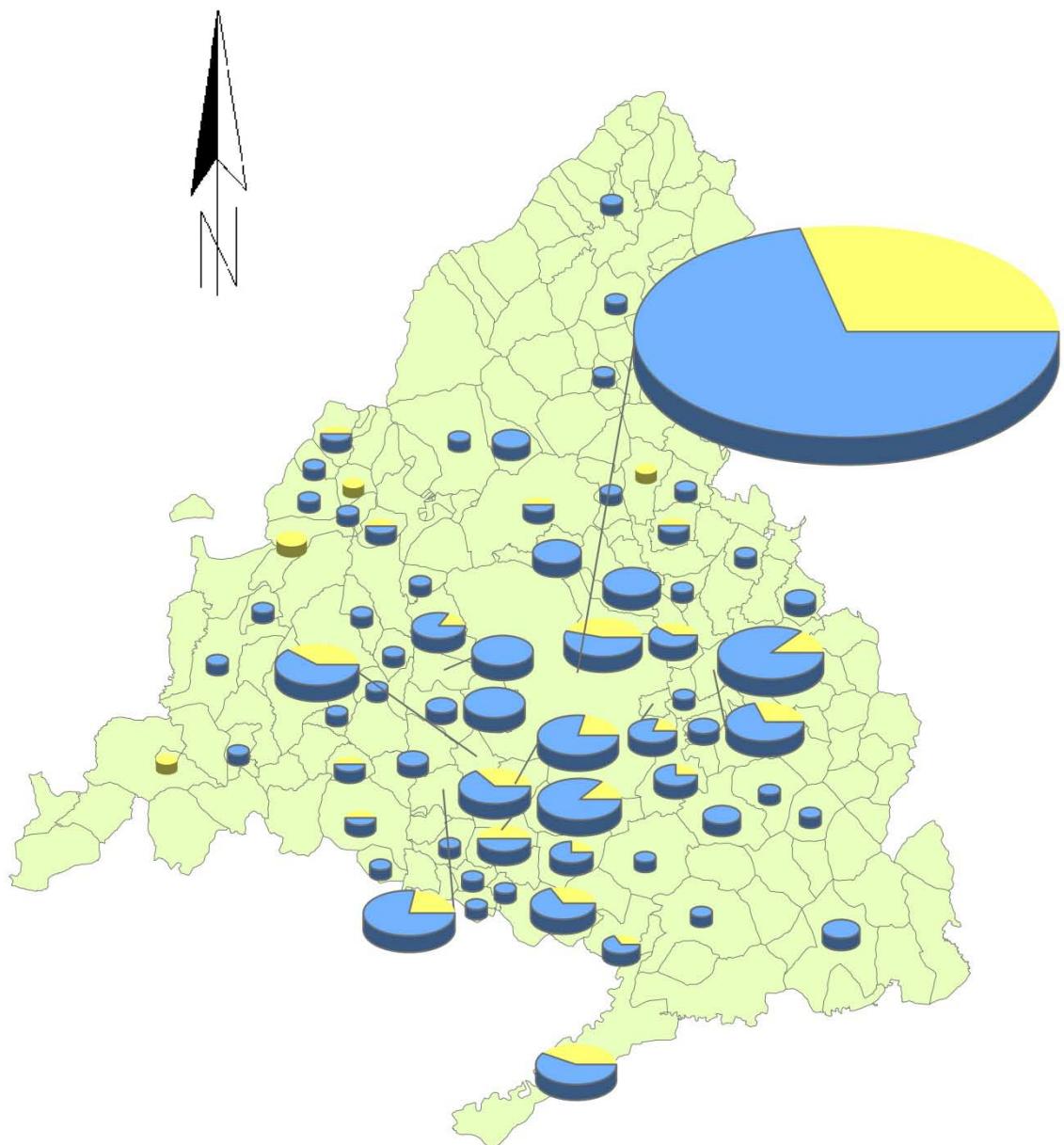
destacando **Alcobendas** con un 39% superior. En los distritos destaca **Barajas** al ser todos sus pacientes de este grado.

Respecto a los pacientes de nivel no especificado suponen un 15% del total. Siendo **Paracuellos del Jarama** el municipio y Salamanca el distrito con más pacientes con nivel no especificado siendo un 40% para ambos.

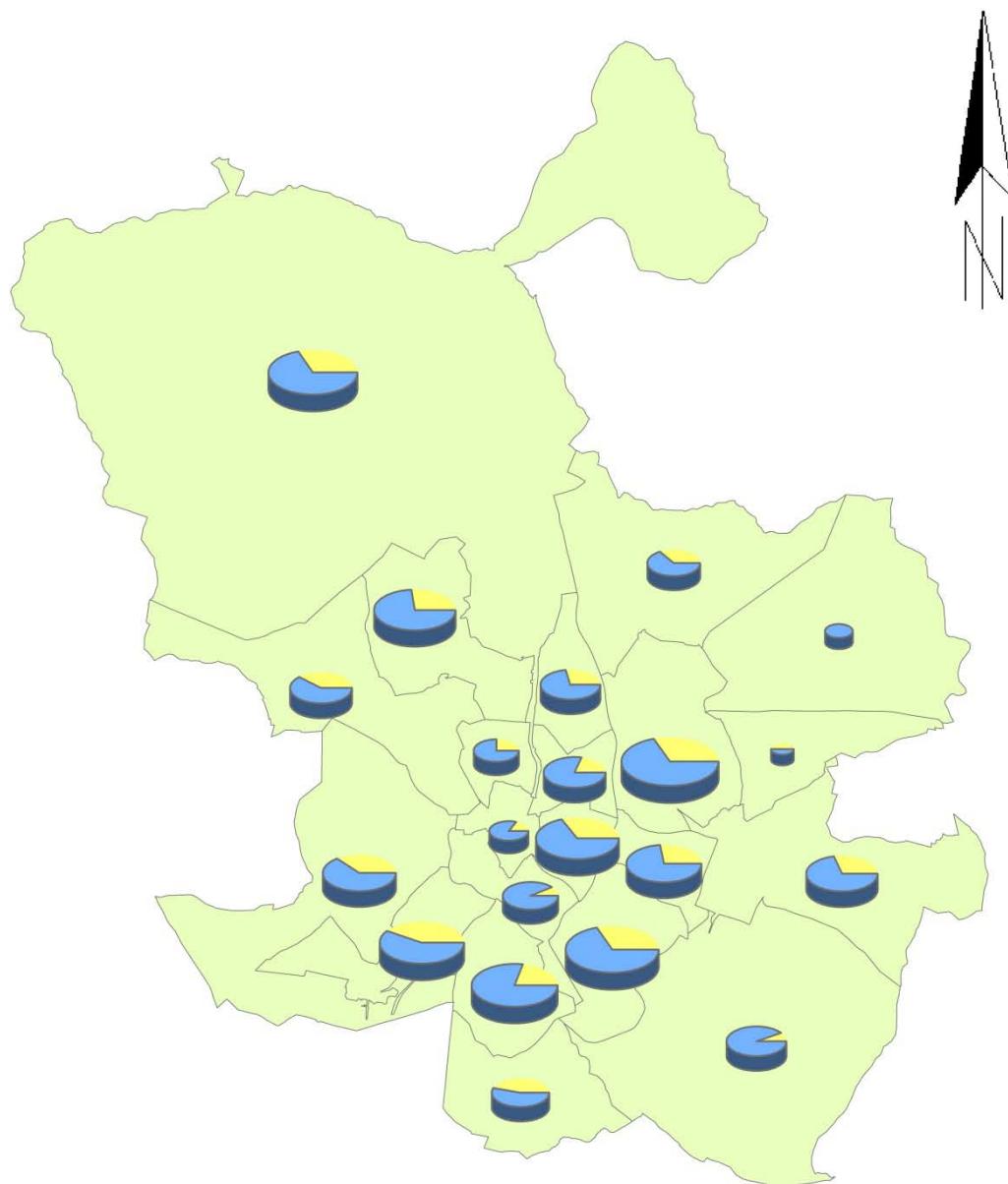
DISTRIBUCIÓN POR ZONA ESTADÍSTICA Fenotipo



DISTRIBUCIÓN POR MUNICIPIO Fenotipo



DISTRIBUCIÓN POR DISTRITO Fenotipo



Resultados de los mapas de fenotipos bulbar y espinal

El promedio de la Comunidad Autónoma de Madrid es de un 30% de pacientes con fenotipo bulbar y un 70% de pacientes con fenotipo espinal.

Zonas

Todas las zonas mantienen aproximadamente la media de la comunidad exceptuando **Sierra Norte y Sudeste Comunidad** las cuales tienen su totalidad de pacientes con fenotipo espinal y **Oeste metropolitano** que tiene porcentajes de 10% y 90% de pacientes con fenotipo bulbar y espinal respectivamente

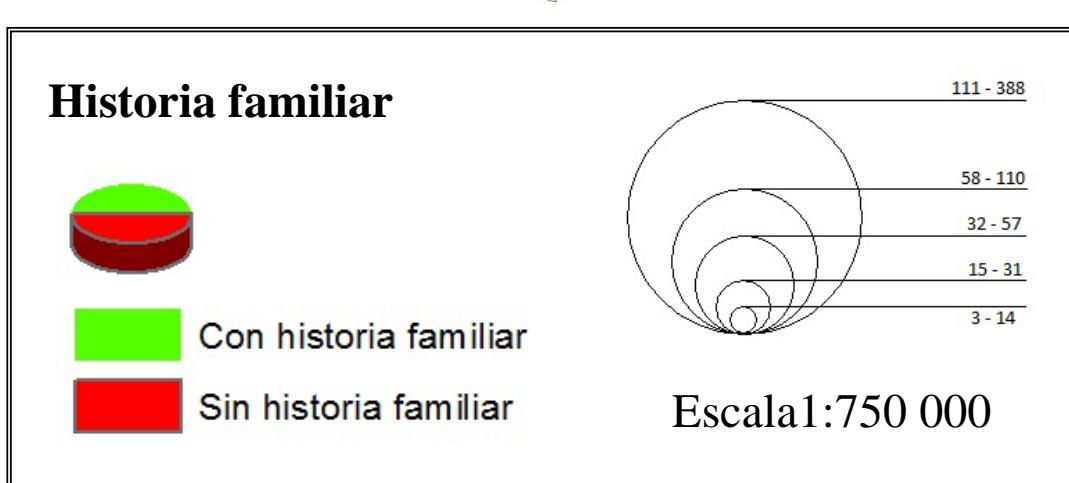
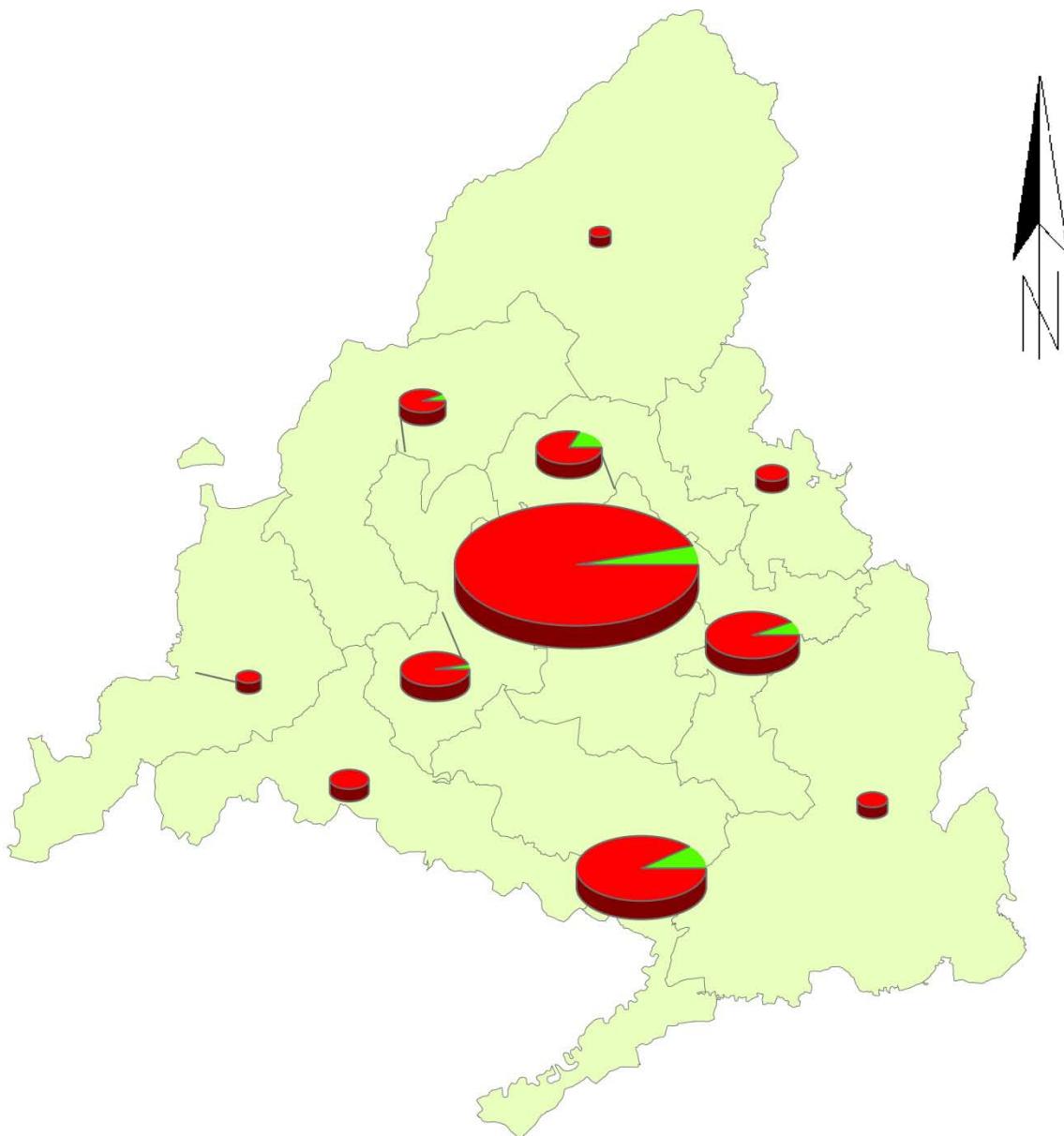
Municipios

Llaman la atención los municipios de **Majadahonda, Pozuelo de Alarcón, San Sebastián de los Reyes y Tres Cantos** por tener el 100% de los pacientes con fenotipo espinal y es destacable el caso de Parla por tener el mismo número de pacientes con fenotipo espinal que bulbar.

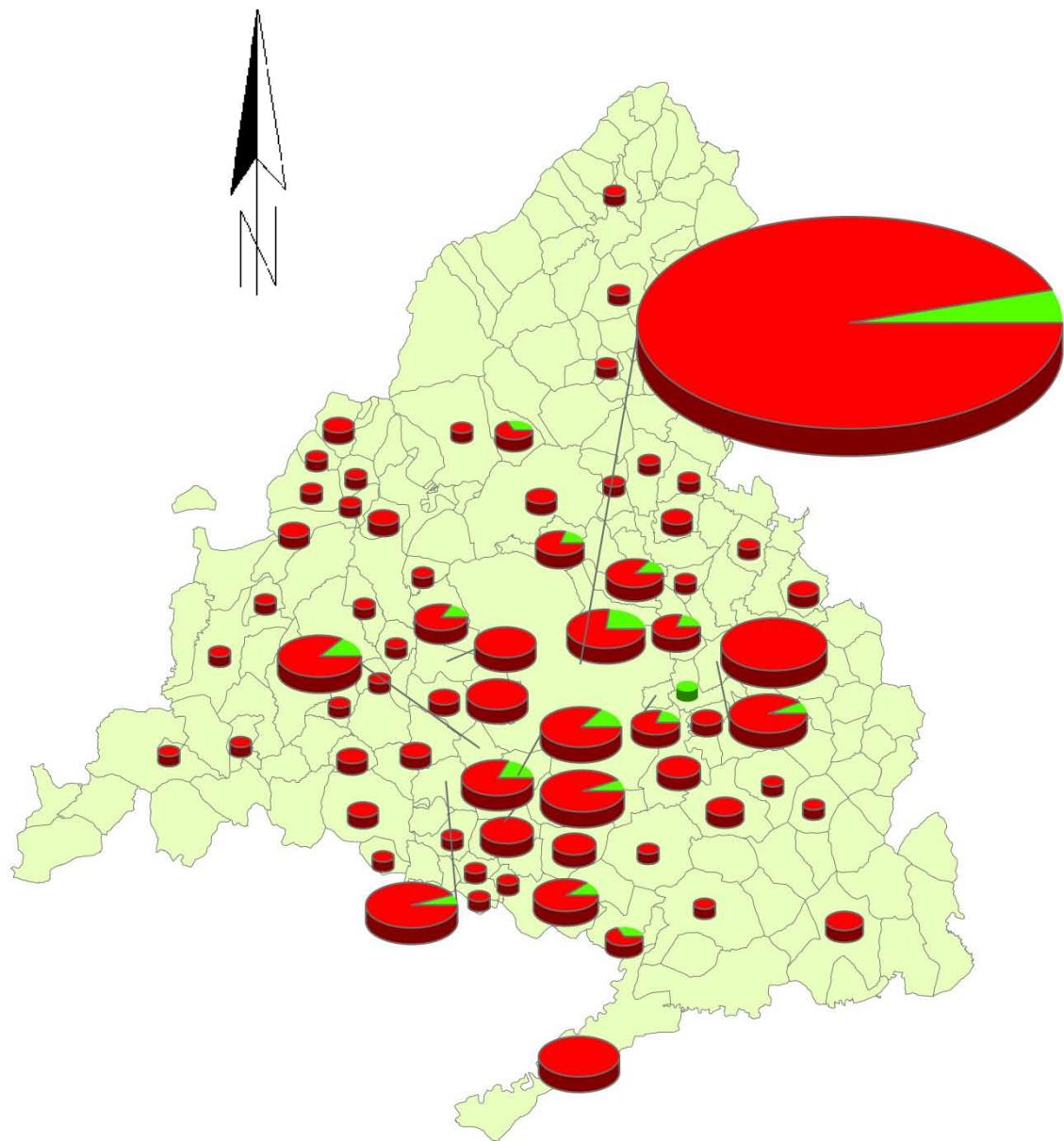
Distritos

Es llamativo el caso de **Barajas** por tener todos sus pacientes con fenotipo espinal y resultan también destacables los distritos de **Arganzuela y villa de Vallecas**, por tener un porcentaje en torno al 10% y 90% de pacientes con fenotipo bulbar y espinal respectivamente, y **San Blas y Villaverde** por tener porcentajes de 50% y 50%.

