

XI

CONFERENCIA Y ASAMBLEA ANUAL

de la Red Interamericana
de Catastro y Registro
de la Propiedad

LIMA 2025

#CONFCAT25



Catastro Multipropósito y Resiliencia Urbana: Mitigando Riesgos en Ciudades mediante Plataformas Digitales.

MSc. GIS Bárbara Constantinidis Migoya
UNIGIS América Latina, Coordinadora Hub Regional
Centroamérica y El Caribe y Hub Argentina.



El Proyecto se realizó en colaboración con el
Agr. Martín Ibarra, Director General de Catastro
de la Agencia de Recaudación Fueguina (AREF).



Investigación aplicada en Argentina

Colaboración Gobierno – Academia



Enfoque – geotecnológico global



SOCIEDAD FUTURA

Laboratorio Virtual para la
Investigación de Eventos Naturales

Grupo de Observación de la Tierra Red AmeriGEO de
Laboratorios de Observación de la Tierra Para la
Reducción del Riesgo de Desastres

Alianza multiactor

Tecnologías
espaciales para la
resiliencia urbana:

Catastro multifinalitario
con enfoque en gestión
de riesgos climáticos

Propósito

Enfoques innovadores que contribuyen a una gestión eficiente del territorio

Adaptación de la norma ISO LADM 19152 con énfasis en un modelo de gestión de riesgos

ICU Investigación, Ciencia y Universidad ISSN 2525-1783 UNIVERSIDAD MAZA

Actual Archivos Acerca de Políticas Envíos Publish Contacto Próximos números Revistas de la UMaza

Inicio / Archivos / Vol. 9 Núm. 13 (2025): Nº13 - Revista ICU, Investigación, Ciencia y Universidad (ICU) / Artículo completo

Marco Integrado de Información Geoespacial para la Gestión Sostenible del Catastro Multipropósito: Modelo de Evaluación SIG para Argentina, nivel provincial.
Integrated Geospatial Information Framework for the Sustainable Management of the Multipurpose Cadastre: GIS Evaluation Model for Argentina, provincial level

Bárbara Rita Constantinidis Migoya
Universidad Rovira i Virgili, Facultad Turismo y Geografía, Programa Doctoral en Ciudad, Territorio y Planificación Sostenible, España

DOI: <https://doi.org/10.59872/icu.v9i13.538>

Palabras clave: Catastro Multipropósito, Geo-tecnologías, Estándares, Interoperabilidad, Sistema de Información Geoespacial

Enviar un artículo

Información
Para lectores/as
Para autores/as
Para bibliotecarios/as

Indizada en
latindex
catálogo

Constantinidis, B (2025). Marco Integrado de Información Geoespacial para la Gestión Sostenible del Catastro Multipropósito: (ICU), <http://revistas.umaza.edu.ar/index.php/icu/index>. Mendoza, Argentina.

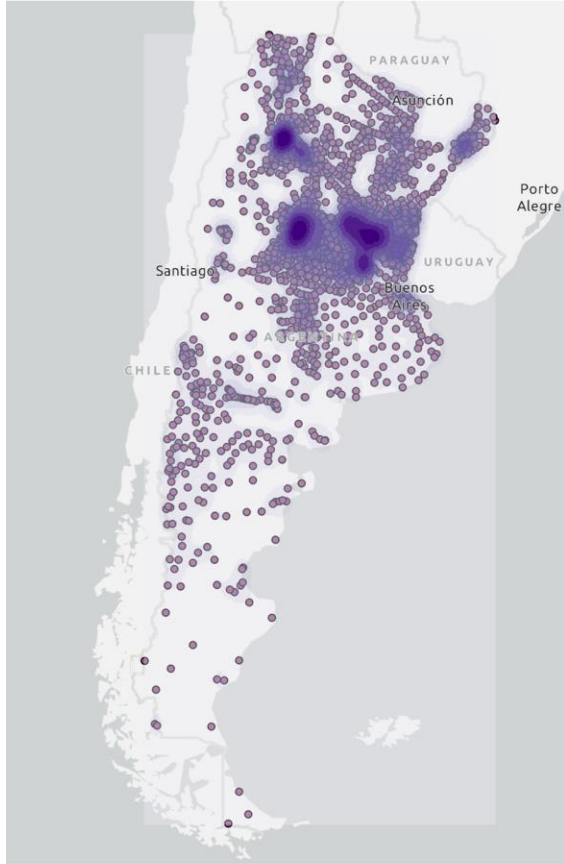
Marco Teórico



UN-GGIM. (2019). A Framework on effective Land Administration. July. <http://ggim.un.org/meetings/GGIM-committee/>

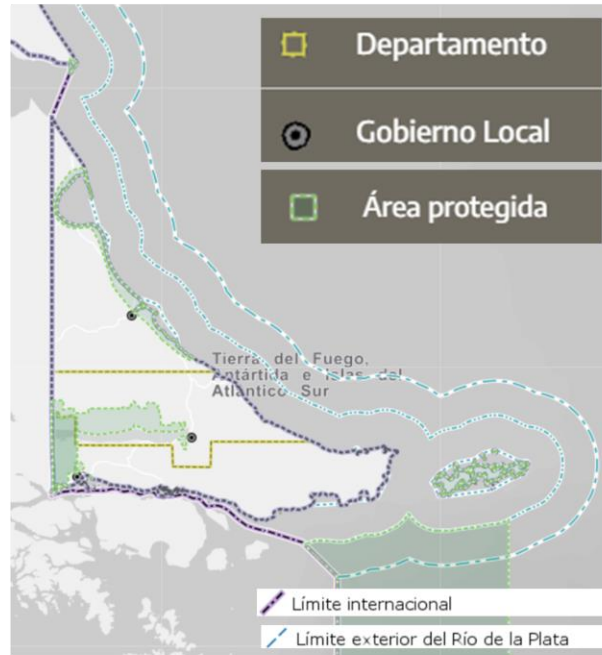
Caso de Estudio

Argentina / Provincia de Tierra del Fuego, Antártida e Islas del Atlántico Sur



Elaboración Propia grupal - Octubre 2024
<https://www.arcgis.com/apps/mapviewer/index.html?webmap=57d038d59925445a88de250ecac1aa09>

24 Catastros provinciales autónomos
+ **2.200** Catastros Municipales



Ministerio de defensa - Octubre 2024
<https://riesgo.ign.gob.ar/mapa/?zoom=7&lat=-53.9076&lng=-66.0718>

Objetivo

Lograr la identificación temprana de áreas vulnerables al **cambio climático** mediante **geotecnologías**, que permitan procesos de sostenibilidad y **colaboración intersectorial** (Agenda 2030), asociados al **sistema catastral multipropósito** local en Tierra del Fuego, Argentina.

