

# Plataforma para la Gestión de Datos Espaciales y su Aplicación en Gestión en el área Salud

Raquel Sosa

<sup>1</sup>Instituto de Computación – Facultad de Ingeniería – Universidad de la República  
Julio Herrera y Reissig 565 – Montevideo – Uruguay

raquels@fing.edu.uy

**Abstract.** *Different organisms generate spatial data. Health organizations have their own data that could be spacialized. Using these data together allows for spatial analysis to support health service management and planning. However, joint analysis of such data presents several challenges. This paper proposes mechanisms that facilitate joint data management to support access assessment and health service planning. Specifically, it proposes a platform, built using the Design Science Research approach, to generate the design and implementation iteratively. It will be evaluated through exchanges with health experts and technicians.*

**Resumo.** *Los datos espaciales son generados por diferentes organismos. Las organizaciones de salud tienen datos propios que pueden ser espacializados. Usar estos datos en conjunto permite realizar análisis espaciales para apoyar en la gestión y planificación de los servicios de salud. Sin embargo, el análisis conjunto de dichos datos presenta diferentes desafíos. Este trabajo busca proponer mecanismos que faciliten la gestión conjunta de datos, para brindar soporte a la evaluación de acceso y planificación de los servicios de salud. En particular, se propone una plataforma, construida siguiendo el enfoque Design Science Research, en forma iterativa para generar el diseño e implementación. Se evaluará mediante instancias de intercambio con expertos en salud y técnicos.*

## 1. Introducción

Los datos espaciales son generados usualmente por organismos y empresas que tienen competencia en esta tarea. En niveles oficiales de gobierno hay organismos que incluso tienen la obligación y competencia de generar y mantener dichos datos. Para la gestión de los datos espaciales a nivel de gobierno se crearon las Infraestructuras de Datos Espaciales (IDEs) [Bernabé Poveda and López Vázquez 2012][Shekhar et al. 2017], las cuales siguen lineamientos y estándares vinculados al área. Esto posibilita que organizaciones que no son productoras de datos espaciales puedan utilizarlos para optimizar sus operaciones de negocio a nivel territorial.

Muchas organizaciones, especialmente las de salud, tienen información relativa a personas (p. ej. usuarios, funcionarios, pacientes, clientes) que puede ser geolocalizada. En sus bases de datos se tiene generalmente la dirección de las personas, la cual puede ubicarse en un mapa. De esta forma, si bien esta información no es información espacial, decimos que es espacializable (i.e. puede ser transformada en información espacial).

Las organizaciones de salud ubican sus servicios en el territorio en el que trabajan de acuerdo a cierta lógica: hospitales de diferentes grados de complejidad en los servicios que brindan, hospitales especializados (por ejemplo en pediatría, traumatología) y servicios de primer nivel de atención como policlínicas (que pueden ubicarse en diferentes lugares para cubrir mejor el territorio en el que están los usuarios).

Como escenario motivador consideramos el Sistema Nacional Integrado de Salud (SNIS) de Uruguay. En este contexto, el Ministerio de Salud Pública (MSP)<sup>1</sup> establece las regulaciones, el programa Salud Digital<sup>2</sup> apoya al MSP en el uso de las TICs en el área salud y los Prestadores de Servicios de Salud son las instituciones que atienden directamente a la población. Salud Digital también lidera la iniciativa de la Historia Clínica Electrónica Nacional (HCEN)<sup>3</sup>. Los prestadores de servicios de salud en general se ubican en un área a la que brindan atención (la mayoría trabaja en un solo Departamento). Dentro de los prestadores se destaca ASSE (Administración de Servicios de Salud del Estado)<sup>4</sup> que es el único que tiene cobertura en todo el país. ASSE es un servicio público y es el que tiene la mayor cantidad de usuarios<sup>5</sup>. Como dato de referencia, a fines de 2019 (último dato publicado) contaba con 1.361.467 usuarios. Adicionalmente la Universidad de la República cuenta con el Hospital Universitario<sup>6</sup> que, si bien no está integrado al SNIS como un prestador, a través de un convenio con ASSE atiende a sus usuarios.