DISTRIBUCIÓN POR ZONA ESTADÍSTICA Historia familiar



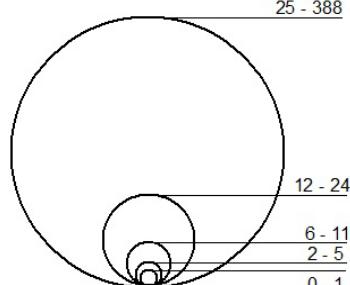
DISTRIBUCIÓN POR MUNICIPIO Historia familiar



Historia familiar

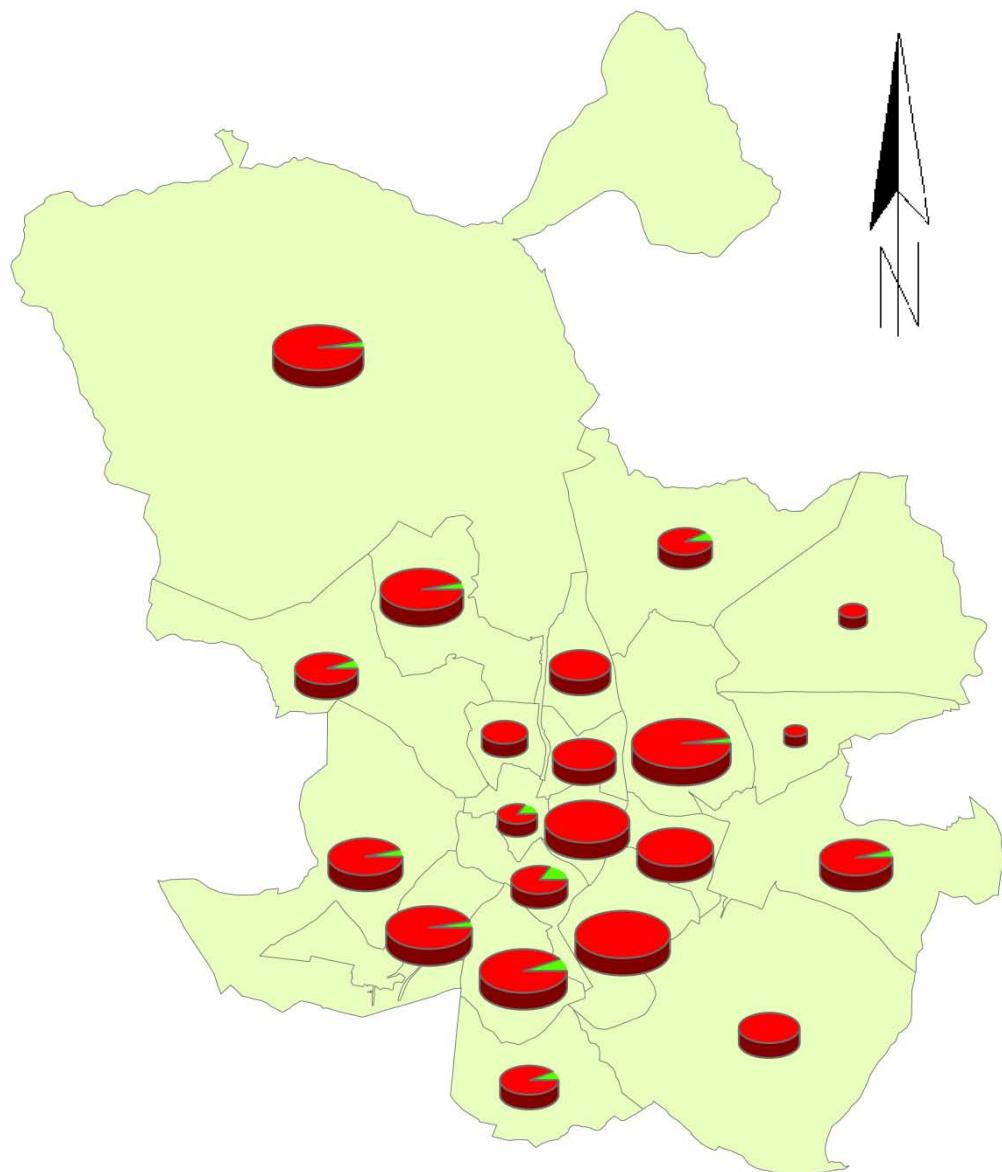


- Con historia familiar
- Sin historia familiar



Escala 1:800 000

DISTRIBUCIÓN POR DISTRITO Historia familiar

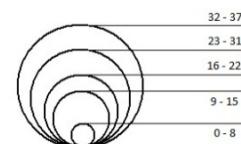


Historia familiar



Con historia familiar

Sin historia familiar



Escala 1:200 000

Resultado de los mapas de historia familiar

Se estima que 10% de los casos de ELA es hereditario y por tanto se tiene historia familiar, el 90% restante no tiene historia familiar.

En el caso de la Comunidad Autónoma de Madrid los pacientes con historia familiar solo suponen el 5% del total.

Zonas

Destaca **Norte metropolitano** por ser la zona con más pacientes con historia familiar siendo un 20%, mientras que en las áreas no metropolitanas solo existe un paciente con historia familiar.

Municipios

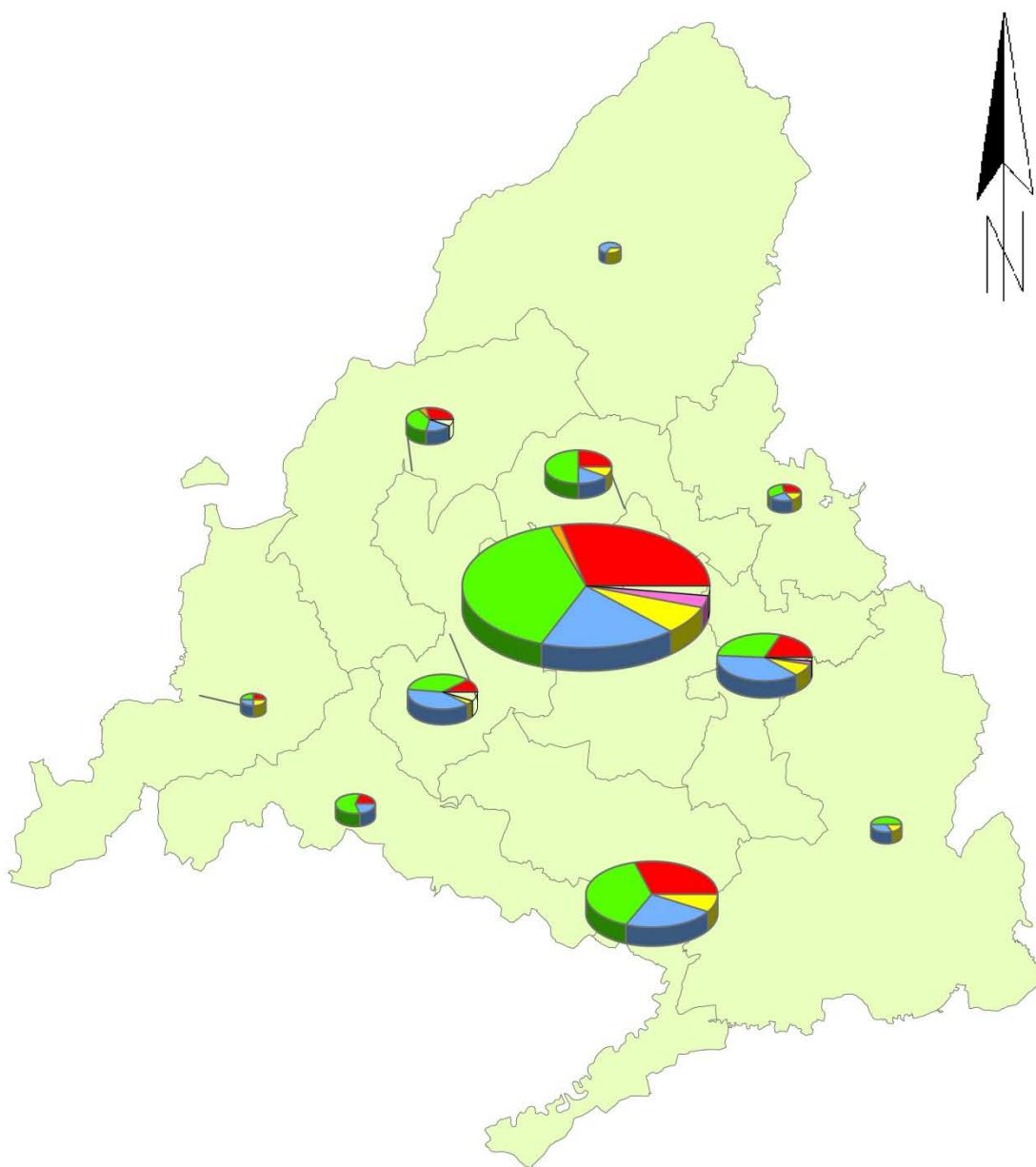
Es llamativo el caso de **Alcobendas** al tener un 25% y 75% de pacientes con historia y sin historia familiar respectivamente, y también se aprecia la ausencia de pacientes con historia familiar en los municipios situados fuera del área metropolitana.

Distritos

Destacan **Arganzuela** y **Centro** con 17% y 83% de pacientes con fenotipo bulbar y espinal respectivamente y es llamativo que en toda la zona este del municipio de Madrid solo hay 2 casos con historia familiar.

DISTRIBUCIÓN POR ZONA ESTADÍSTICA

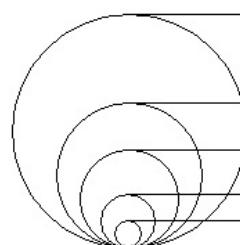
Localización de inicio



Localización inicio



- Bulbar
- Generalizada
- Miembros II
- SS. Distal
- SS. Proximal
- Respiratorio
- Otros



111 - 388

58 - 110

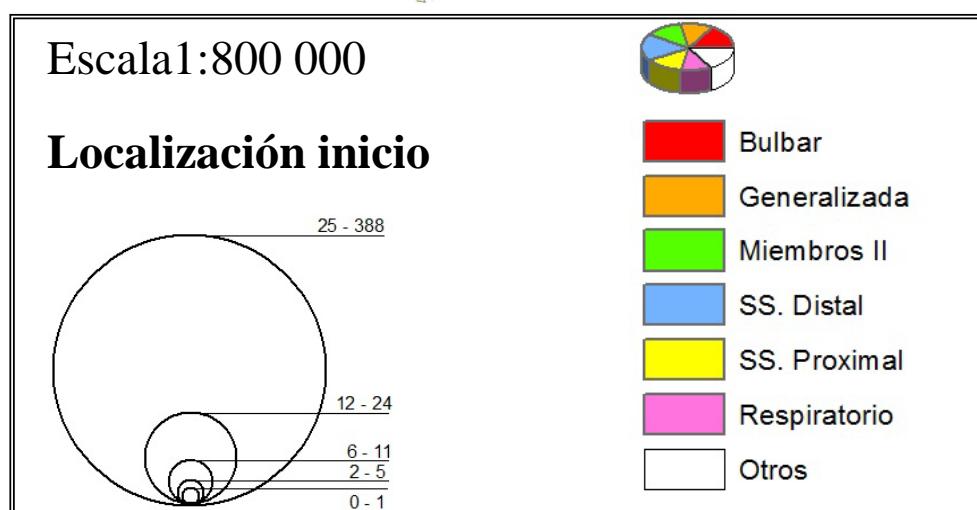
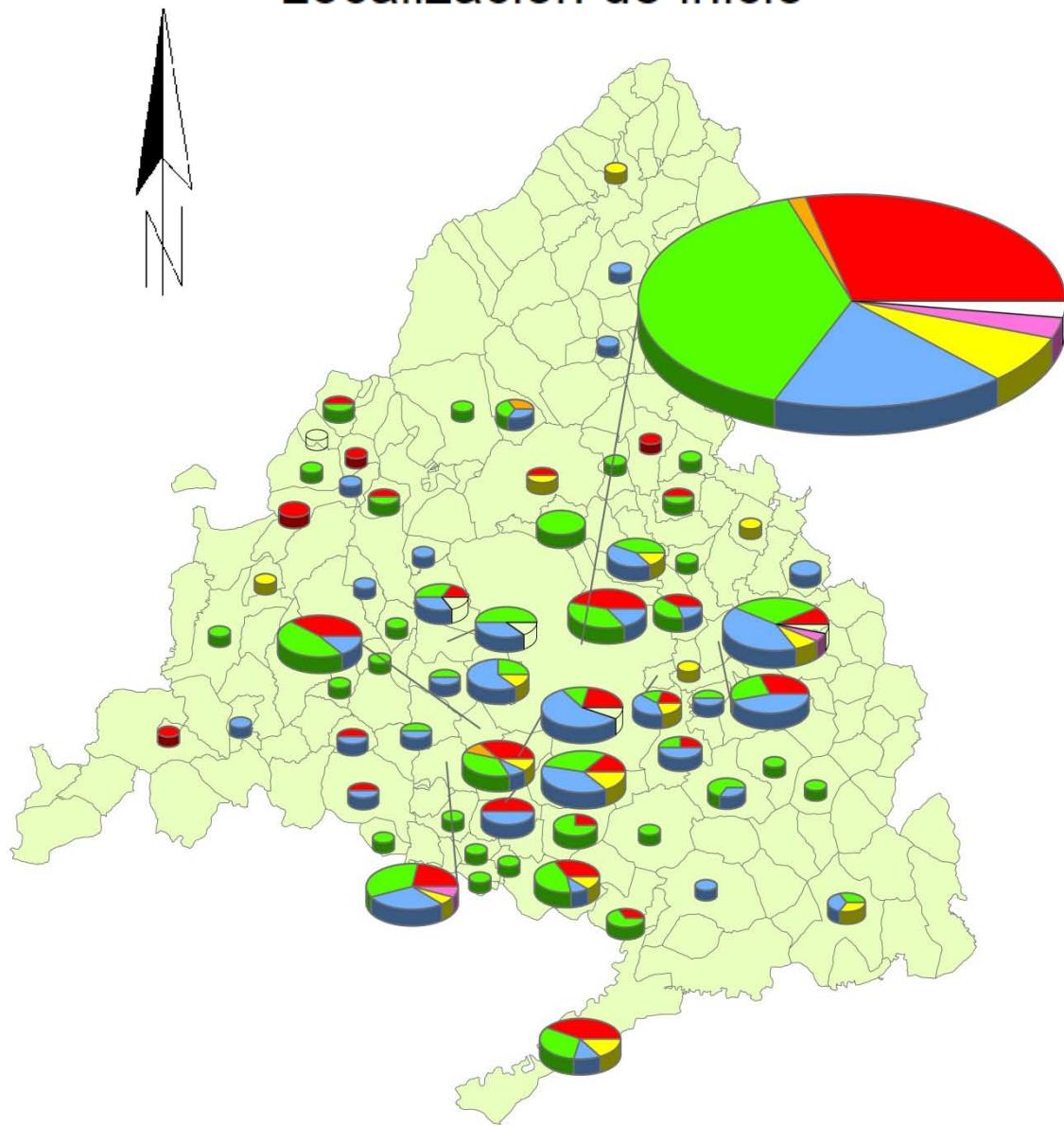
32 - 57