Capital: Ushuaia

Superficie: 21.263 km² (8.209,7 mi²)

Población: 190.641 habitantes (2022) / 192.417 (agosto de 2023)

Coordenadas: 54°21'43"S 67°38'17"O / -54.362, -67.638

% de la población de Argentina: 0,41%

Municipios:

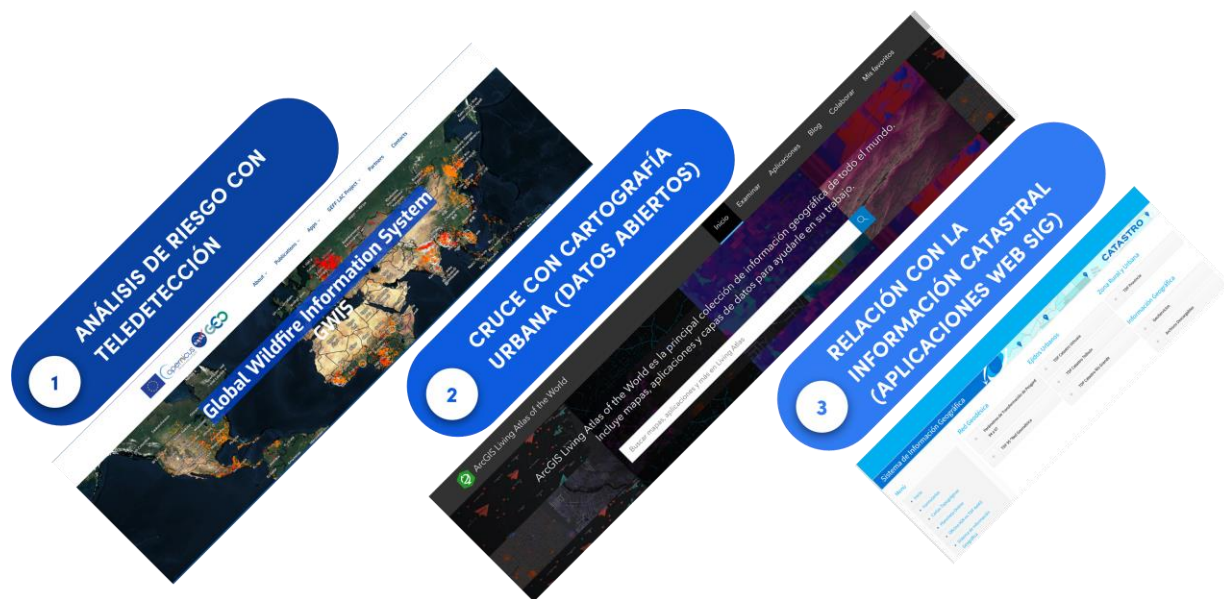
- Río Grande, 99.241 habitantes
- Ushuaia, 80.371 habitantes
- Tolhuin, 6.039 habitantes

2024

Año 1

2025

Año 2



Hipótesis

Las capacidades predictivas de las geotecnologías para la gestión del riesgo climático fomentan la colaboración intersectorial y contribuyen al desarrollo de un enfoque de sistema catastral multipropósito.

Metodología

Tecnologías geoespaciales, técnicas de teledetección y aplicaciones web.

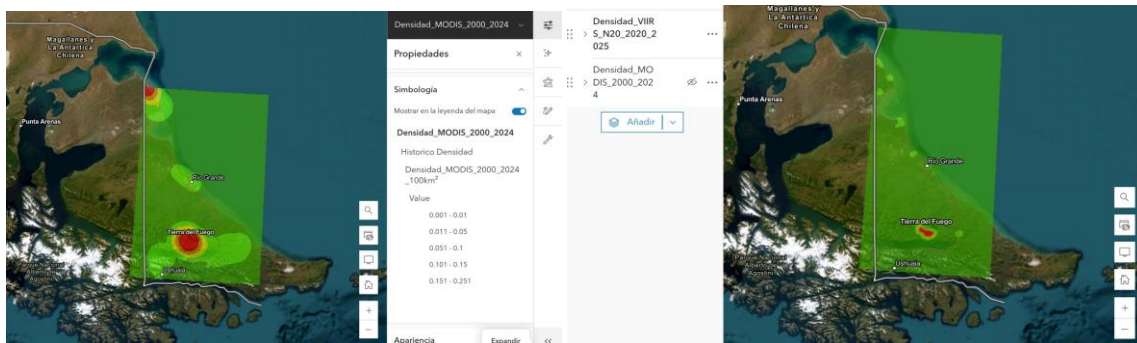
Gestión integral basada en información abierta para agencias catastrales locales.

Talleres de validación intersectorial.

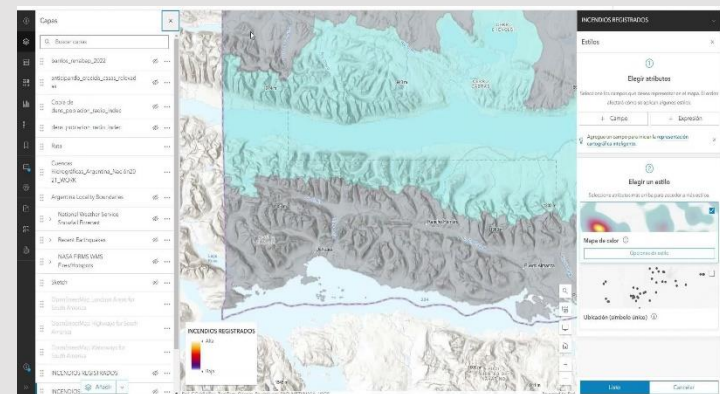
Desarrollo de variables de impacto para incendios

Caso Provincia de Tierra del Fuego, Antártida e Islas del Atlántico Sur

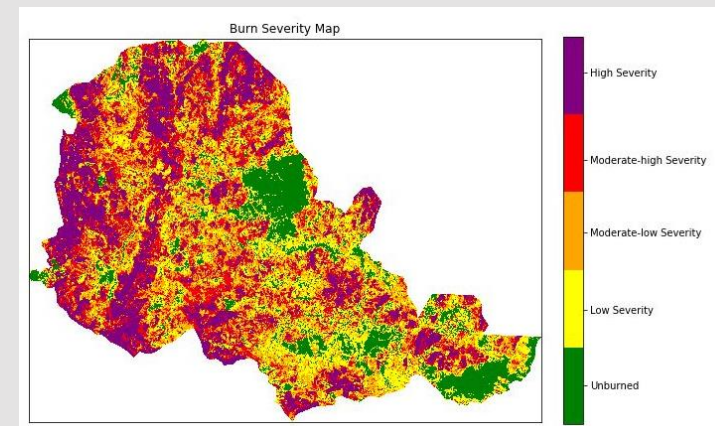
1. Índice de Área Quemada (BAI-NBR)
2. Mapeo de la severidad del área quemada
3. Histórico: Intervalo de Retorno del Fuego



Análisis riesgo



Uso de Living Atlas para analizar las condiciones del terreno



UN-SPIDER Recommended Practice for Burn Severity Mapping.