En este escenario, resulta de interés realizar análisis espaciales, por ejemplo, para saber y visualizar cuántos usuarios están dentro de un radio dado de las policlínicas o cuántos usuarios están a menos de media hora de una puerta de emergencia. Sin embargo, para poder realizar estos análisis se necesita poder convertir la información de las organizaciones en información espacial, para luego poder realizar su análisis en conjunto con datos espaciales de propósito general. Dicha conversión requiere que los datos de las organizaciones sean gestionados de forma de contribuir a su calidad con el fin de lograr análisis lo más confiables posible. Asimismo, dado que las instituciones de salud no son generadoras de datos espaciales de propósito general, se necesita seleccionar y gestionar datos espaciales externos.

Sin embargo, el análisis conjunto de dichos datos presenta desafíos en términos del procesamiento de datos espacializables, la gestión de la calidad de ambos tipos de datos y su análisis espacial conjunto. El problema de investigación consiste entonces en definir mecanismos que aborden estos desafíos en un ambiente homogéneo e integrado, apuntando a facilitar las tareas de análisis espacial para la evaluación y planificación de servicios de salud.

Este trabajo propone la plataforma denominada DAMRESP (DAta Management for HealthcaRE Spatial Planning) que apoya en la gestión conjunta de datos espaciales provistos por terceros y datos propios de las organizaciones, con el fin de posibilitar su utilización en análisis espaciales de interés para las organizaciones. La propuesta se centra en el área de la salud y, en particular, en la evaluación del acceso a los servicios de

---

<sup>1</sup><http://https://www.gub.uy/ministerio-salud-publica/>

<sup>2</sup><https://www.gub.uy/agencia-gobierno-electronico-sociedad-informacion-conocimiento/saluduy>

<sup>3</sup><https://www.gub.uy/agencia-gobierno-electronico-sociedad-informacion-conocimiento/node/312>

<sup>4</sup><https://www.asse.com.uy/>

<sup>5</sup>Cant. Usuarios ASSE hasta 2019 - <https://www.asse.com.uy/contenido/Datos-Usuarios-ASSE-6604>

<sup>6</sup>Hospital de Clínicas - <https://www.hc.edu.uy/>

salud por parte de los usuarios y en la planificación de dichos servicios. Para la construcción de la plataforma se está utilizando una metodología basada en Design Research Science, siguiendo un proceso iterativo para el desarrollo sucesivo de los componentes de la plataforma.

DAMRESP incluye componentes que abordan los principales desafíos de esta gestión conjunta de información: procesar datos espacializables, gestionar la calidad de ambos tipos de datos y realizar análisis espaciales. Los resultados esperados del trabajo son el diseño e implementación de la plataforma DAMRESP, guías de uso de sus componentes, y un caso de estudio en el área de salud, que constituye un escenario de referencia mostrando cómo utilizar la plataforma.

La evaluación de la plataforma se realizará mediante distintos tipos de instancias intercambio con organizaciones de salud de Uruguay. En particular, se planea realizar entrevistas con referentes de las organizaciones de salud, así como grupos focales y talleres con usuarios analistas.

El resto del trabajo se organiza de la siguiente manera. En la Sección 2 se detallan las preguntas y objetivos de investigación. En la Sección 3 se analiza conocimiento existente en el área. En la Sección 4 se presenta un esbozo de la metodología que se está siguiendo. En la Sección 5 se expone la solución propuesta y en la Sección 6 se presentan las conclusiones del trabajo y los próximos pasos.

## **2. Preguntas y Objetivos de Investigación**

Se plantea como pregunta principal de investigación la siguiente:

¿Cómo facilitar la gestión de datos empresariales espacializables y datos espaciales en una organización de salud, para que de forma conjunta posibiliten evaluar y planificar el acceso a los servicios que brinda?