15 - 31

3 - 14

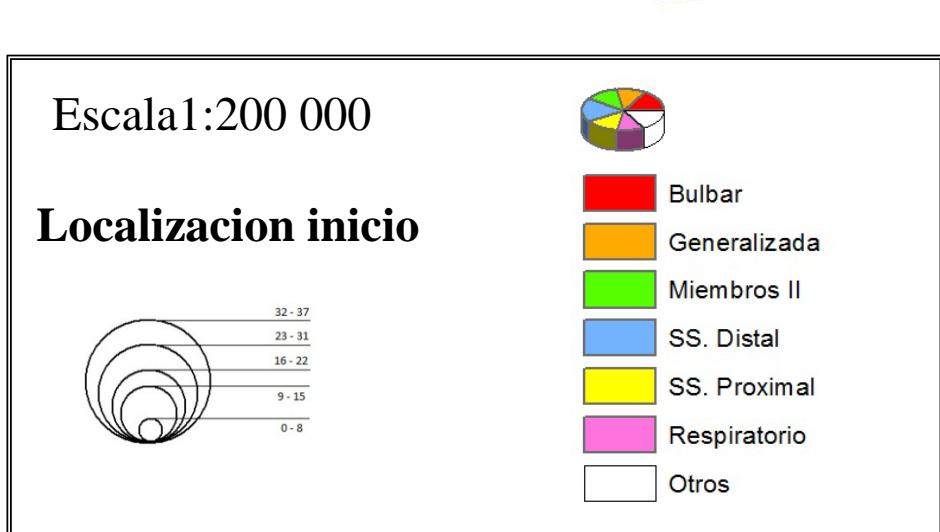
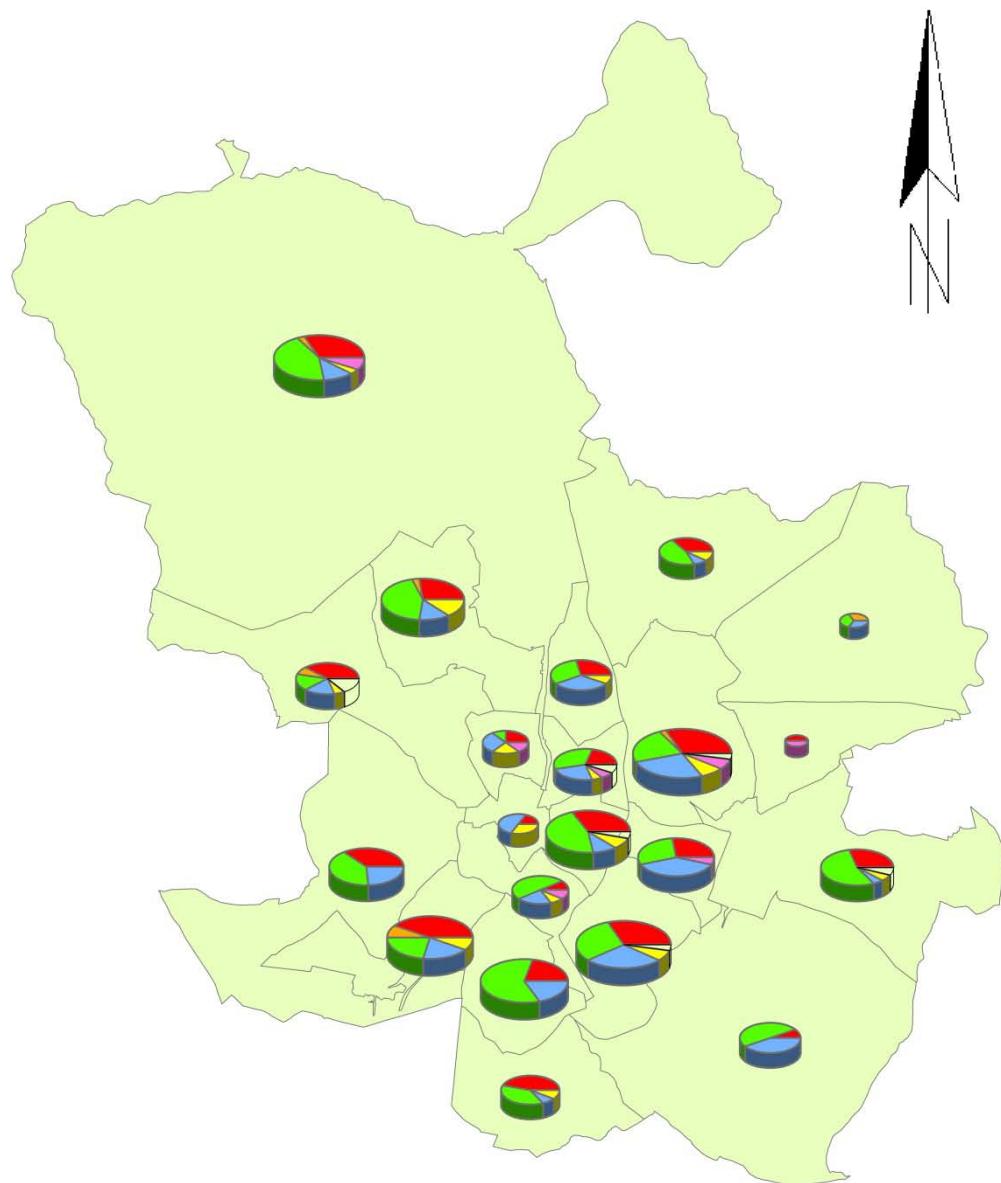
Escala 1:750 000

DISTRIBUCIÓN POR MUNICIPIO Localización de inicio



DISTRIBUCIÓN POR DISTRITO

Localización de inicio



Resultados de los mapas de localización de inicio de la enfermedad

La distribución en la Comunidad Autónoma de Madrid por localización de inicio es la siguiente:

Bulbar: 27%, generalizada: 1%, miembros inferiores: 36%, miembros superiores (mano): 26%, miembros superiores (brazo): 6%, respiratorio: 2% y otros: 2.

Localización bulbar

En la zona **Sierra Norte y Sudeste Comunidad** llama la atención que no haya ningún paciente con localización de inicio bulbar. En cuanto a los municipios, **Alcobendas y Parla** tienen un porcentaje de pacientes con localización de inicio bulbar del 50% mientras que **Majadahonda, Pozuelo de Alarcón, San Sebastián de los Reyes y Tres Cantos** no tienen ninguno. En el caso de los distritos, destacan **San Blas** por tener un 50% de pacientes con localización de inicio bulbar y **Barajas** por no tener ninguno

Localización generalizada.

Son llamativos los casos de la zona estadística, **Sierra central**, municipio de **Fuenlabrada** y distrito de **Barajas**, por tener un porcentaje muy superior al valor de referencia.

Localización en miembros inferiores

En las zonas estadísticas destacan **Sierra Norte** por no tener ningún paciente con esta localización y **Sudoeste Comunidad** por tener un 60% de pacientes con esta localización. En los municipios destacan **Parla** por no tener ningún paciente con esta localización y **Tres Cantos** por tener el 100% de los pacientes con esta localización. Respecto a los distritos, destacan **Centro y San Blas** por no tener ningún paciente con esta localización y **Usera** por tener un 62% de los pacientes con esta localización.

Localización en miembros superiores (mano)

En las zonas estadísticas destaca **Sierra Norte** con un 67% de pacientes con esta localización. En los municipios destaca **Pozuelo de Alarcón** con un 62% de pacientes de este tipo y **Tres Cantos** y pinto sin pacientes de este tipo. Respecto a los distritos, son llamativos los casos de **Centro** con 50% de pacientes de este tipo y **San Blas** sin ninguno.

Localización en miembros superiores (brazo)

En las zonas estadísticas destaca **Sierra Norte** con un 33% de pacientes de este tipo. En los municipios destaca **Coslada** con un 20% de pacientes con esta localización. Respecto a los distritos, destaca **Centro** con un 33% de pacientes de este tipo.

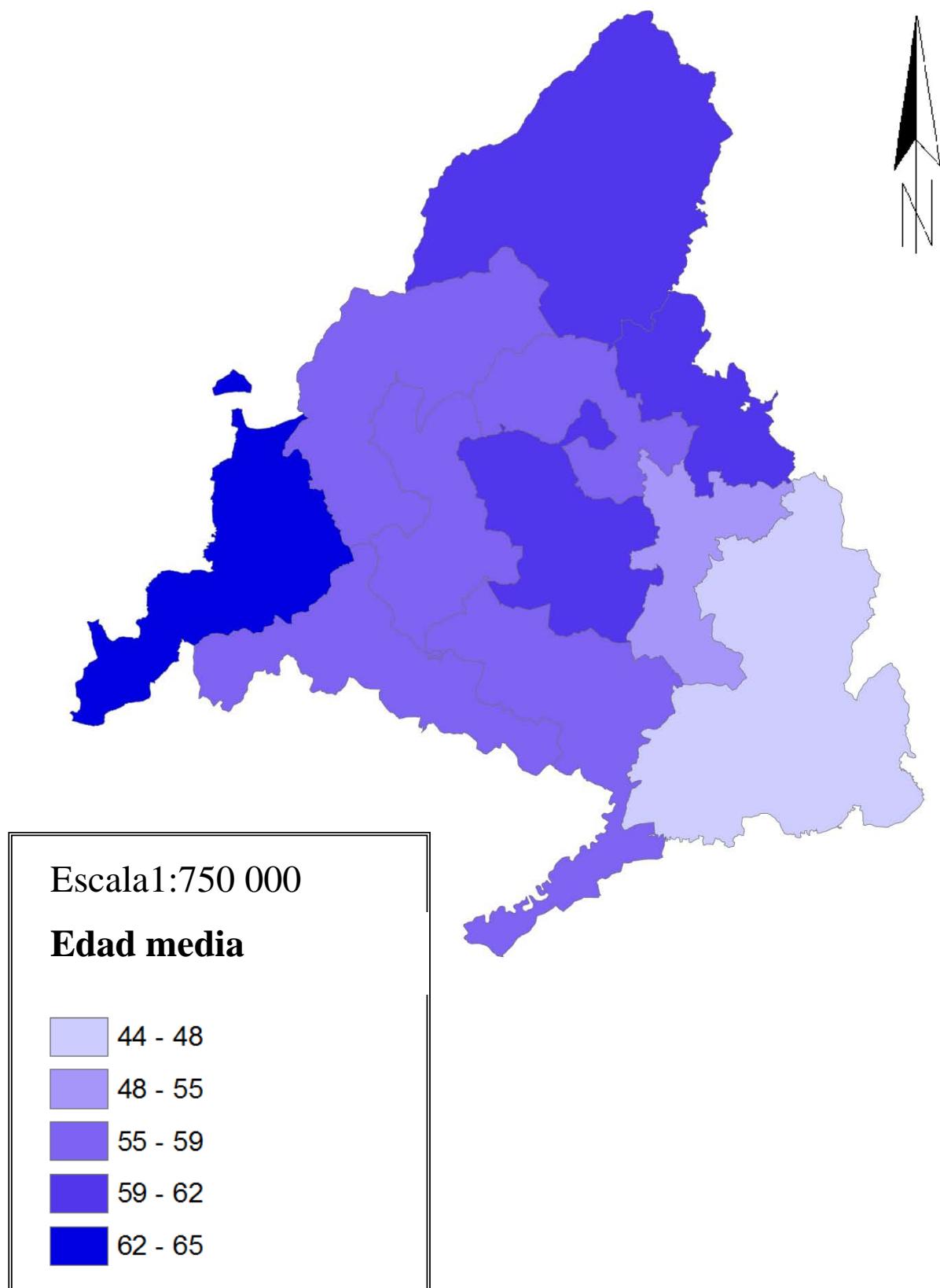
Localización en el sistema respiratorio

Todas las zonas estadísticas, municipios y distritos siguen la distribución general anteriormente mencionada exceptuando los distritos de **Chamberí** con un 12,5% y **San Blas** con un 50% de pacientes de este tipo.

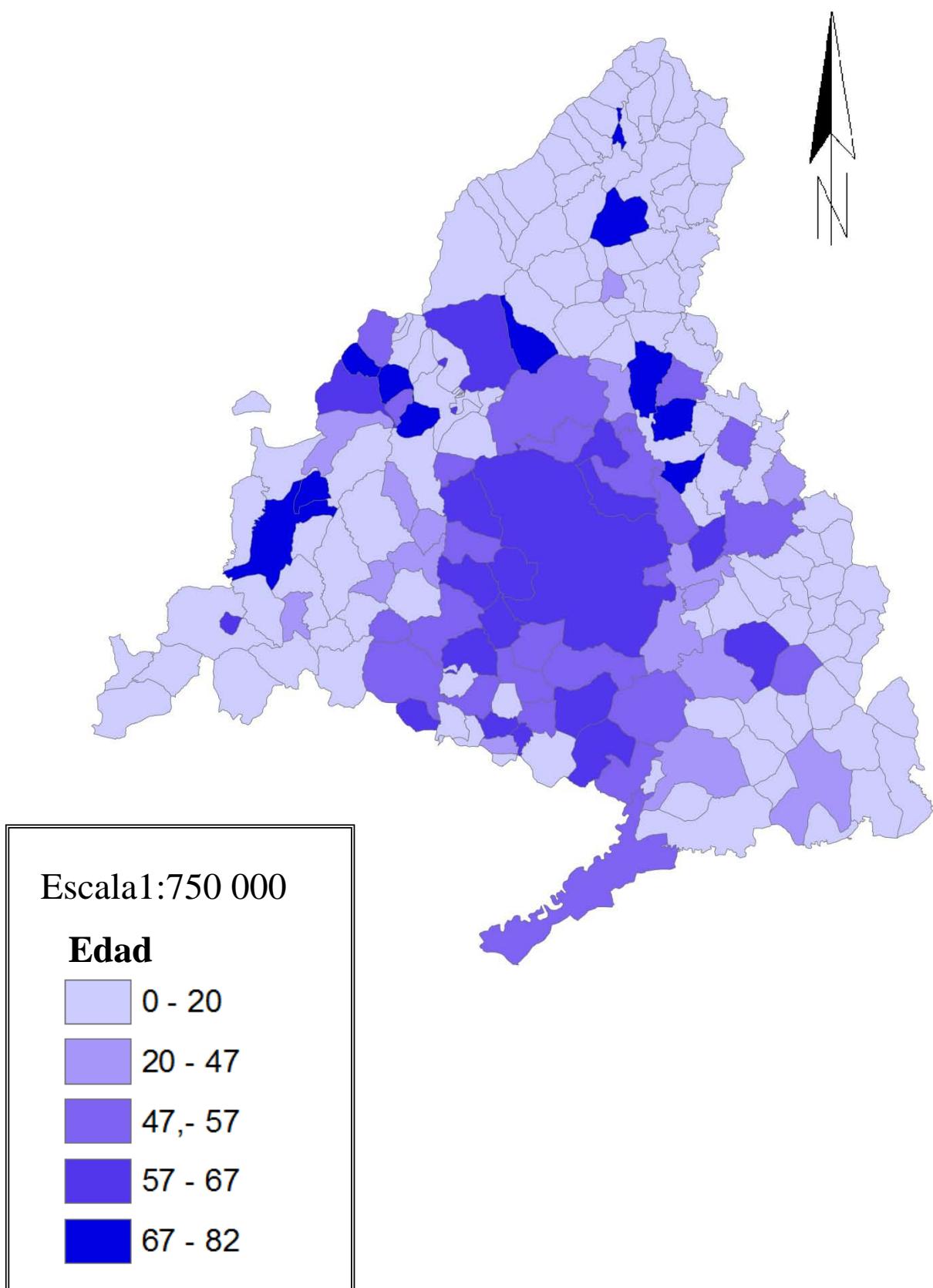
Localización de inicio otros

Son llamativos los casos de las zonas estadísticas **Oeste Metropolitano** y **Sierra Central** por tener un porcentaje muy superior al de la distribución general. En los municipios destacan **Majadahonda** y **Las Rozas de Madrid** y en los distritos destaca **Moncloa-Aravaca**, todos ellos por tener un porcentaje superior al de la distribución general.