Variables para la Zonificación de la Vulnerabilidad

Amenaza = susceptibilidad de la vegetación * (0,17) + precipitación * (0,25) + temperatura * (0,25) + pendiente * (0,03) + accesibilidad * (0,03)

Análisis de la Combustión (Tipo de Combustible, Duración de la Combustión y Carga de Combustible)

| TIPO DE COMBUSTIBLES | CATEGORÍA DE AMENAZA | CALIFICACIÓN |
|-----------------------------------|------------------------------|----------------------|
| Árboles | BAJA | 2 |
| Árboles y arbustos | MODERADA | 3 |
| Arbustos | ALTA | 4 |
| Hierbas | ALTA | 4 |
| Pastos / hierbas | DURACIÓN DE LOS COMBUSTIBLES | CATEGORÍA DE AMENAZA |
| Pastos | | |
| No combustibles | | |
| Áreas urbanas | | |
| CARGA TOTAL DE COMBUSTIBLES | | CALIFICACIÓN |
| No combustibles | MUY BAJA | 1 |
| Áreas urbanas (menos de 1 Ton/Ha) | MUY BAJA | 1 |
| Baja (1-50 Ton/Ha) | BAJA | 2 |
| Moderada (50 a 100 Ton/Ha) | MODERADA | 3 |
| Muy Alta (más de 100 Ton/Ha) | ALTA | 4 |

Factores Climáticos (Precipitación y Temperatura)

| PRECIPITACIÓN MEDIA ANUAL (mm) | CATEGORÍA DE AMENAZA | CALIFICACIÓN |
|--------------------------------|----------------------|--------------|
| Árido (0-500) | MUY BAJA | 1 |
| Pluvial (>7000) | MUY BAJA | 1 |
| Muy húmedo (3000-7000) | MODERADA | 2 |
| Húmedo (2000-3000) | MODERADA | 3 |
| Seco (1000-2000) | ALTA | 4 |
| Muy seco (500-1000) | MUY ALTA | 5 |

| TEMPERATURA MEDIA ANUAL (°C) | CATEGORÍA DE AMENAZA | CALIFICACIÓN |
|-------------------------------|----------------------|--------------|
| Nival (<1.5) | MUY BAJA | 1 |
| Extremadamente frío (1.5 - 6) | MUY BAJA | 1 |
| Muy frío (6 - 12) | MODERADA | 2 |
| Frío (12 - 18) | MODERADA | 3 |
| Templado (18 - 24) | ALTA | 4 |
| Cálido (>24) | MUY ALTA | 5 |

Pendiente

| PENDIENTE MEDIA (%) | CATEGORÍA DE AMENAZA | CALIFICACIÓN |
|---------------------|----------------------|--------------|
| 0 - 7 % | MUY BAJA | 1 |
| 7 - 12 % | BAJA | 1 |
| 12 - 25 % | MODERADA | 2 |
| 25 - 75 % | ALTA | 3 |
| > 75 % | MUY ALTA | 4 |

Accesibilidad (Red Vial)

| DISTANCIA A LA VÍA (GROSOR DEL BUFFER en m) | CATEGORÍA DE AMENAZA | CALIFICACIÓN |
|---|----------------------|--------------|
| 0 - 500 | MUY ALTA | 5 |
| 500 - 1000 | ALTA | 4 |
| 1000 - 1500 | MODERADA | 3 |
| 1500 - 2000 | BAJA | 2 |
| Más de 2000 | MUY BAJA | 1 |

Comportamiento del Modelo

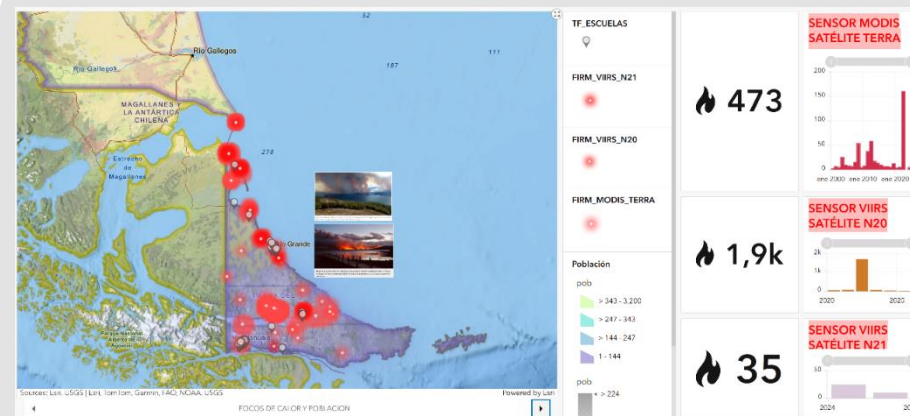
1. Análisis del riesgo y la influencia poblacional:

Relación espacial entre los límites administrativos municipales y la infraestructura en las Ciudades de Río Grande y Tolhuin.

2. Comportamiento del modelo en un enfoque de evaluación territorial del riesgo:

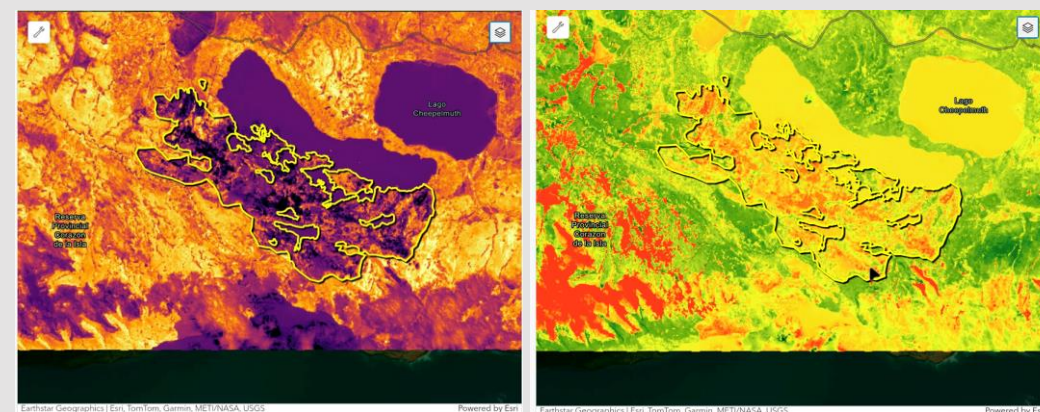
Análisis detallado de una zona afectada por incendios utilizando capas ráster poligonales con los índices NBR y Delta NBR. Fuente: Imágenes LANDSAT 8 (octubre de 2022) y LANDSAT 9 (enero de 2023).