En base a esta pregunta principal se definen las siguientes preguntas de investigación específicas, que buscan abordar los siguientes desafíos: espacializar datos de las organizaciones (i.e. empresariales), gestionar datos de las organizaciones y datos espaciales de forma conjunta, permitir el diseño de análisis espaciales, y diseñar análisis que permitan la evaluación y planificación del acceso a los servicios de salud.

- RQ1 - ¿Cómo espacializar datos empresariales?
- RQ2 - ¿Cómo gestionar datos espaciales externos y datos de la organización en forma conjunta?
- RQ3 - ¿Cómo posibilitar el diseño de análisis espaciales de datos empresariales espacializables y datos espaciales?
- RQ4 - ¿Qué iniciativas existen vinculadas a las preguntas de investigación anteriores?
- RQ5 - ¿Cuáles son los análisis de uso más relevante para la evaluación y planificación de servicios de Salud?
- RQ6 - ¿Qué componentes pueden facilitar estas tareas para trabajar con los datos?

En línea con estas preguntas de investigación, el objetivo de este trabajo es definir una plataforma que guíe a una organización del área de salud en la utilización de sus datos y datos espaciales externos, con el fin de evaluar el acceso de los usuarios a los servicios

de salud y planificar la gestión futura de dichos servicios. En particular, se busca que la plataforma provea las guías como procesos a seguir y que brinde también herramientas para asistir dichos procesos.

### 3. Conocimiento Actual

Se han estudiado diferentes aplicaciones de tecnologías GIS (Sistemas de Información Geográfica) en el área de salud. En general se distinguen las aplicaciones de tiempo real (p. ej. ruteo de ambulancias, seguimiento epidemiológico) y las aplicaciones de análisis que permiten evaluar el acceso y planificar la evolución de los servicios de salud [Jijón et al. 2022] [Ebube Jones 2023] [Latorre et al. 2024]. En este segundo grupo es interesante poder responder preguntas tales como: "¿todos los usuarios tienen acceso a los servicios de salud?, ¿cuántos niños viven en un determinado radio de una policlínica que brinda consultas pediátricas?, ¿existen usuarios que quedan fuera del área de cobertura de determinados servicios?"

En los trabajos analizados, aunque hay un gran desarrollo de métodos analíticos, un gran desafío son los problemas de la calidad de los datos [Khashoggi and Murad 2020] para poder aplicar esos métodos. Por ejemplo, los datos de los usuarios en general se basan en direcciones, pero los procesos de geocodificación tienen un bajo índice de efectividad, con lo que se podrían terminar realizando los análisis con menos de la mitad de los usuarios reales (incluso podría haber un sesgo porque la población con menos recursos en general no tiene direcciones formales).

En el área de gestión de datos espaciales hay muchos trabajos orientados a las IDEs que apuntan a organismos de gobierno de diferentes niveles, que son los generadores de dichos datos. También hay normas específicas de calidad de datos espaciales que tienen un énfasis en el componente geométrico [Breunig et al. 2020]. Por otro lado hay estándares y propuestas de gestión de datos empresariales y calidad de datos que están orientados a datos alfanuméricos tradicionales de las organizaciones (p. ej. DAMA<sup>7</sup>, ISO<sup>8</sup>, normas AENOR<sup>9</sup>).

En Uruguay, la AGESIC propone un Modelo de Referencia de Calidad de Datos [AGESIC 2020] que incluye dimensiones y factores tanto para datos alfanuméricos como datos espaciales. Aunque es un trabajo que considera ambos tipos de datos no apunta al análisis espacial de los datos.

En resumen, a nuestro leal saber y entender no hay propuestas para facilitar la gestión conjunta de datos espaciales y espacializables de las organizaciones, con el fin de que organizaciones de salud puedan realizar análisis espaciales de su interés. Este trabajo propone brindar un marco integrado considerando las normas de ambos tipos de datos y proveyendo herramientas concretas que ayuden en dicha gestión para lograr atender las consultas mencionadas al comienzo de esta sección. Por ejemplo, para atacar el problema de las direcciones informales se desarrolló la herramienta GISO que prevee asistir en la georreferenciación manual cuando no se encuentra la dirección en forma automática (además de tener la capacidad de usar varios servicios de georeferenciación).