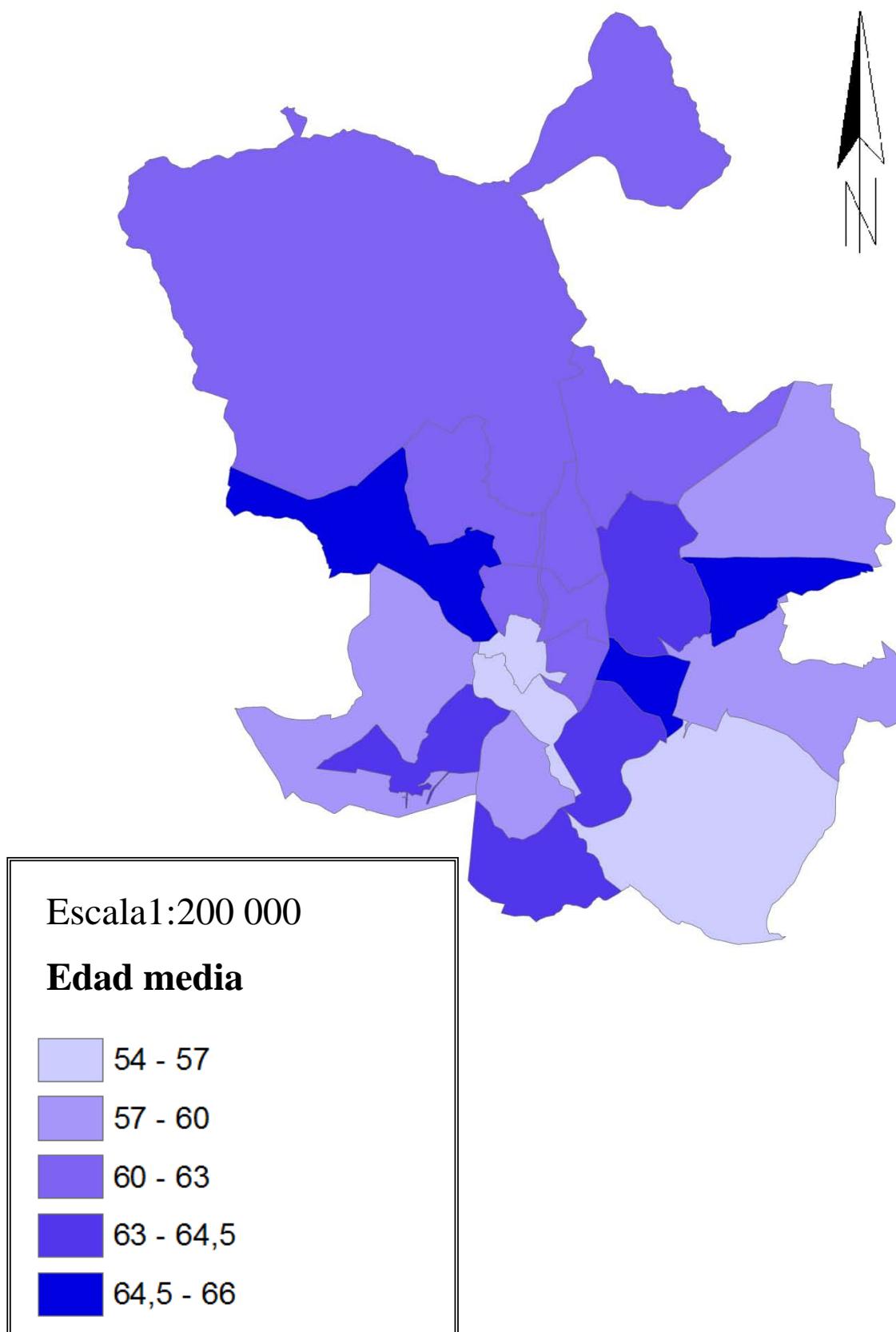
DISTRIBUCIÓN POR ZONA ESTADÍSTICA Edad media de inicio



DISTRIBUCIÓN POR MUNICIPIO Edad media de inicio



DISTRIBUCIÓN POR DISTRITO Edad media de inicio



Resultados de los mapas de edad media de inicio

En la comunidad de Madrid, los pacientes con ELA tienen una edad media de inicio de 58 años. Esto difiere ligeramente de lo que se estima como grupo de mayor riesgo de esta enfermedad, el cual es de 60 a 70 años.

Zonas

En **Municipio de Madrid y Sierra Sur** la edad de inicio se sitúa en 62 y 65 años respectivamente, ambos dentro del grupo de mayor riesgo aunque varios años superior a la media. Es llamativa la zona **Sudeste Comunidad** por tener la media de inicio más joven siendo esta de 44 años.

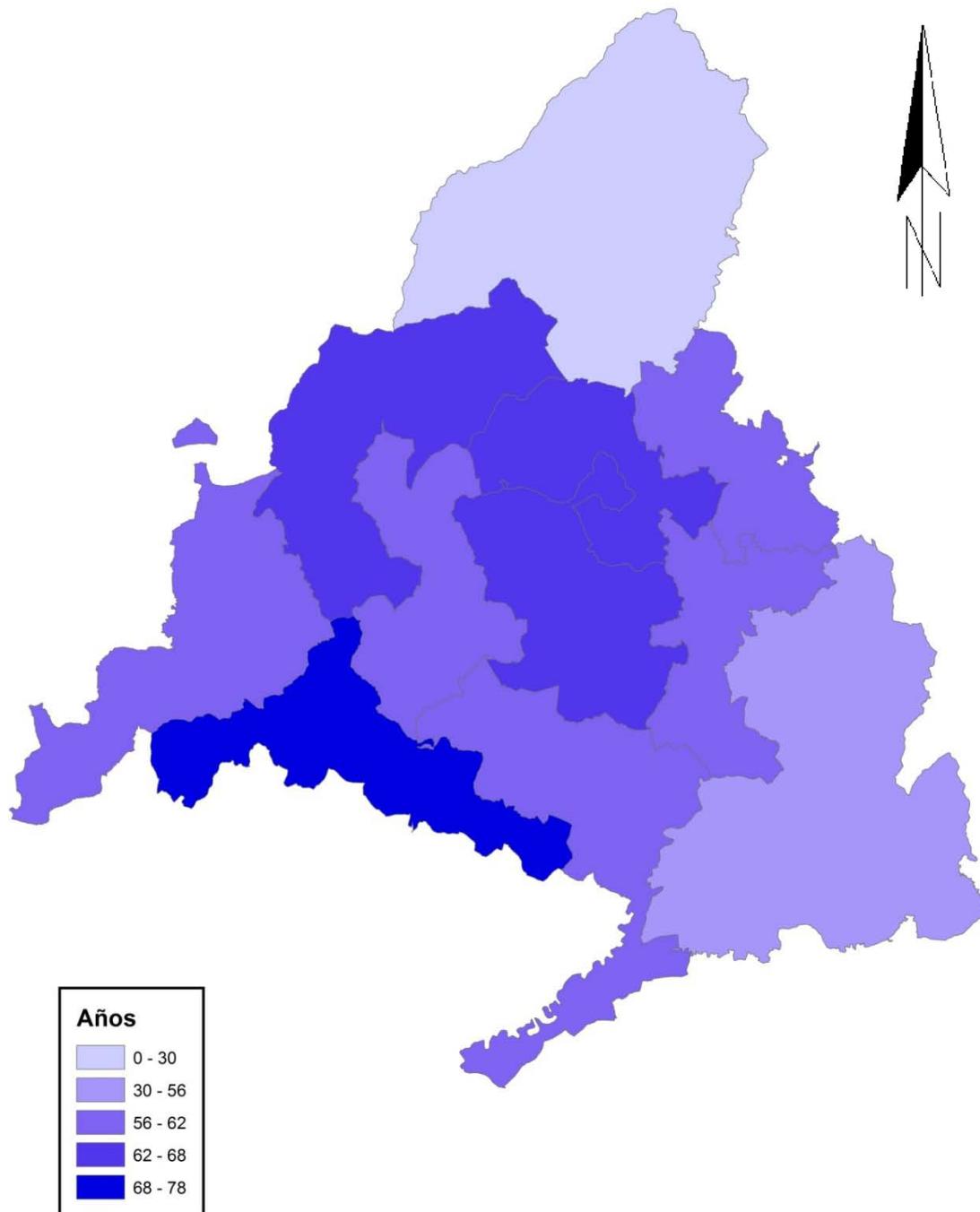
Municipios

Resultan llamativos los municipios de **Tres Cantos, Fuenlabrada** y, sobretodo, **Rivas-Vaciamadrid** por tener las medias de inicio más jóvenes, siendo éstas 50, 50 y 45 años respectivamente. Del mismo modo se aprecia que **Alcobendas y Móstoles** tienen las edades de inicio más avanzada de todas siendo estas 63 y 64 años. Se observa, tanto en las zonas estadísticas como en los municipios, un descenso de la edad de inicio en la dirección sureste.

Distritos

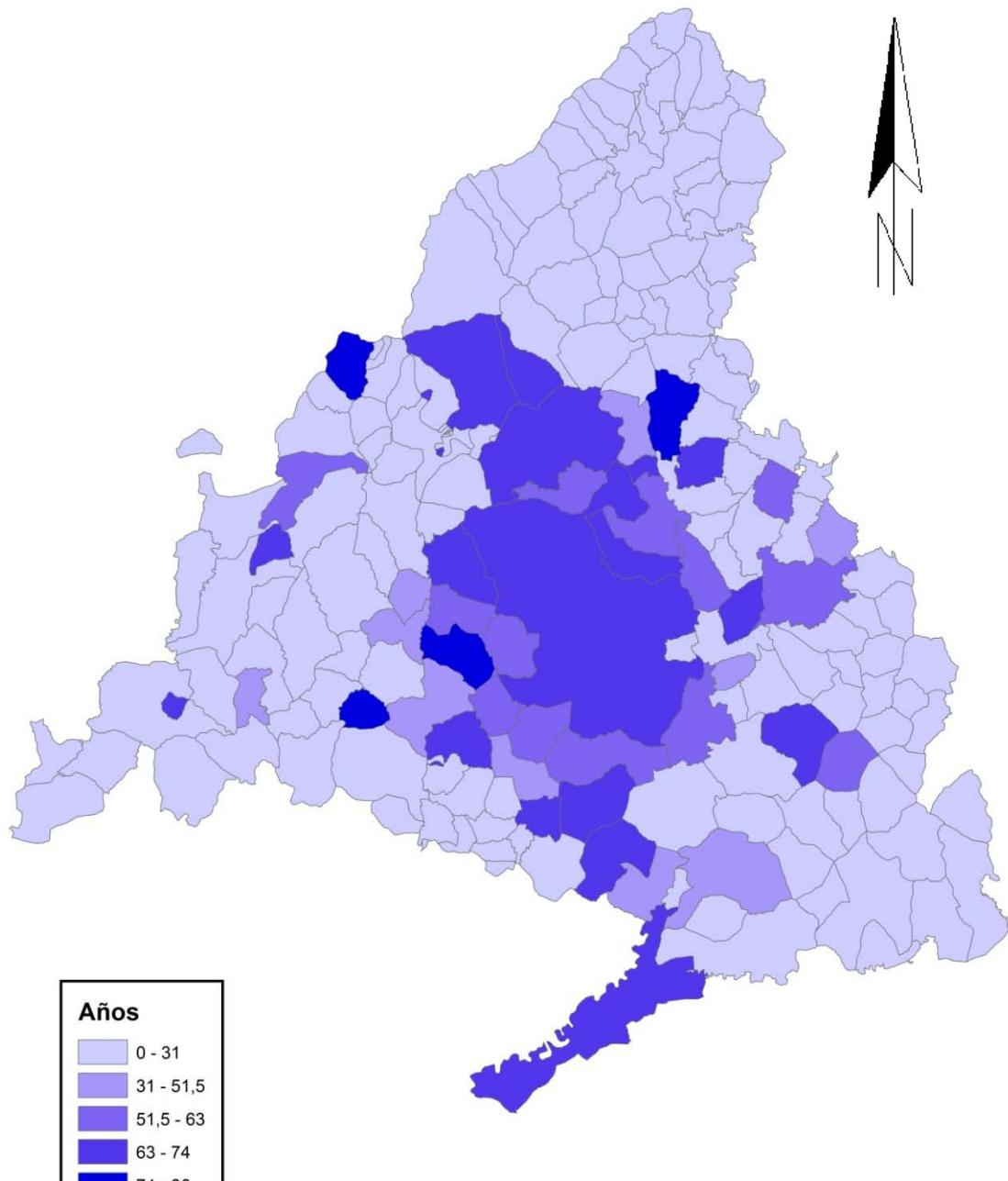
Destaca el caso de los distritos **Centro y Arganzuela** por tener las edades de inicio más jóvenes, siendo estas 56 y 55 años respectivamente. Por el contrario, los distritos con edad de inicio más avanzada son **San Blas y Moratalaz** con 66 años los dos.

DISTRIBUCIÓN POR ZONA ESTADÍSTICA Edad media de exitus



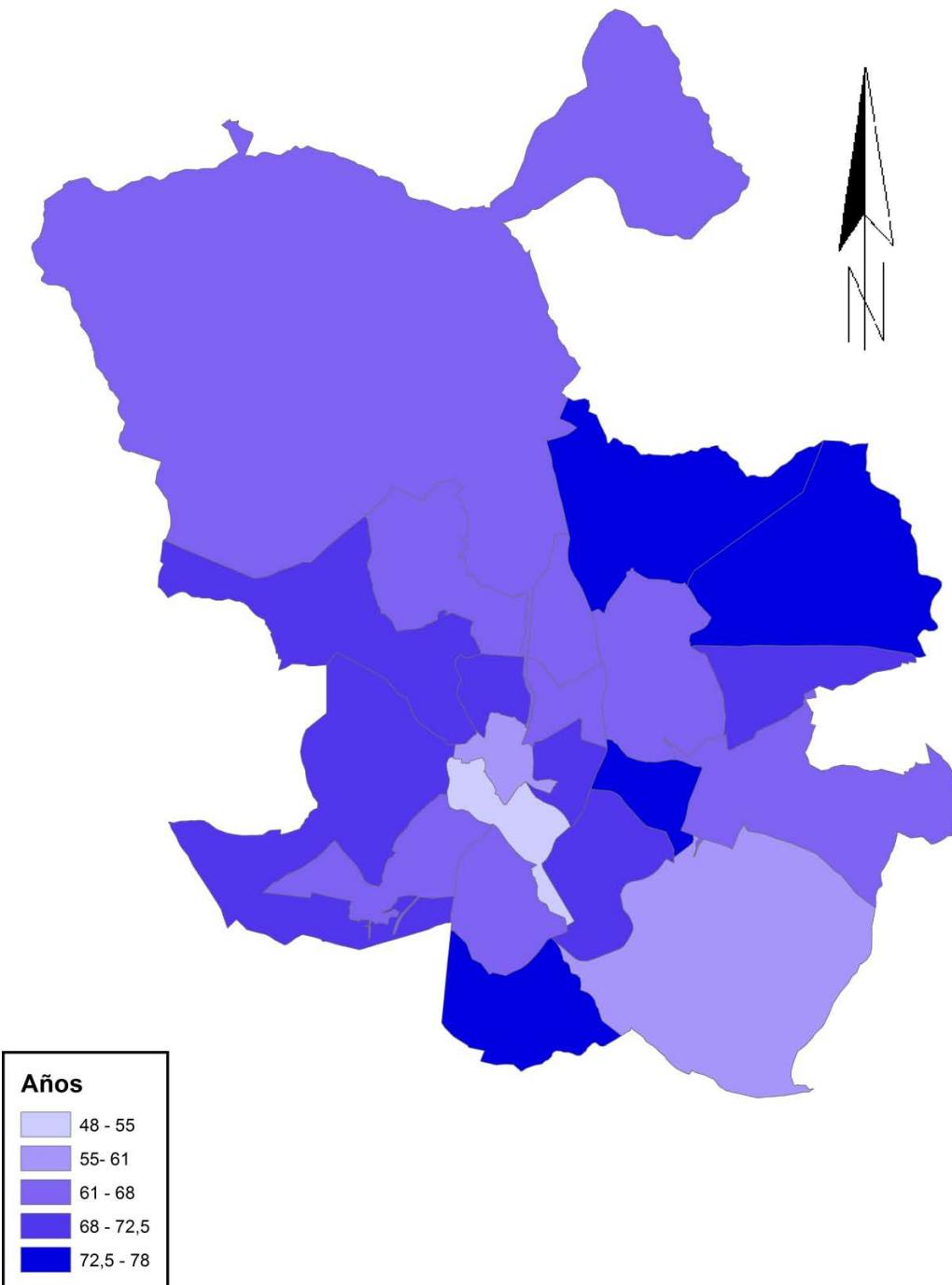
Escala 1:750 000

DISTRIBUCIÓN POR MUNICIPIO Edad media de exitus



Escala 1:750 000

DISTRIBUCIÓN POR DISTRITO Edad media de exitus



Escala 1:200 000

Resultados de los mapas de media de edad de exitus

La media de exitus de la Comunidad Autónoma de Madrid es de 65 años.