Resultados Fase 1 (2024)



Análisis del riesgo sobre la ciudad de Río Grande y Tolhuin, incorporando focos de incendio, población y escuelas.

Panel de control que muestra resultados históricos de densidad con cobertura provincial.



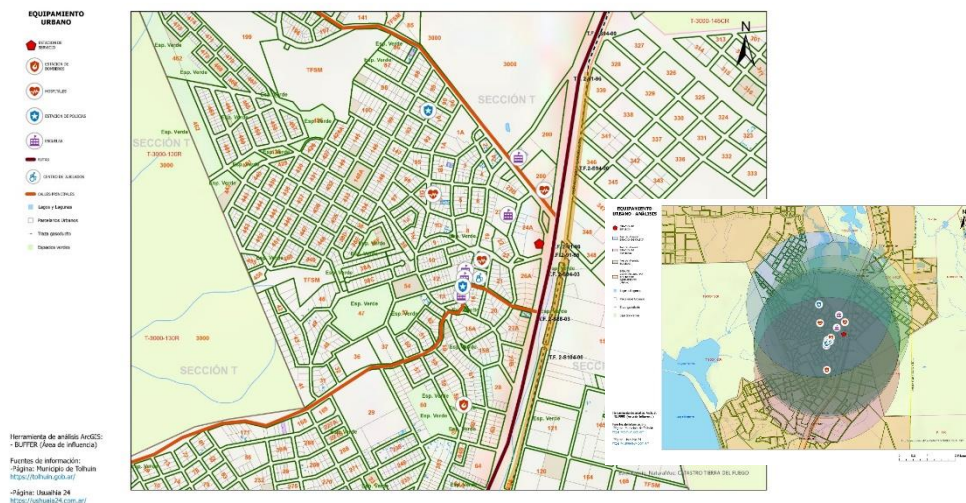
Análisis de una zona afectada por incendios dentro de una reserva forestal

Identificación de áreas vulnerables

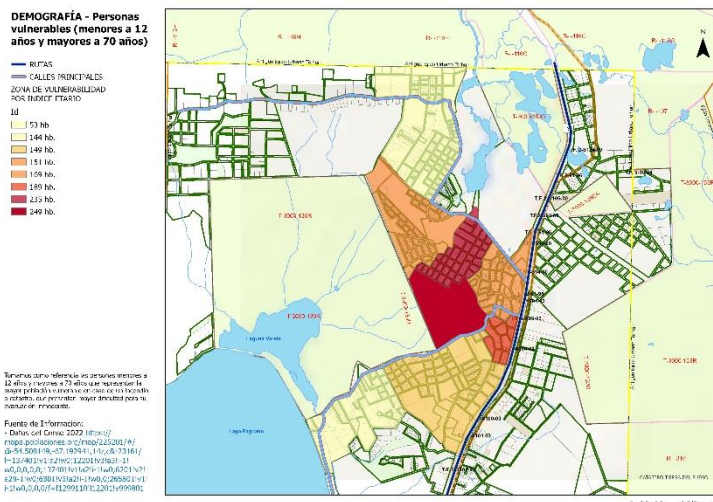
Análisis de variables urbanas aplicando estándares y SIG

Análisis urbanos

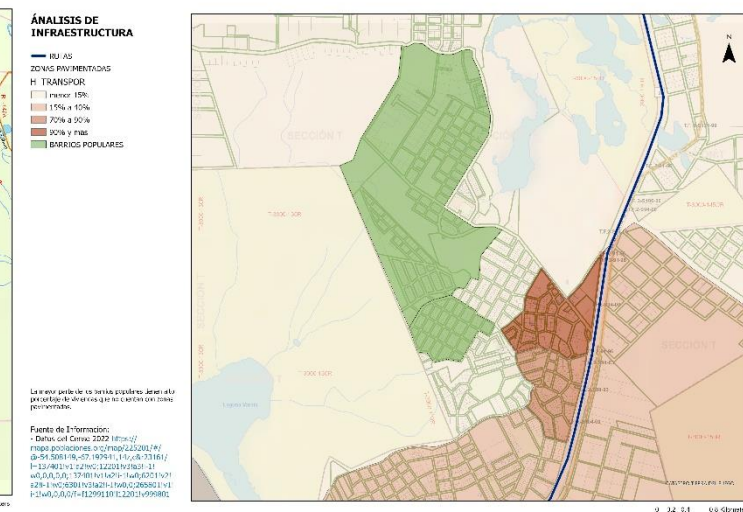
Equipamiento



Demografía



Infraestructura



| Hospitales | Capacidad | | |
|--|---------------------|--|--|
| Centro Modular de Salud Tolhuin | 9 pacientes | | |
| Anexo Tolhuin Roque Sánchez Galdeano Clínica San Jorge | Más de 30 pacientes | | |
| Centro Asistencial Tolhuin | 3 pacientes | | |

| Escuelas | Capacidad | Cant. de alumnos | Tipo |
|---|-----------------|------------------|-------------------|
| Escuela Provincial N° 45 | 420 estudiantes | 251 estudiantes | Primario |
| Escuela N° 5 José María Beauvoir | 640 estudiantes | 420 estudiantes | Primario |
| Jardín de Infantes N13 "zhioshi" | 210 estudiantes | 160 estudiantes | Jardín/inicial |
| Colegio Provincial Ramón Alberto Trejo Noel | 600 estudiantes | 560 estudiantes | Secundario |
| Centro de Artes y Oficios de Tolhuin | 150 estudiantes | 220 alumnos | Terciario/Tecnico |
| Centro Universitario Municipal "Néstor Kirchner" | 80 estudiantes | 30 alumnos | Universidad |
| Sede de la Universidad Nacional de Tierra del Fuego (UNTDF) | 150 estudiantes | - | Universidad |

| Zona de vulnerabilidad por índice etario | | | | | | | | | |
|--|----------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|
| Personas Vulnerables | Cant. personas | | | | | | | | |
| | Zona 1 | Zona 2 | Zona 3 | Zona 4 | Zona 5 | Zona 6 | Zona 7 | Zona 8 | TOTAL |
| 0 - 12 años | 130 | 145 | 215 | 131 | 155 | 219 | 141 | 43 | 1179 |
| Más 70 años | 14 | 24 | 20 | 20 | 34 | 30 | 8 | 10 | 160 |
| Total cada zona | 144 | 169 | 235 | 151 | 189 | 249 | 149 | 53 | 1339 |



Taller de Validación



Dirección de Catastro de la Provincia de Tierra del Fuego, Antártida e Islas del Atlántico Sur + Oficinas Municipales, otros organismos de gobierno, Entidades generadoras de datos, Medioambiente + IDE Provincial, etc.