---

<sup>7</sup><http://www.dama.org>

<sup>8</sup><https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:8000:-1:ed-1:v1:en>

<sup>9</sup><https://tienda.aenor.com/norma-une-especificacion-une-0080-2023-n0071383>

## 4. Metodología de Investigación

Este trabajo sigue una metodología de investigación basada en el paradigma de Design Science Research [Hevner et al. 2004][Schoormann et al. 2023]. Se busca resolver un problema de la realidad basándose en el desarrollo de artefactos que ayuden a proveer una solución y su evaluación. Estos artefactos pueden ser tanto especificaciones de procesos como piezas de software. A su vez el trabajo se desarrolla considerando un escenario motivador como guía de la realidad sobre la que se aplicará la solución para evaluarla. Se plantea un trabajo iterativo para ir abordando sucesivamente las preguntas de investigación y con la evaluación de los artefactos ir retroalimentando el diseño general.



**Figura 1. Proceso de Investigación basado en DSR**

En la Figura 1 se muestra el proceso seguido en cada iteración, dónde las flechas indican la secuencia de las actividades a realizar (y la iteración). El relevamiento consiste en el análisis de conocimiento existente (utilizando diferentes técnicas de análisis bibliográfico como rapid reviews y mapping study [Budgen et al. 2008] [Kitchenham and Charters 2007][Cartaxo et al. 2020] y en el análisis de las necesidades del escenario planteado. Luego de esta etapa se diseñan artefactos que aborden estas necesidades, para luego desarrollarlos y finalmente evaluarlos. De acuerdo al tipo de artefacto se aplican tanto técnicas de validación de software como técnicas más cualitativas para su evaluación. En el caso de los artefactos que involucran la definición de procesos se espera trabajar tanto con expertos del área salud como con técnicos del área informática que apliquen dichos procesos a sus propios datos. También se prevee la Comunicación de este trabajo a través de publicaciones en ámbitos tanto académicos como de la industria y gobierno.

## 5. Solución Propuesta

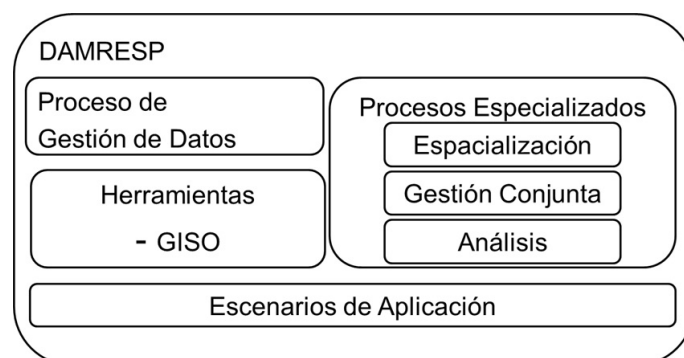
La solución propuesta se guía por un Escenario Motivador que define algunas de las situaciones a las que se busca dar respuesta. Este escenario se inspira en el sistema de salud de Uruguay, considerando tanto a ASSE por ser el mayor prestador de servicios de salud como a otros prestadores con menor cantidad de usuarios o localizados en algunas zonas más acotadas. Es de destacar que ASSE al ser un servicio público atiende a la población económicamente más vulnerable y atiende a población tanto urbana como de zonas periféricas y rurales. Dicha solución se propone como un Plataforma que comprende varios componentes que se presentan en las siguientes subsecciones.

### 5.1. Plataforma Propuesta

Teniendo en cuenta el escenario motivador presentado en la Sección 1 (i.e. sistema de salud de Uruguay), se considera la posición y capacidades de una organización prestadora de servicios de salud. Dichas organizaciones poseen sus propios sistemas HIS (Health Information Systems) y se integran a HCEN para tener completo acceso a los datos clínicos

de sus usuarios. Sin embargo, estas organizaciones no son generadoras de datos espaciales.