Zonas

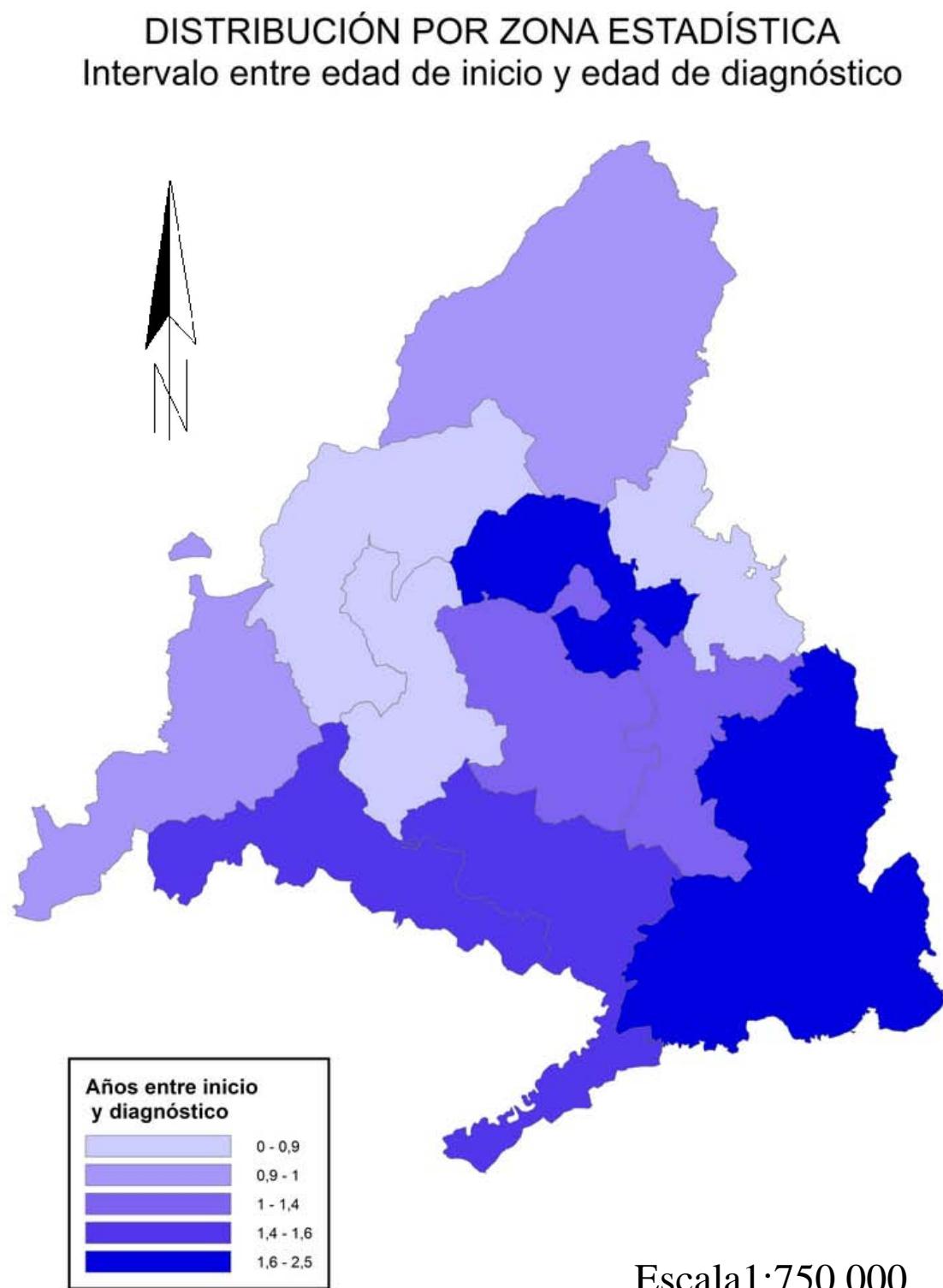
Resulta llamativo el caso de **Sudoeste Comunidad** al tener la edad de exitus más avanzada siendo esta de 78 años, en cambio **Sudeste Comunidad** tiene la media de exitus más joven siendo esta de 57 años. Destaca el caso de **Sierra Norte** al no haber pacientes fallecidos.

Municipio

Los municipios con la edad de exitus más avanzada son **El Molar** y **Cercedilla** con 83 y 86 años respectivamente. Por el contrario, los municipios con la edad de exitus más joven son **Villanueva de la Cañada** y **Ciempozuelos** con 37 y 33 años respectivamente.

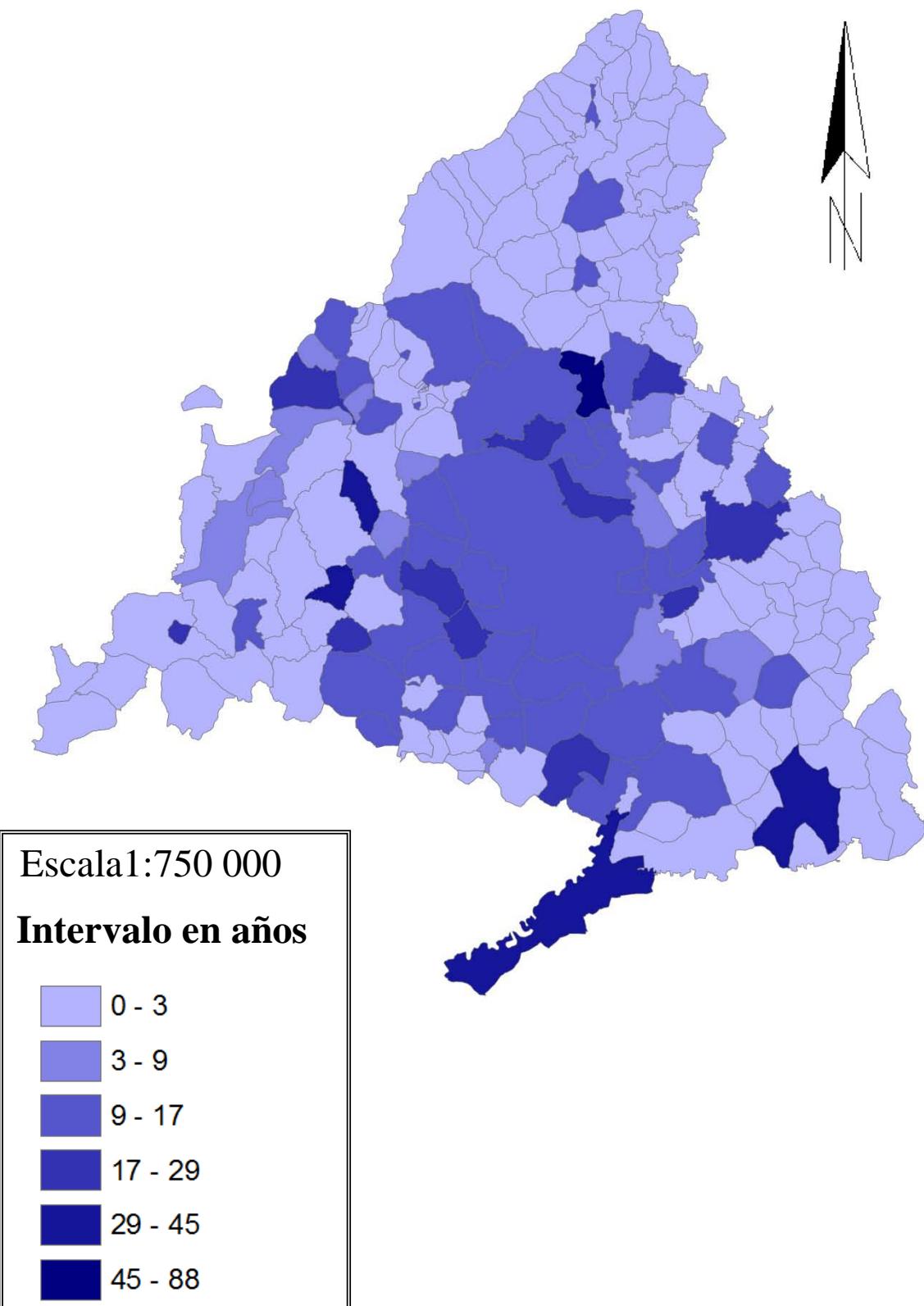
Distritos

El distrito con la edad de exitus más avanzada es **Hortaleza** con 78 años mientras que **Arganzuela** es el distrito con edad de exitus más joven siendo esta 48 años.

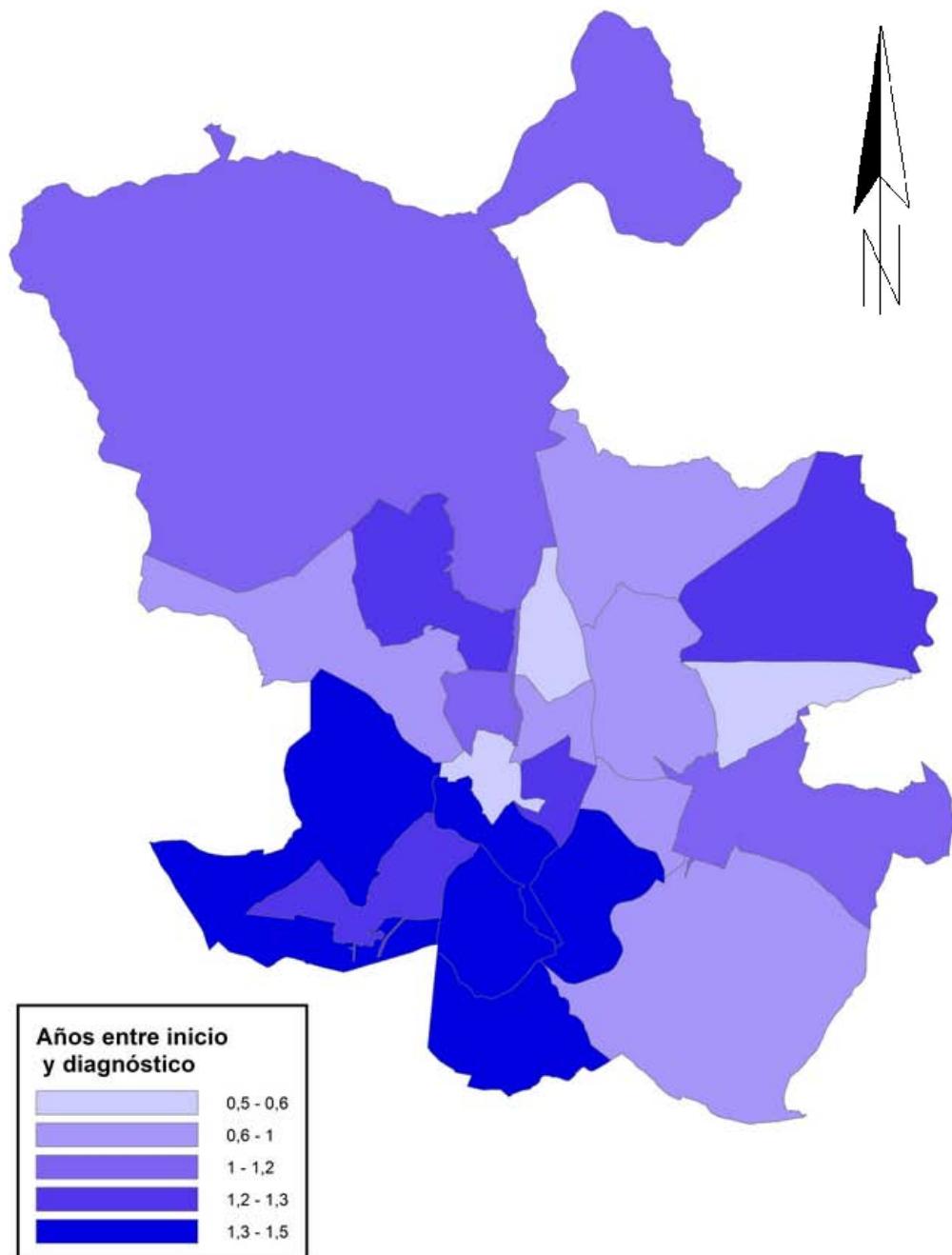


DISTRIBUCIÓN POR MUNICIPIO

Intervalo edad de inicio y edad de diagnóstico



DISTRIBUCIÓN POR DISTRITO Intervalo entre edad de inicio y edad de diagnóstico



Escala 1:200 000

Resultados de los mapas de intervalo entre edad de inicio y edad de diagnóstico

La media de este intervalo en la Comunidad Autónoma de Madrid es de 1 año y 4 meses.

Zonas

Las zonas con un intervalo mayor entre inicio y diagnóstico son **Sudeste Comunidad** y **Norte metropolitano** con 2 años y 4 meses y 2 años y 3 meses respectivamente, mientras que **Sierra Central** tiene un intervalo de 9 meses.

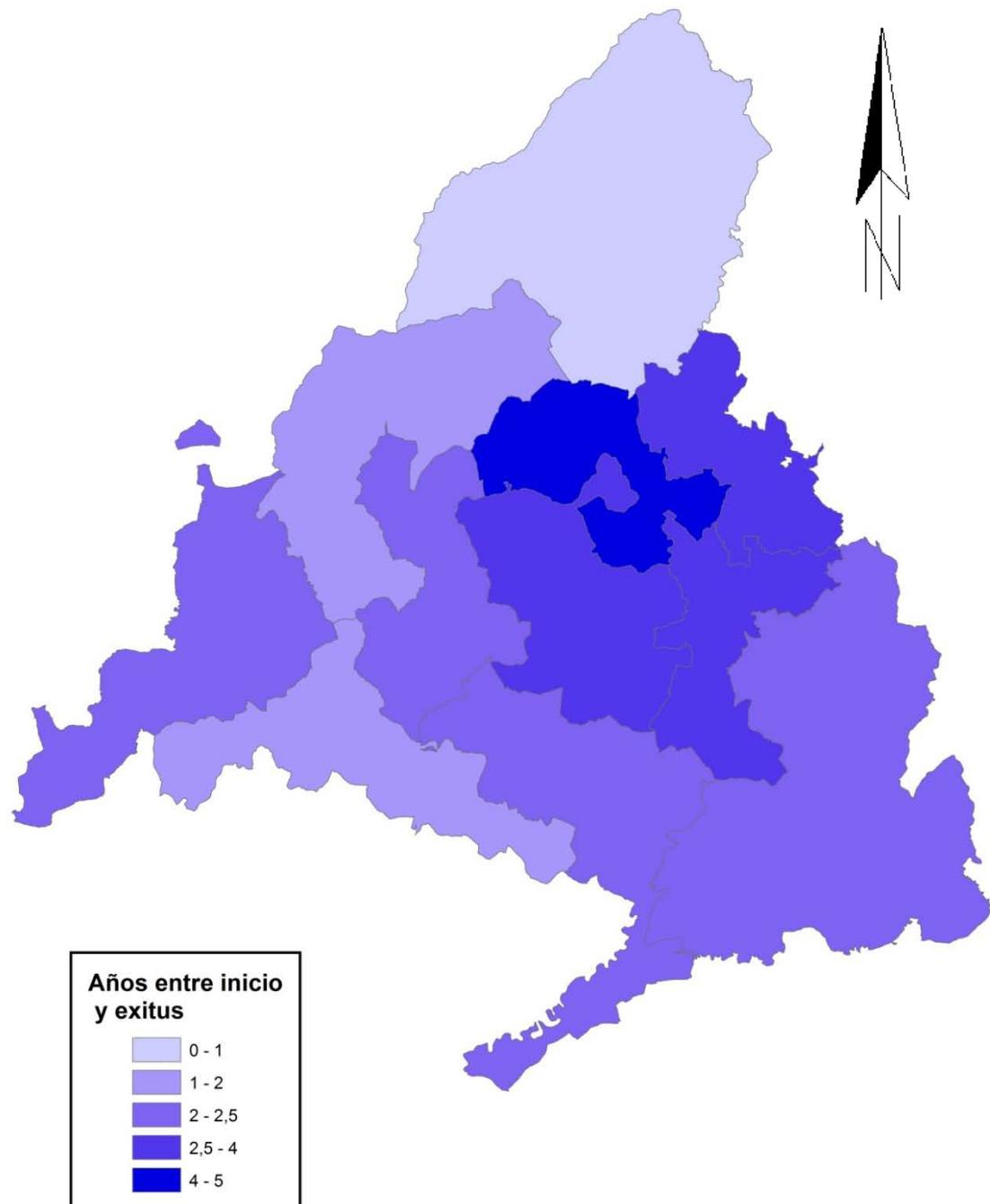
Municipio

Los municipios más representativos son **Aranjuez** con un intervalo de 3 años y **Paracuellos del Jarama** con un intervalo de 3 meses.