Taller en la ciudad de Tolhuin

Desarrollo Urbano, Catastro y Obras Privadas + Co-Dir. Investigación UB Arq. Pablo Frigidi.

Taller en la ciudad de Ushuaia

Agencia de Recaudación de Tierra del Fuego, Dir. de Catastro de la AREF, Agrimensor Martin Ibarra; Dir. Gral. de Ordenamiento Territorial de la Provincia de Tierra del Fuego, Antártida e Islas del Atlántico Sur y colaboradores. Sociedad Futura: MSc. SIG Elvis Pérez y Equipo Investigación Universidad de Belgrano, Dir. Bárbara Constantinidis.

Identificación de las clases ISO LADM 19152 y su aplicación en el catastro multipropósito con enfoque en la gestión del riesgo climático

Análisis catastral multipropósito y gestión de riesgos

a) Class LA_Party (Interested Parties)

- Description: Represents the actors (people, organizations, institutions) linked to cadastral and risk management.

- Relevant Fields:

- partyID (Unique identifier).

- partyType (Type: "Individual", "Government", "NGO", "Company").

- name (Name or corporate name).

- contactInfo (Contact information).

- Application in Tierra del Fuego:

- Registry of the provincial Cadastre Directorate, Secretariat of Environment, landowners, and emergency response teams.

b) Class LA_AdministrativeUnit (Administrative Units)

- Description: Defines territorial boundaries (jurisdictions, parcels, protected areas).

- Relevant Fields:

- auID (Unique ID).

- auType (Type: "Municipality", "Parcel", "Forest Reserve").

- geometry (Spatial representation: polygons, lines).

- Application:

- Demarcation of municipalities (Ushuaia, Río Grande, Tolhuin), cadastral parcels, and risk zones (forests, flood-prone areas).

c) Class LA_RRR (Rights, Restrictions, Responsibilities)

- Description: Establishes legal relationships and conditions on land.

- Key Subclasses:

- LA_Right (Rights):

- rightType (e.g., "Property", "Land Use", "Concession").

- share (Percentage of ownership).

- LA_Restriction (Restrictions):

- restrictionType (e.g., "Protected area", "Non-buildable zone", "Fire risk").

- regulation (Associated regulation, e.g., Law 26.331 on Native Forests).

- LA_Responsibility (Responsibilities):

- obligation (e.g., "Firebreak maintenance", "Fire reporting").

- Application:

- Linking restrictions due to climate risk (e.g., prohibition of construction in forested areas susceptible to fires).

d) Class LA_SpatialUnit (Topographic Spatial Unit)

- Description: Models the geometric representation of the territory (parcels, buildings, infrastructure).

- Relevant Fields:

- suID (Unique ID).

- suType (Type: "Parcel", "Building", "Road").

- geometry (2D/3D geometry).

- riskLevel (Extended attribute for risk: "High", "Medium", "Low").

- Application:

- Mapping of parcels with flammable vegetation cover (Lenga, Ñire) and critical infrastructure (hospitals, schools).

e) Class LA_Source (Data Sources)

- Description: Documents the origin and quality of information (fundamental for traceability).

- Relevant Fields:

- sourceID (Unique ID).

- sourceType (e.g., "Satellite", "Census", "Cadastre").

- reference (Link or citation).

- accuracy (Data accuracy).

- Application:

- Registry of VIIRS/NASA imagery for fires, provincial cadastral data, and Living Atlas (Esri) layers.

Proyecto Notebook: LADM–FireRisk

El proyecto LADM–FireRisk implementado en un Jupyter Notebook dentro de ArcGIS

Objetivo: integrar información catastral y de focos de calor (MODIS y VIIRS) bajo el marco conceptual de la ISO 19152 – Land Administration Domain Model (LADM).

Enfoque de Riesgos

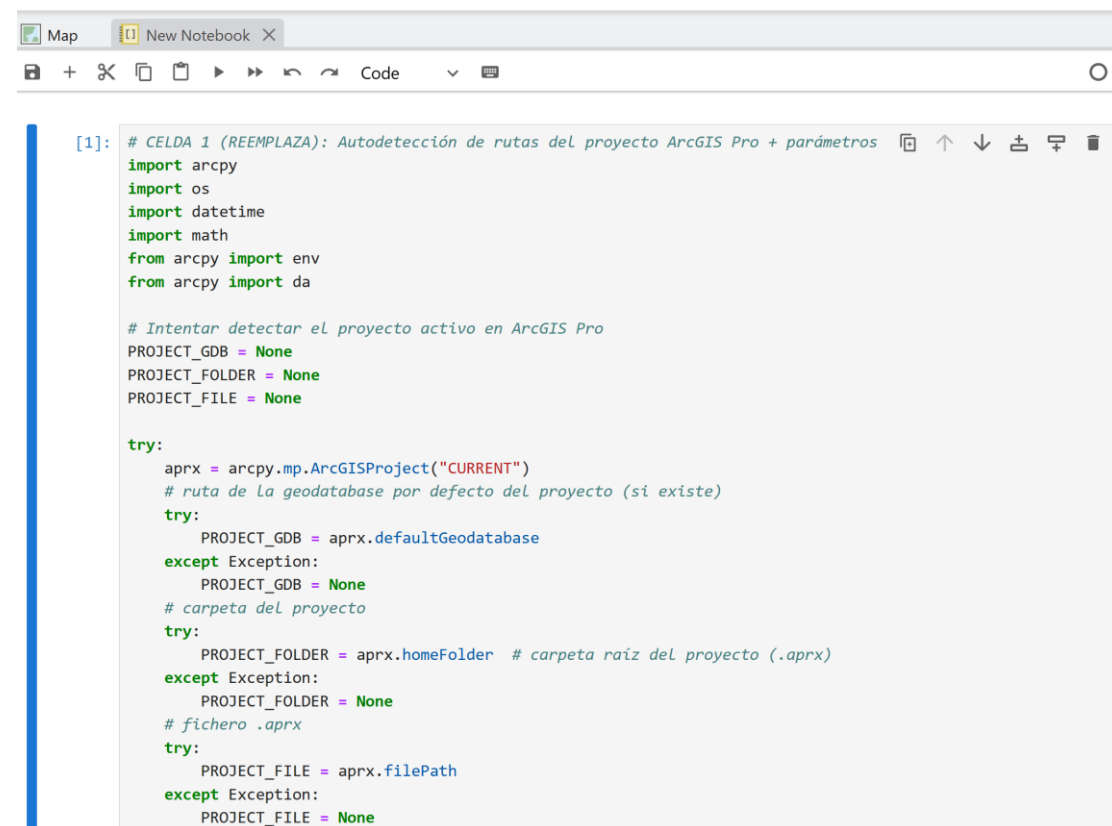
Incorporar parámetros asociados a la gestión del riesgo de incendios.