Por esto, se propone una plataforma que guíe a estas organizaciones en la gestión propia de datos espaciales externos para usarlos en conjunto con sus datos espacializables, con el fin de que puedan realizar análisis espaciales orientados a la evaluación del acceso a los servicios de salud y la planificación. Un esquema general de la Plataforma se muestra en la Figura 2.



**Figura 2. Esquema General de la Plataforma DAMRESP**

La Plataforma se compone de un Proceso de Gestión de Datos que contempla el ciclo de vida de ambos tipos de datos dentro de la organización. A su vez se consideran algunos procesos especializados:

- Espacialización - es el proceso que guía la transformación de los datos de la organización en datos espaciales a través de la geocodificación.
- Gestión Conjunta - es el proceso que permite gestionar conjuntamente aspectos de ambos tipos de datos, por ejemplo, la calidad.
- Análisis - es el proceso que guía el análisis espacial de ambos tipos de datos en conjunto.

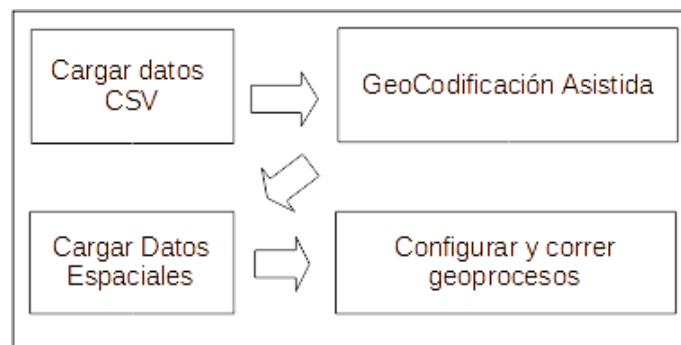
El desarrollo y refinamiento de los diferentes procesos de la Plataforma genera el desarrollo de herramientas que brindan soporte a dichos procesos. Actualmente ya se cuenta con una herramienta llamada GISO que apoya en la espacialización de datos alfanuméricos y algunos ejemplos básicos de análisis espacial.

Los Escenarios de Aplicación (incluyendo el escenario motivador) apuntan a brindar escenarios de referencia que muestren la forma en la que se puede utilizar la plataforma y faciliten su adopción.

## **5.2. Herramienta GISO**

Esta herramienta, pensada para un usuario no especialista GIS, provee cuatro funcionalidades principales que se muestran en la Figura 3. Dichas funciones se deberían usar siguiendo las flechas como pasos, pero se puede iterar en el uso de dichas funcionalidades.

- Carga de datos de la organización en formato CSV - dichos datos pueden ser de usuarios, policlínicas o cualquier elemento que posea una dirección y puede incluir otros datos alfanuméricos como datos personales (género, edad) o datos clínicos (enfermedades crónicas, condiciones especiales).



**Figura 3. Funciones Herramienta GISO**

- Geocodificación de los datos CSV - se usan servicios externos para la geocodificación y para los casos en que no se puede identificar una ubicación se le provee al usuario una interfaz gráfica para la geocodificación manual.
- Carga de Datos Espaciales - datos externos que se usan para contextualizar el análisis espacial (por ejemplo calles, ciudades, barrios, límites administrativos)
- Configuración y ejecución de Geoprocetos - se brinda una interfaz gráfica de mapas en la que se puede definir operaciones espaciales (distancia, intersecciones, áreas) y también se pueden realizar filtros por atributos alfanuméricos (por ejemplo: género de los usuarios, rangos de edades, embarazadas)

Esta herramienta fue usada con datos reales de direcciones y con datos simulados del dominio de salud para su validación. Usando dos servicios externos de georeferenciación se logró un 60% de éxito para direcciones de la forma "calle esq. calle" o "ruta km". Dado que la herramienta cuenta con un asistente visual, el usuario puede realizar la georeferenciación manual para las direcciones restantes. Tanto el diseño de la herramienta, su implementación como su validación técnica fueron presentados en un trabajo previo [Sosa et al. 2024]. En los siguientes pasos se prevee una validación a través de talleres con usuarios para evaluar la facilidad de uso y realizarlo con un mayor volumen de datos reales.