Distritos

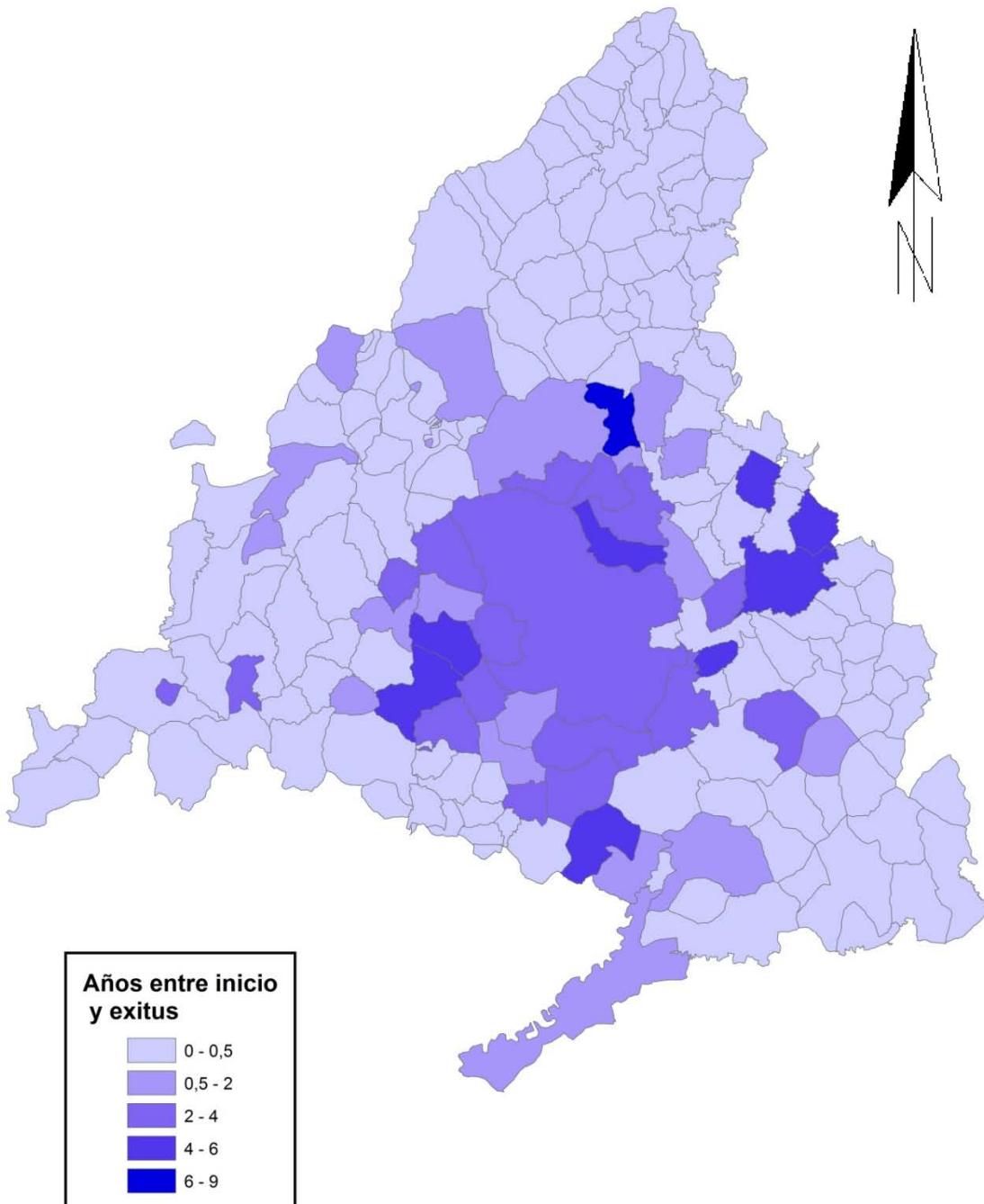
Los distritos con mayor intervalo son **Usera, Arganzuela y Villa de Vallecas** con 1 año y 5 meses. Los que tienen un intervalo menor son **Chamartín, Centro y San Blas** con 7 meses. Deducimos de este mapa que los distritos más pobres son los que tienen un intervalo mayor y los más ricos tienen un intervalo menor con la anomalía de **San Blas**.

DISTRIBUCIÓN POR ZONA ESTADÍSTICA Supervivencia media



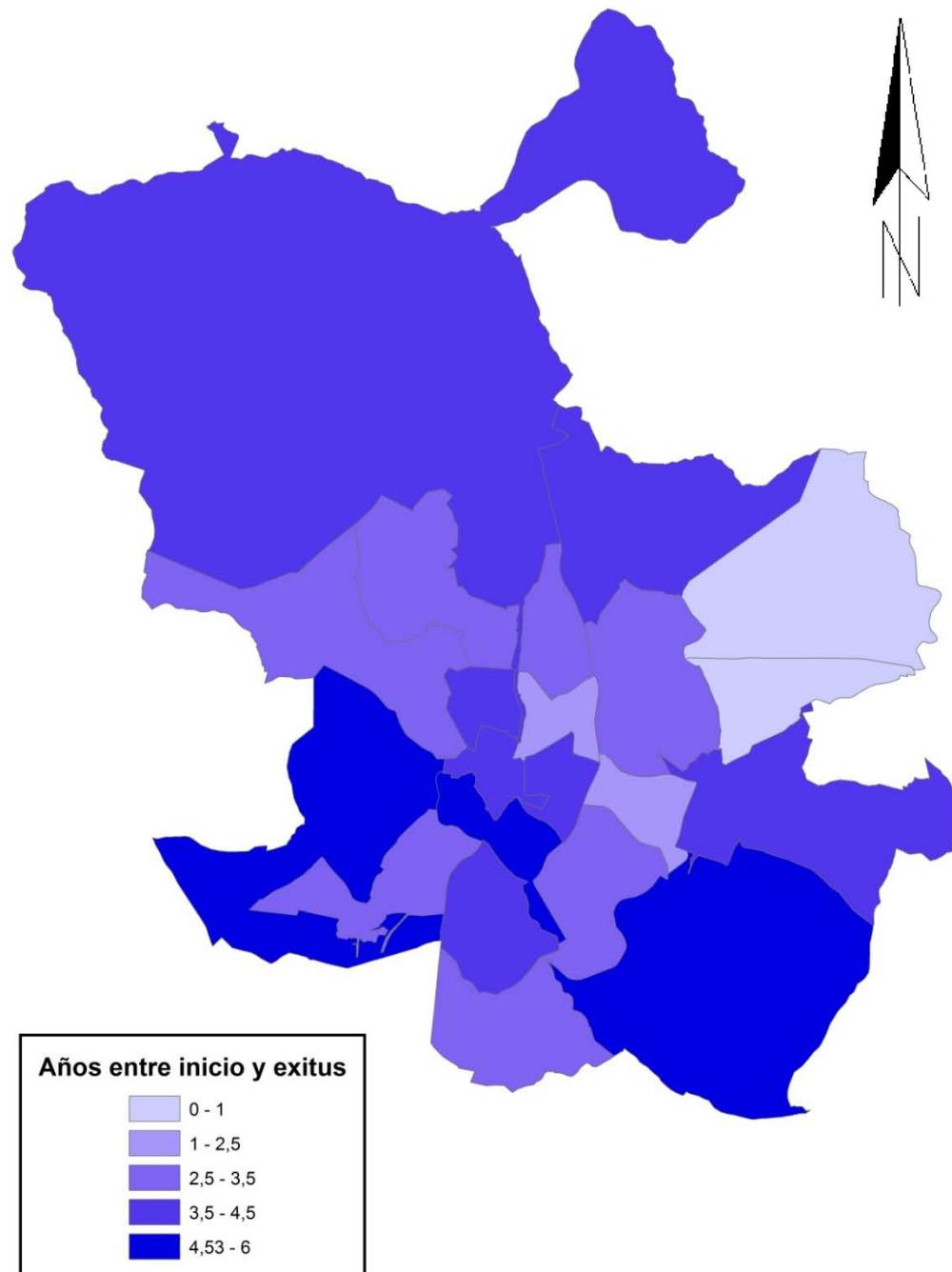
Escala 1:750 000

DISTRIBUCIÓN POR MUNICIPIO Supervivencia media



Escala 1:750 000

DISTRIBUCIÓN POR DISTRITO Supervivencia media



Escala 1:200 000

Resultado de los mapas de supervivencia

La media de la Comunidad Autónoma de Madrid son 3 años de intervalo entre inicio de la enfermedad y exitus.

Zonas

Destaca **Norte Metropolitano** por tener un intervalo de 4 años y 7 meses mientras que **Sierra Central** tiene un intervalo de 1 año y 5 meses. Destaca una vez más la zona de **Sierra Norte** por el hecho de no tener pacientes fallecidos.

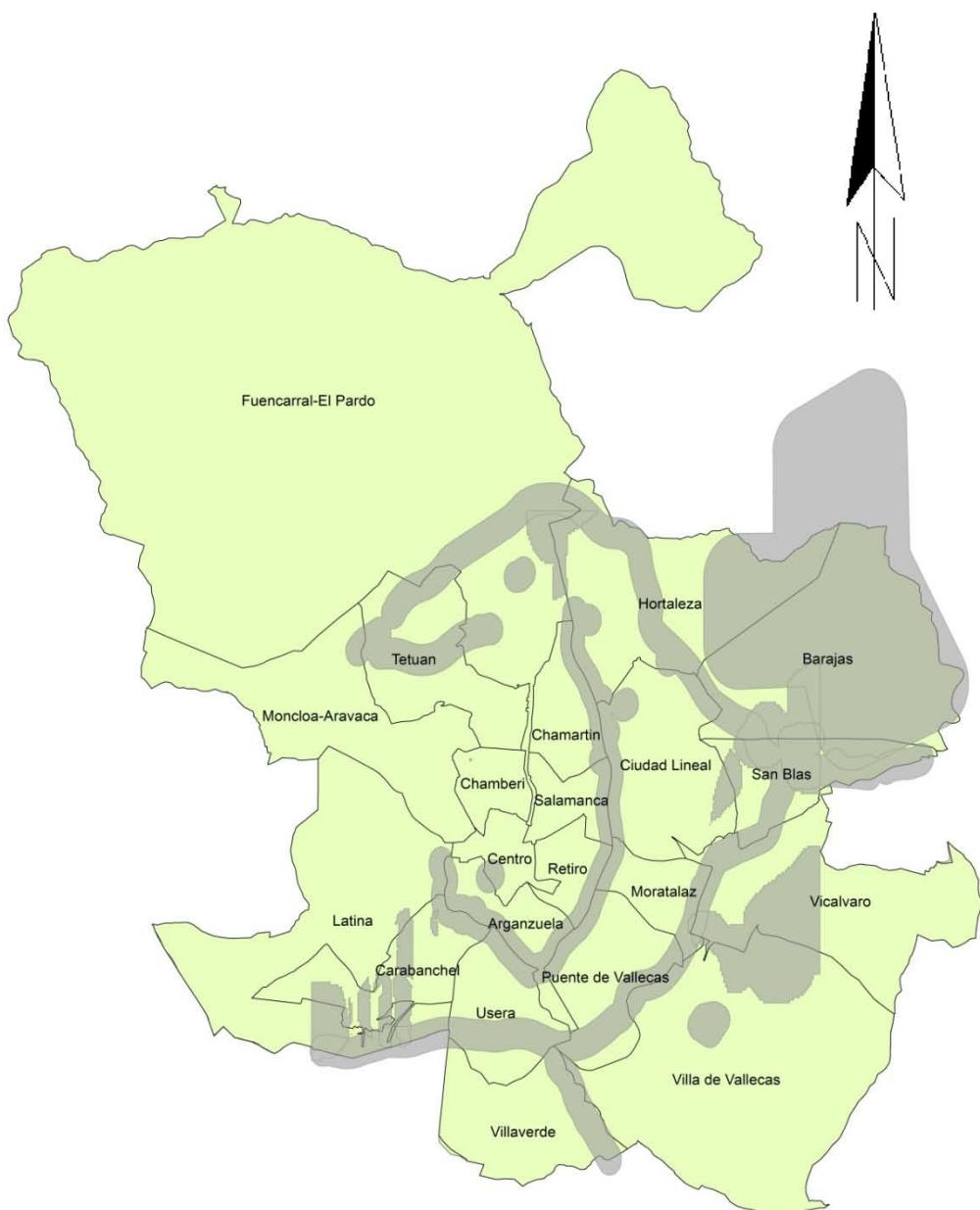
Municipios

De los municipios destaca **Alcobendas** con un intervalo de 5 años y 7 meses y **Soto del Real** con un intervalo de 6 meses.

Distritos

Destacan los distritos de **Latina** y **Arganzuela** con un intervalo de 5 años y 4 meses y 5 años respectivamente. Mientras que los distritos de **Barajas** y **San Blas** tienen un intervalo de 1 año cada uno.

ZONAS CON MAYOR CONTAMINACIÓN DEL AIRE



Leyenda

Zona de mayor contaminación

Escala 1:200 000

Resultado de estudio de mapa de zonas con mayor contaminación del aire

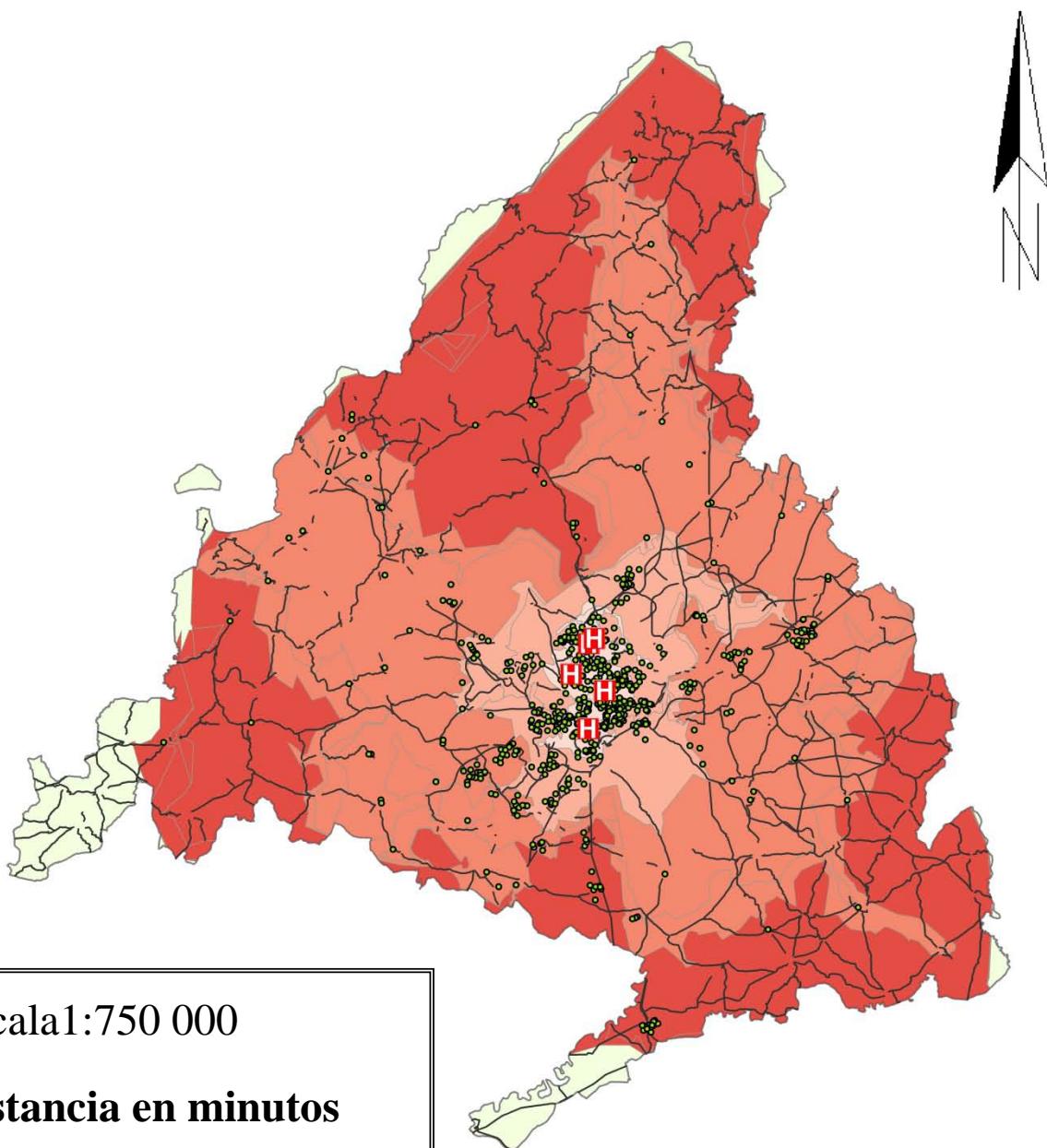
El número de pacientes del municipio de Madrid es de 388. Nuestra área de estudio contiene a 101 pacientes.