Vincular cada parcela urbana o rural con los eventos térmicos detectados por sensores satelitales, de forma automatizada y trazable.

Estructura general del proyecto

El notebook se organiza en celdas que ejecutan procesos secuenciales, desde la carga de los shapefiles hasta la creación de relaciones entre las clases principales. Cada bloque cumple una función específica dentro del modelo.

Cómo se conectan LADM, GIS e IA?



```
[1]: # CELDA 1 (REEMPLAZA): Autodetección de rutas del proyecto ArcGIS Pro + parámetros
import arcpy
import os
import datetime
import math
from arcpy import env
from arcpy import da

# Intentar detectar el proyecto activo en ArcGIS Pro
PROJECT_GDB = None
PROJECT_FOLDER = None
PROJECT_FILE = None

try:
    aprx = arcpy.mp.ArcGISProject("CURRENT")
    # ruta de la geodatabase por defecto del proyecto (si existe)
    try:
        PROJECT_GDB = aprx.defaultGeodatabase
    except Exception:
        PROJECT_GDB = None
    # carpeta del proyecto
    try:
        PROJECT_FOLDER = aprx.homeFolder # carpeta raíz del proyecto (.aprx)
    except Exception:
        PROJECT_FOLDER = None
    # fichero .aprx
    try:
        PROJECT_FILE = aprx.filePath
    except Exception:
        PROJECT_FILE = None
```

Funcionamiento del modelo LADM–FireRisk

El flujo de trabajo combina operaciones de análisis espacial y modelado de datos

1. Normalización LADM

Las clases principales (LA_SpatialUnit, LA_Party, LA_RRR, LA_BAUnit) se adaptan para representar la estructura catastral local.

Se añaden nuevas clases temáticas:

- FireObservation (puntos satelitales MODIS/VIIRS)
- LA_SpatialUnit_Fire (tabla de vínculos)
- FireSummary (tabla resumen de riesgo)

2. Procesamiento espacial automatizado

Se calcula qué focos están **dentro** de las parcelas (WITHIN) y cuáles están **cerca** (usando Near con un umbral definido en metros).

Cada relación se guarda en tbl_LA_SpatialUnit_Fire, conservando la distancia, la confianza del sensor y la potencia térmica (FRP).

3. Cálculo del riesgo por parcela

Se analizan los eventos en ventanas temporales (por defecto, últimos 30 días) y se asigna un **nivel de riesgo** según la frecuencia e intensidad de los incendios:

- 0 = Sin riesgo
- 1 = Riesgo bajo
- 2 = Riesgo medio
- 3 = Riesgo alto

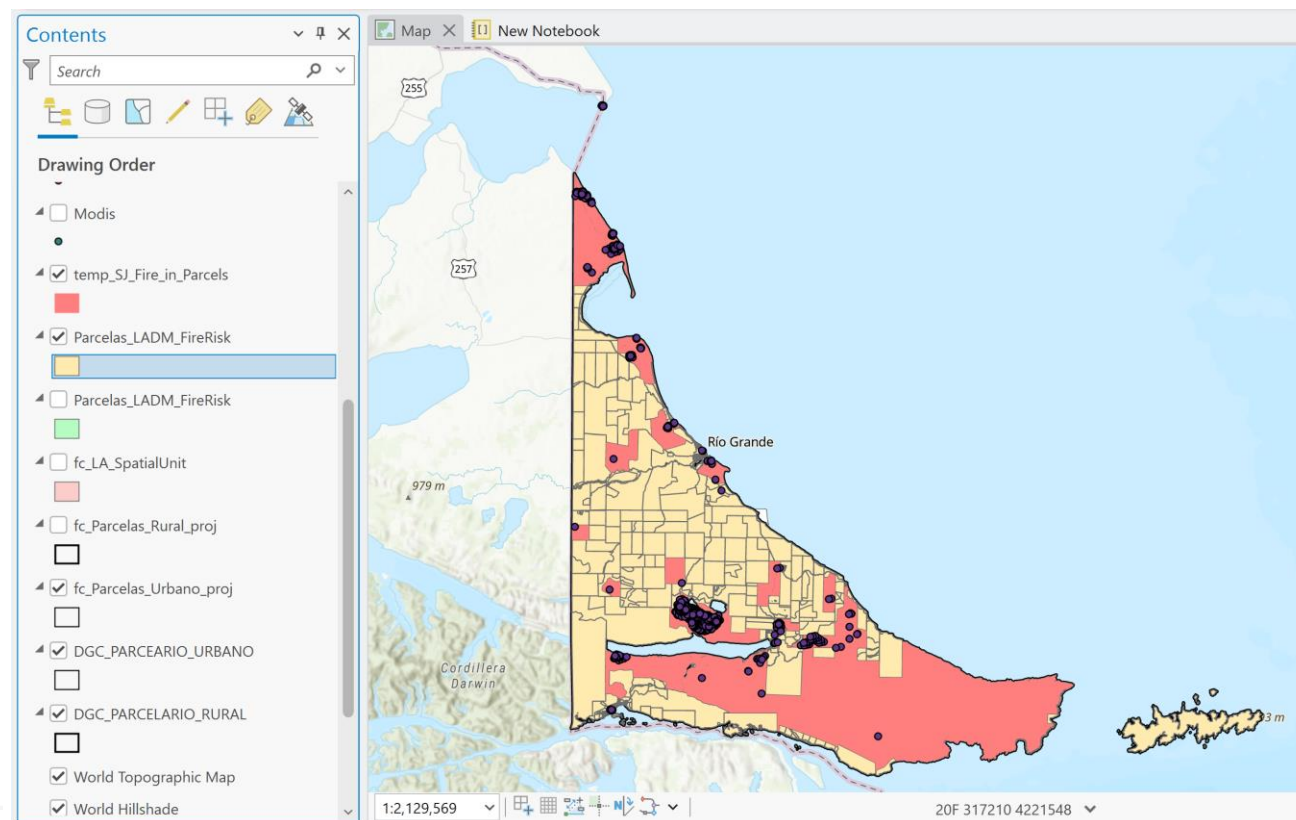
4. Relaciones en la Geodatabase

Se crean dos relaciones 1:N dentro de la GDB:

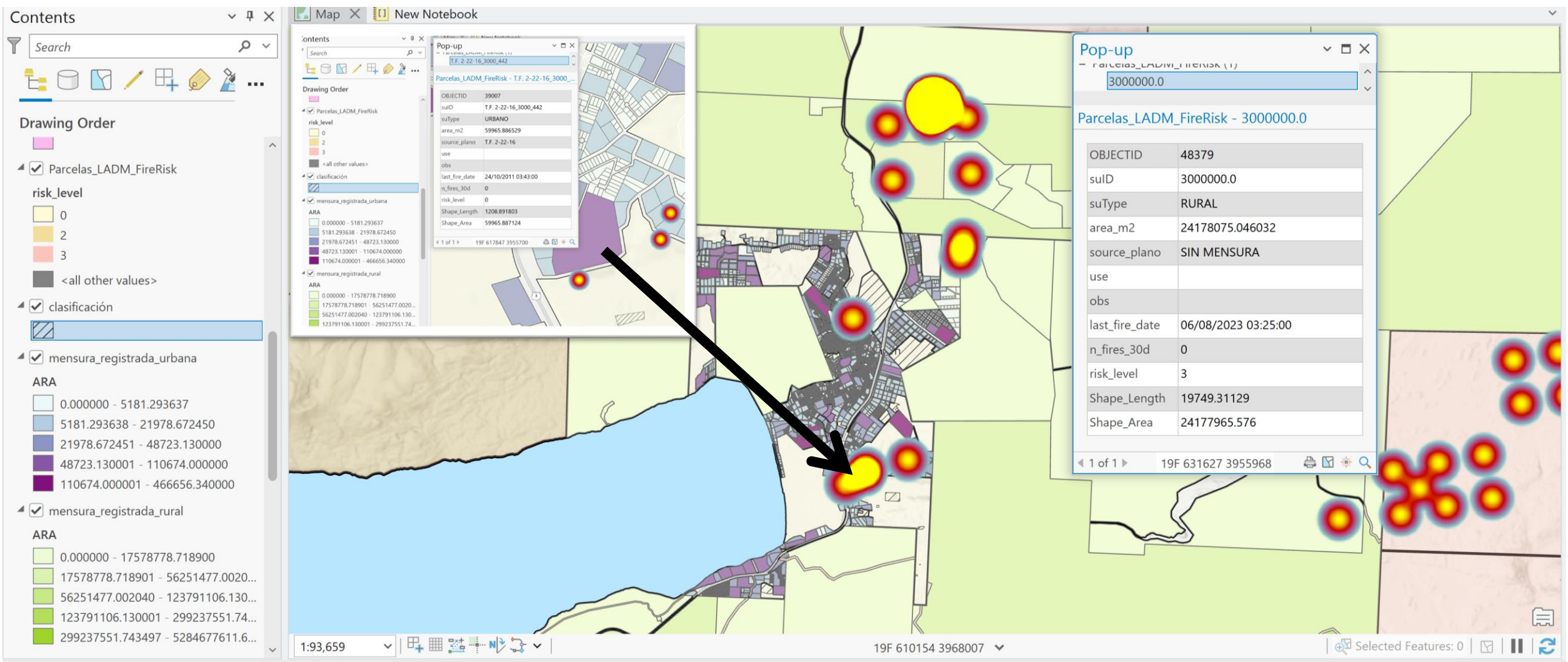
- rel_SpatialUnit_LinkFire → Parcela ↔ Eventos de calor
- rel_FireObs_LinkFire → Foco de calor ↔ Parcelas afectadas