## 6. Conclusiones y Próximos pasos

Esta propuesta busca que se pueda trabajar integradamente con datos de las organizaciones y datos espaciales, desde el punto de vista de una organización de salud que no es generadora de datos espaciales, pero que puede hacer uso de los mismos para evaluar y planificar sus servicios. La solución propuesta integra metodología con herramientas prácticas que apuntan a simplificar tanto la gestión de los datos como de su calidad.

El trabajo de doctorado cuenta con una publicación en una conferencia regional que abarca un estudio inicial del proceso de espacialización, parte del Escenario Motivador y la herramienta GISO, incluyendo algunos Procesos de Análisis [Sosa et al. 2024]. Se ha trabajado en relevamientos iniciales en los temas de gestión de datos y calidad de datos. Los próximos pasos apuntan a trabajar en el refinamiento de los componentes de la Plataforma DAMRESP.

## 7. Disponibilidad de Artefactos

El código fuente y la documentación de la herramienta GISO están disponibles en: <https://gitlab.fing.edu.uy/open-lins/giso>

El código y documentación son publicados bajo una licencia CC BY-NC-ND 4.0.

## Referências

- AGESIC (2020). Marco de trabajo para la gestión de calidad de datos en gobierno digital. Technical report, Agencia de Gobierno Electrónico y Sociedad de la Información y del Conocimiento.
- Bernabé Poveda, M. A. and López Vázquez, C. M. (2012). *Fundamentos de las Infraestructuras de Datos Espaciales*. UPM Press.
- Breunig, M., Bradley, P. E., Jahn, M., Kuper, P., Mazroob, N., Rösch, N., Al-Doori, M., Stefanakis, E., and Jadidi, M. (2020). Geospatial data management research: Progress and future directions. *International Journal of Geo-Information* 9(2):95.
- Budgen, D., Turner, M., Brereton, P., and Kitchenham, B. A. (2008). Using mapping studies in software engineering. In *PPIG*, volume 8, pages 195–204.
- Cartaxo, B., Pinto, G., and Soares, S. (2020). *Rapid Reviews in Software Engineering*, pages 357–384. Springer International Publishing.
- Ebube Jones, S. (2023). The applications of geographic information systems (gis) in public health. *Journal of Applied Geographical Studies*, Vol. 3, Issue No.1:1–14. <https://doi.org/10.47941/jags.1620>.
- Hevner, A. R., March, S. T., Park, J., and Ram, S. (2004). Design science in information systems research. *MIS Q.*, 28(1):75–105.
- Jijón, A. F., Costa, R., Nicova, K., and Furnari, G. (2022). Review of the use of gis in public health and food safety. Technical report, European Food Safety Authority (EFSA). DOI:10.2903/sp.efsa.2022.EN-7639.
- Khashoggi, B. F. and Murad, A. (2020). Issues of healthcare planning and gis: a review. *International Journal of Geo-Information* 9(6), 352. <https://doi.org/10.3390/ijgi9060352>.
- Kitchenham, B. and Charters, S. (2007). Guidelines for performing systematic literature reviews in software engineering. Technical report, Keele University, University of Durham.
- Latorre, L., Rego, E., and Leo, L. D. (2024). Reporte técnico: Gis. Technical report, Banco Interamericano de Desarrollo. DOI: <http://dx.doi.org/10.18235/0013017>.
- Schoormann, T., Möller, F., Di Maria, M., and Große, N. (2023). Guiding design principle projects: A canvas for young design science researchers. *Journal of Information Systems Education*, 34(3), pages 307–325.
- Shekhar, S., Xiong, H., and Zhou, X. (2017). *Encyclopedia of GIS*. Springer Cham.
- Sosa, R., Rienzi, B., González, L., Cortés, J., Sediey, V., and Segura, V. (2024). Towards a platform for assisted geocoding and geoanalysis: the case of health information. In *IEEE URUCON 2024 Proceedings*. inPress.