Siendo para el municipio de Madrid la relación entre hombre y mujeres de 1,16 hombres por cada mujer, para nuestra área de estudio es de 0,84 hombres por cada mujer.

De este dato podría deducirse que de algún modo la contaminación del aire podría afectar más a las mujeres que a los varones.

Haciendo un estudio de etnia, fenotipo, historia familiar y localización de inicio y comparando los resultados con los obtenidos para el municipio de Madrid, no se observan variaciones significativas. Por esto no podemos sacar ninguna conclusión sólida de que la contaminación afecte de alguna manera a los pacientes de ELA.

ÁREAS DE SERVICIO Hospitales con unidad de ELA



Escala 1:750 000

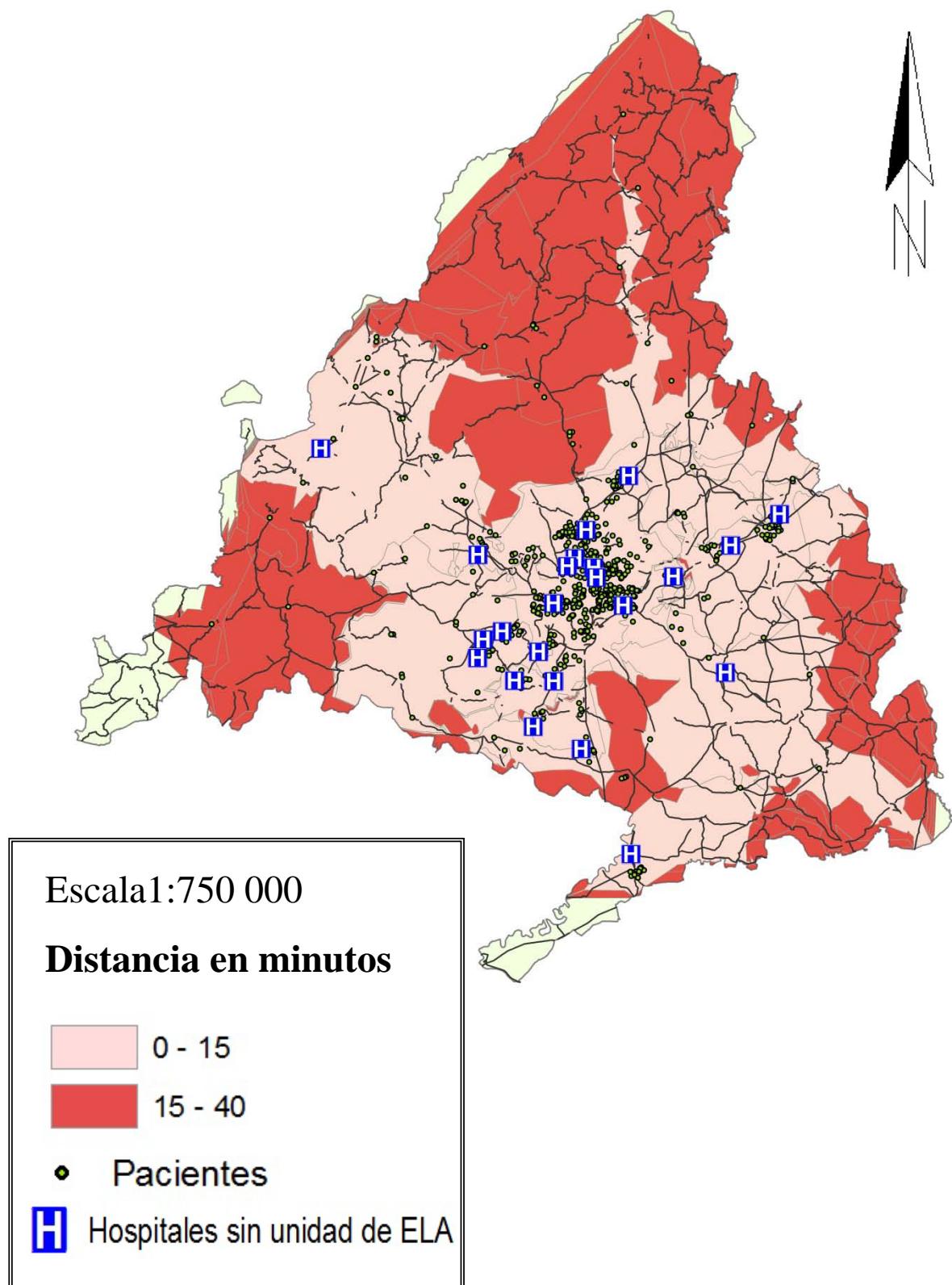
Distancia en minutos

- 0 - 5
- 5 - 15
- 15 - 30
- 30 - 50

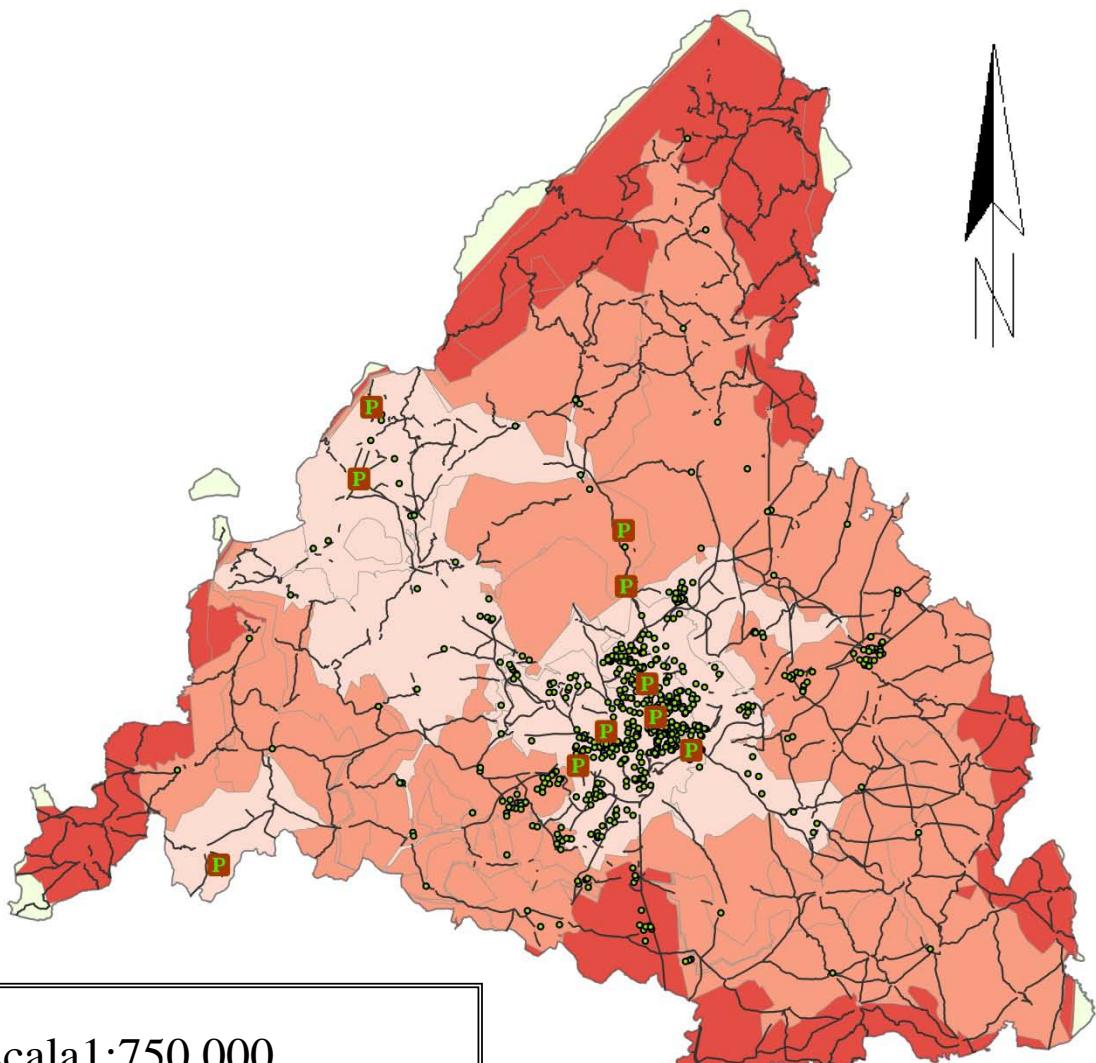
● Pacientes

H Hospitales con unidad de ELA

ÁREAS DE SERVICIO Hospitales sin unidad de ELA



ÁREAS DE SERVICIO Residencias de cuidados paliativos



Escala 1:750 000

Distancia en minutos

0 - 15

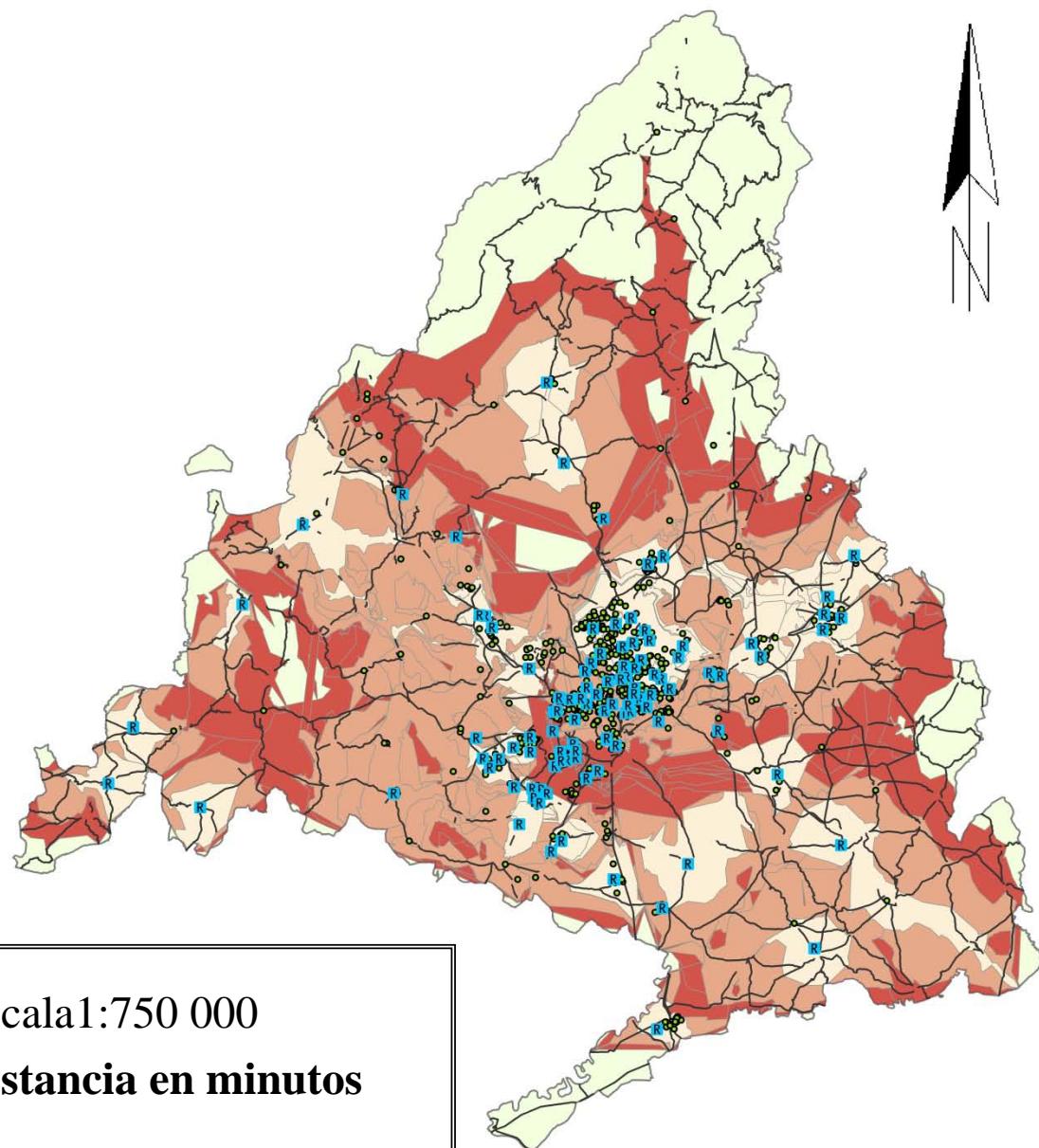
15 - 30

30 - 50

● Pacientes

■ Residencias de cuidados paliativos

ÁREAS DE SERVICIO Centros de rehabilitación

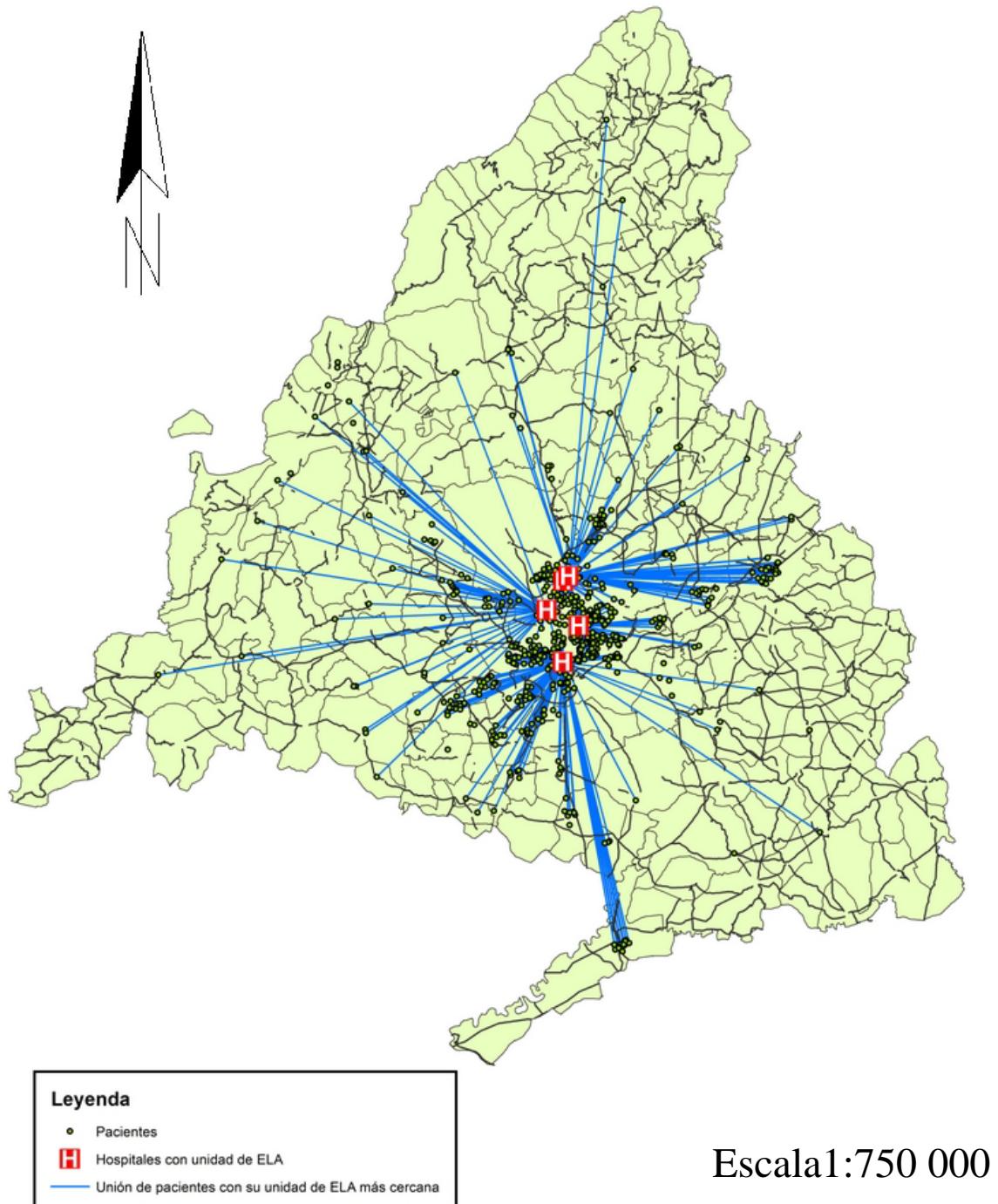


Escala 1:750 000
Distancia en minutos



- Pacientes
- Centros de rehabilitación

PACIENTES CON UNIDAD DE ELA MAL ASIGNADA



Resultados de los mapas de áreas de servicio

Todos los hospitales con unidad de ELA se encuentran en el municipio de Madrid o sus municipios colindantes, en esta zona es donde se encuentran la mayoría de los pacientes, por esto, casi todos están dentro de la zona entre 0 y 15 minutos de los hospitales. Por otra parte, a pesar de que los municipios de Coslada, Torrejón de Ardoz y Alcalá de Henares tienen un número significativo de pacientes, las unidades de ELA se encuentran a una distancia superior a los 15 minutos.

Es destacable el caso de Aranjuez, que a pesar de tener un número significativo de pacientes se encuentra a casi 50 minutos del hospital con unidad de ELA más cercana.

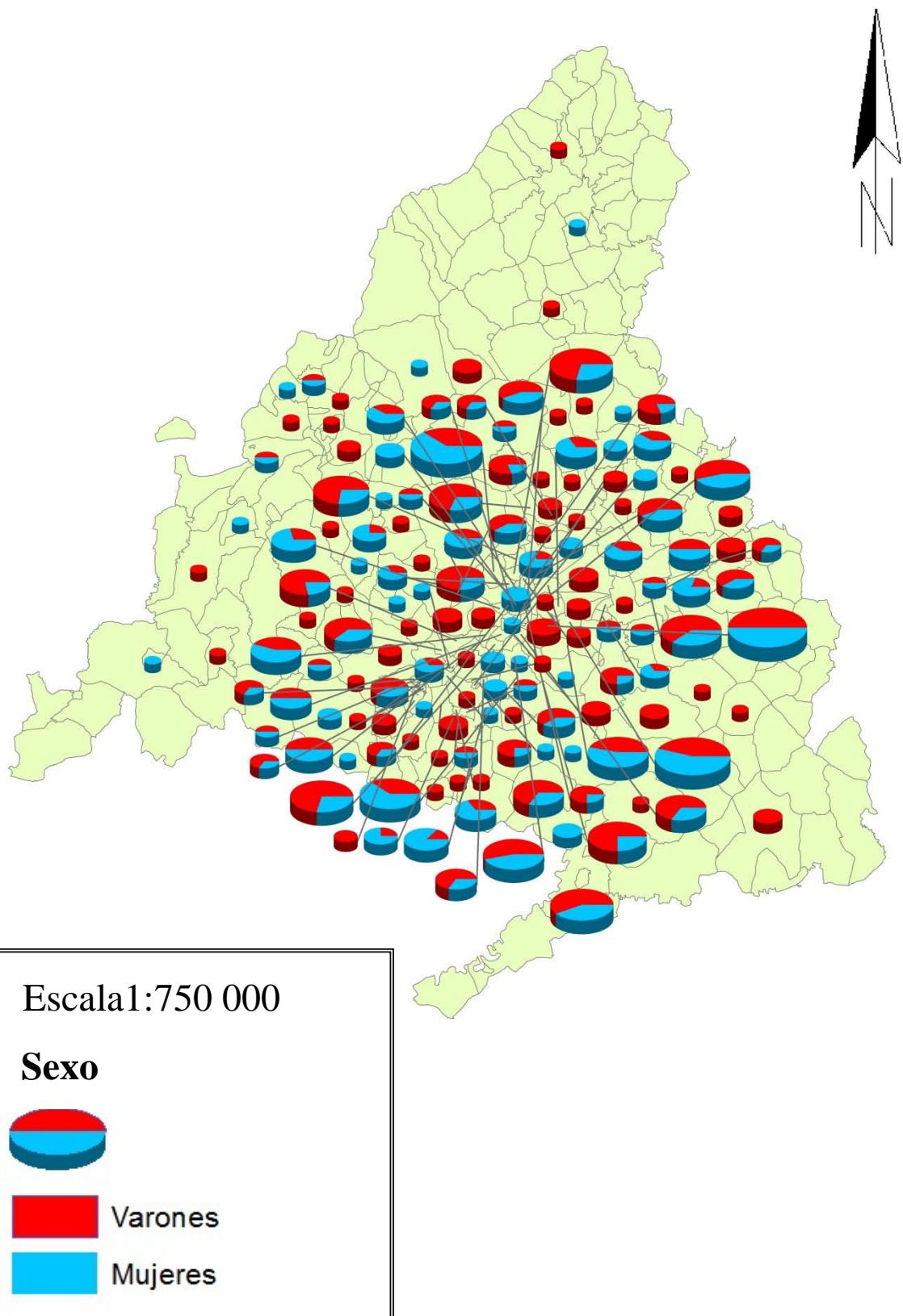
En el mapa de áreas de servicio de hospitales sin unidad de ELA se aprecia que prácticamente todos los pacientes se encuentran a menos de 15 minutos de su hospital más cercano exceptuando zonas de la sierra lejos de carreteras nacionales. Se podría mejorar la cobertura para los pacientes específicos de ELA si se establecieran unidades de ELA en el hospital de Aranjuez o en alguno de los hospitales del Corredor del Henares.

Con las residencias de paliativos ocurre lo mismo que con las unidades de ELA, casi todos los pacientes están dentro de la zona entre 0 y 15 minutos de los hospitales. Por otra parte, a pesar de que los municipios de Coslada, Torrejón de Ardoz y Alcalá de Henares tienen un número significativo de pacientes, se encuentran en una zona superior a 15 minutos de la residencia de paliativos más cercana. Destaca el caso de Aranjuez que se encuentra a casi 50 minutos de la residencia de paliativos más cercana.

Los centros de rehabilitación están tan distribuidos por la superficie de la comunidad de Madrid que todos los pacientes se encuentran a menos de 15 minutos de su centro de rehabilitación más cercano.

De la asignación del hospital con unidad de ELA más cercano a cada paciente se llega a la conclusión de que el 80% de los pacientes tienen una unidad de ELA asignada la cual no es la más cercana.

DISTRIBUCIÓN POR CÓDIGO POSTAL Sexo



Resultados de mapas de códigos postales

Los mapas de códigos postales resultan confusos dado el elevado número de códigos postales en un área reducida en la comunidad de Madrid. Por esto nos resulta imposible sacar resultados, dado que para un análisis tan minucioso se necesitaría una base de datos mucho más amplia para obtener resultados significativos.

Conclusiones Finales

En los análisis sobre las etnias y el nivel educativo, cabe destacar que un porcentaje grande de la base de datos está incompleta.

Hospital	Nº Pacientes	Porcentaje Etnia	Porcentaje Educación
H. 12 de Octubre	134	1,5 %	3 %
H. Carlos III	161	4,4 %	20 %
H. Clínico	65	9,2 %	24,6 %
H. Gregorio Marañón	212	20,75 %	11,8 %
H. La Paz	86	12,8 %	29 %

Tabla 7. Cantidad de pacientes sin especificar la etnia o el nivel educativo

En base a los análisis realizados anteriormente, aconsejamos realizar un análisis más exhaustivo y con una muestra mayor de pacientes en un futuro en los municipios de Paracuellos del Jarama, Aranjuez y Alcobendas tanto como en los distritos de Arganzuela, Centro y San Blas, dado que salen valores que se alejan de la media de la enfermedad en diferentes parámetros.

7. ESTUDIO ECONÓMICO

Cuadro económico

A continuación se muestra el coste económico que supone el proyecto realizado. Para ello hemos asignado valores presupuestarios aproximados.

Presupuesto		
Hardware		
Equipo Asus X59SL	600	euros
Equipo Intelcore i5-2320	600	euros
Total	1200	euros
Software		
Windows 7 Professional x 2	250	euros
Microsoft Office 2010 x 2	250	euros
Adobe Acrobat Professional x 2	500	euros
ArcGIS Desktop Advanced 10.0	21000	euros
Extensiones	15000	euros
Total	37000	euros
Mantenimiento		
Mantenimiento del hardware (10%)	120	euros
Mantenimiento del software (10%)	3700	euros
Total	3820	euros
Recursos Humanos		
Sueldo medio de un analista GIS	2000	euros/mes
Planificación del proyecto	5	días
Recopilación de datos necesarios para el proyecto	30	días
Evaluación, integración y homogenización de los datos	20	días
Geocodificación de las direcciones	20	días
Análisis espaciales	30	días
Redacción memoria	30	días
Total	135	días
	4.5	meses
Total (4,5*2000*2 personas)	18000	euros

Coste Final	60020	euros
Beneficio empresarial (15%)	9003	euros
IVA (21%)	1890.63	euros
Total Presupuesto	70913.63	euros

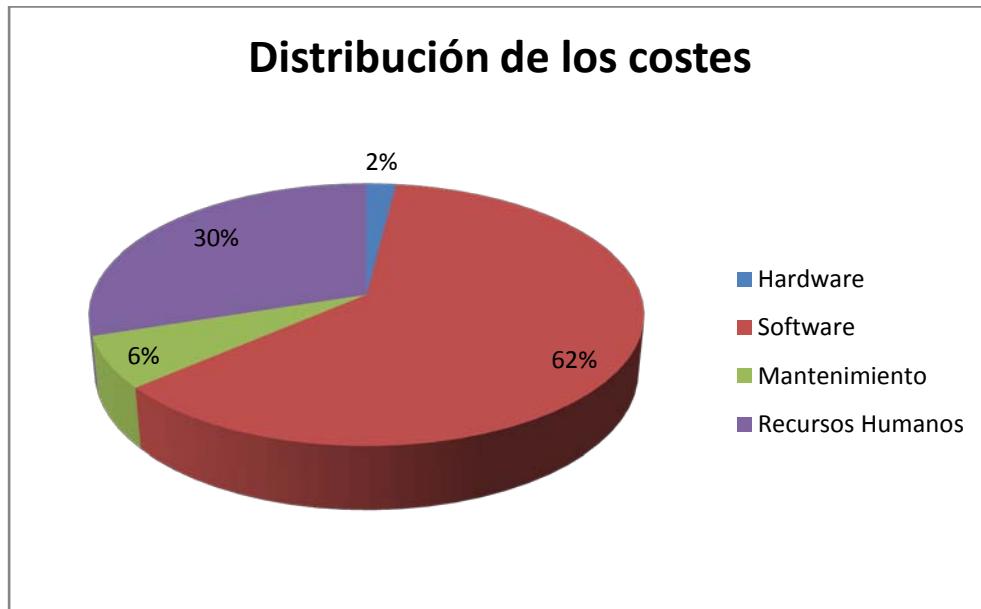


Figura 59. Distribución de los costes del proyecto

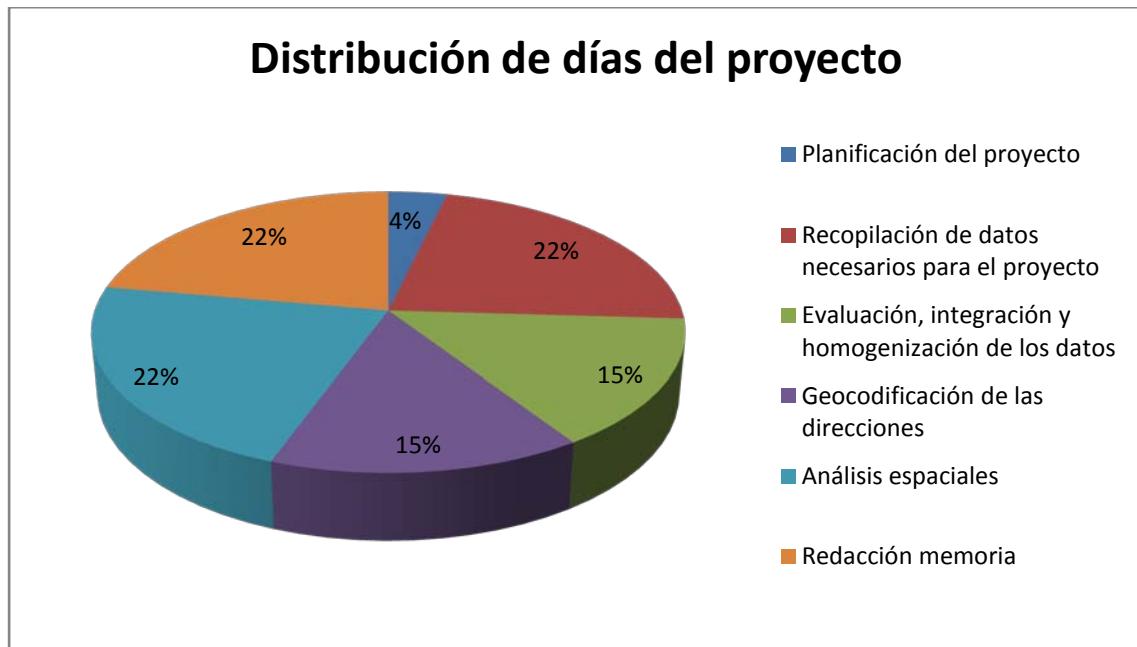


Figura 60. Distribución en días del proyecto

8. BIBLIOGRAFÍA

8. BIBLIOGRAFÍA

- AEBISCHER, Patrick y Ann C. KATO: «Combatir la esclerosis lateral amiotrófica», en revista Investigación y Ciencia, 376 (págs. 60-67), enero de 2008
- ESQUERDA COELL, Josep E.: «Esclerosis lateral amiotrófica», en revista Mente y Cerebro, 17 (págs. 83-92), 2006.
- Rodríguez de Rivera FJ, Grande M, García-Caballero J, Muñoz-Blanco JL, Mora J, Esteban J, Guerrero A, et.al. Desarrollo de una vía clínica para la atención a pacientes con esclerosis lateral amiotrófica en un ámbito regional. Red de Atención de ELA-Comunidad de Madrid. Neurología 2007;22:354-361
- Starfield B., Hospitales, Especialistas y Atención Primaria: las responsabilidades de cada uno en la atención a la salud de la poblacional. Fórum Catalán de Atención Primaria; Barcelona, 19 noviembre 2009
- Proyecto Fin de Carrera “SIG y Visor Web de energía solar y eólica. Aplicación práctica en el País Vasco”, Febrero 2013; Laura Alemany Gómez, Edurne Castell Marcos
- Proyecto Fin de Carrera “Desarrollo de un SIG para la gestión de los índices de actividad radiológica en aguas superficiales. Aplicación práctica en la cuenca hidrográfica del Tajo”, Diciembre de 2008; Fernando Pesquera González, José Ignacio Sánchez Pérez
- Determinación de áreas de influencia hospitalaria mediante análisis espaciales en SIG-vectorial: un aporte metodológico, 2004, Lic. Liliana Ramírez, Universidad Nacional del Nordeste
- Tutorial de Geocodificación, ESRI
- "Sistemas y Análisis de la información geográfica. Manual de autoaprendizaje con ArcGIS.", Autores: Rosa Cañada Torrecillas, Begoña Cervera Cruañes, Felipe Fernández García, Nuria Gómez García, Pedro Martínez Suárez, Antonio Moreno Jiménez, María Eugenia Prieto Flores, José Antonio Rodríguez Esteban y María Jesús Vidal Domínguez

Referencias de Internet

www.msc.es	Ministerio de Sanidad, Servicios Sociales e Igualdad
www.publicaciones-isb.org	Publicaciones de Salud
www.sepe.es	Servicio Público de Empleo Estatal

www.wikipedia.org	Wikipedia
www.madrid.org	Comunidad de Madrid
www.madrid.org/nomecalles	Nomenclátor oficial y callejero, Comunidad de Madrid
www.ine.es	Instituto Nacional de Estadística
www.madrid.es	Ayuntamiento de Madrid
www.um.es	Universidad de Murcia
www.mapasanitario.org	Universidad Autónoma de Barcelona
www.aecc.es	Asociación Española Contra el Cáncer
www.semg.es	Sociedad Española de Médicos Generales y de Familia
www.geogra.uah.es	Departamento de Geografía, Universidad de Alcalá
www.cartociudad.es	IGN CartoCiudad
www.aguaysig.com	Hidrología, ArcGIS y Agua subterránea

Geocodificación

<http://help.arcgis.com/es/arcgisdesktop/10.0/help/index.html#/002500000001000000>

Tutorial de geocodificación

<http://resources.arcgis.com/en/help/main/10.1/index.html#/002500000006000000>

Análisis espacial

<http://help.arcgis.com/es/arcgisdesktop/10.0/help/index.html#/na/005900000001000000/>

Tutorial de análisis espacial

<http://resources.arcgis.com/en/help/main/10.1/index.html#/00nt00000002000000>

Análisis geoestadístico

<http://help.arcgis.com/es/arcgisdesktop/10.0/help/index.html#/na/003100000001000000/>

Tutorial de análisis geoestadístico

<http://resources.arcgis.com/en/help/main/10.1/index.html#/0031000000nz000000>

Análisis de redes

[http://help.arcgis.com/es/arcgisdesktop/10.0/help/index.html#/na/004700000001000000/](http://help.arcgis.com/es/arcgisdesktop/10.0/help/index.html#/na/004700000001000000)

Tutorial de análisis de redes

<http://resources.arcgis.com/en/help/main/10.1/index.html#/00470000005r000000>