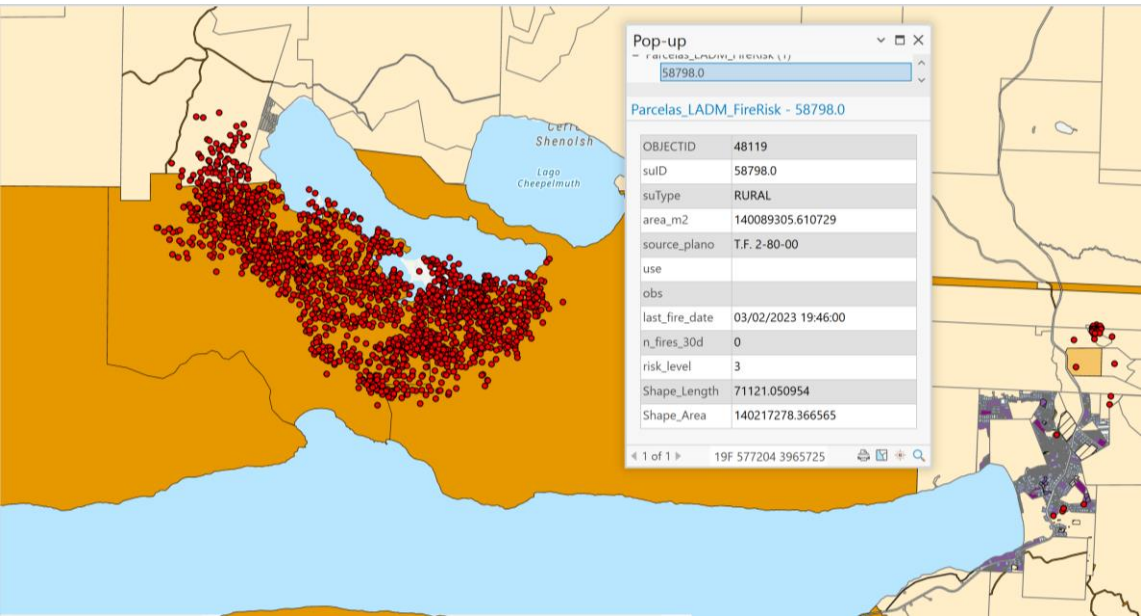
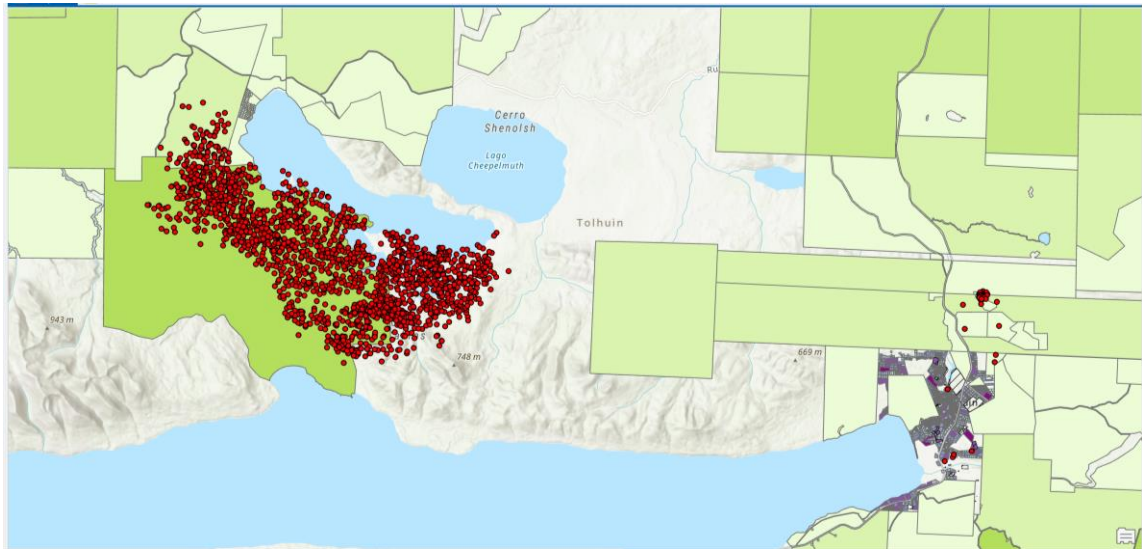
Estas relaciones permiten navegar los datos directamente desde ArcGIS Pro (vista de atributos, mapas y dashboards).

Cómo se conectan LADM, GIS e IA?



Mapeo del modelo en la ciudad de Tolhuin





| | |
|----------------|---------------------|
| last_fire_date | 03/02/2023 19:46:00 |
| n_fires_30d | 0 |
| risk_level | 3 |
| Shape_Length | 71121.050954 |
| Shape_Area | 140217278.366565 |

Validaciones del modelo



Ventajas de usar geotecnologías

El soporte digital en el enfoque catastral

| Ventaja | Descripción |
|------------------------------------|--|
| • Estandarización LADM | Los datos se organizan siguiendo la norma ISO 19152, lo que garantiza interoperabilidad y trazabilidad en entornos catastrales y de gestión territorial. |
| • Automatización | El flujo del notebook evita tareas manuales de vinculación entre focos y parcelas; el proceso puede ejecutarse periódicamente (diario o semanal). |
| • Integración espacial y temática | Combina datos de observación satelital (NASA–MODIS/VIIRS) con información catastral local, generando conocimiento directamente aplicable a la gestión del riesgo. |
| • Escalabilidad | El modelo puede extenderse a todo el país o a nivel centroamericano, ya que los sensores MODIS/VIIRS tienen cobertura global. |
| • Visualización y análisis directo | Las RelationshipClasses permiten explorar relaciones y generar dashboards o mapas de calor dentro de ArcGIS Pro o ArcGIS Online. |
| • Soporte a políticas públicas | Facilita la identificación de parcelas o zonas agrícolas con alta reincidencia de incendios, sirviendo como insumo para planificación, control y restauración ambiental. |

Plataformas digitales para una gestión eficiente del territorio

Aplicaciones potenciales

- Catastro multifinalitario con componente ambiental.
- Gestión del riesgo climático y monitoreo agrícola.
- Monitoreo territorial continuo con datos satelitales.
- Apoyo a municipios para priorizar intervenciones o auditorías de uso del suelo.
- Educación y transferencia tecnológica, para capacitar técnicos en el uso del estándar LADM y su extensión temática.

Tecnologías espaciales

- El modelo Notebook LADM–FireRisk demuestra que es posible conectar el catastro y la teledetección en forma unificada y estandarizada, sin depender de procesos externos ni software adicional.
- La combinación de ArcGIS Pro + Python + LADM ISO 19152 en este proyecto, produjo una herramienta reproducible, escalable y alineada a las buenas prácticas internacionales en administración de tierras y gestión del riesgo climático.

El uso de SIG potenciado con recursos IA y Web facilita la distribución amplia de resultados y alertas en tiempo real a través de redes de información, y permite la cartografía dinámica y procesos colaborativos interinstitucionales.

Conclusiones

- **Datos Abiertos:** eficiencia económica y transparencia.
- **Estándares geospaciales:** integración de variables ambientales locales + catastro
- **Estrategias colaborativas:** la retroalimentación comunitaria, modelos participativos
- **Tecnología accesible:** Compromiso de organizaciones públicas y privadas generadoras de información geoespacial.

Convenios de Colaboración



PRIMERA: Objeto. Ambas partes manifiestan expresamente que el Convenio emana de su mutuo interés en impulsar el desarrollo de la cooperación técnica, cultural, educativa, académica, proyectos de investigación y comunitaria entre sus respectivas instituciones, a través de la expansión de sus contactos y acciones.

SEGUNDA: Compromiso. Consecuentemente ambas partes se comprometen a promover la realización de acciones de cooperación directa entre ellas, en las áreas de docencia, investigación, práctica profesional, extensión universitaria y comunitaria.-



Memorándum de Entendimiento (MdE) UNIGIS América Latina – Facultad de Arquitectura y Urbanismo - Universidad de Belgrano (UB)

El presente documento fija el marco conceptual para el establecimiento de una colaboración formal entre UNIGIS América Latina y la Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la Universidad de Belgrano (UB) y sus socios académicos, con el fin de fomentar el aprendizaje y la investigación en torno a la Ciencia de Sistemas de Información Geográfica (SIG). El acuerdo. Los abajo firmantes acuerdan:

1. UNIGIS América Latina establece la fijación del Hub Argentina, bajo la coordinación de la Arquitecta PhD(c) Bárbara Constantinidis Migoya, a través del cual se dará curso a iniciativas de investigación, aplicación a convocatorias internacionales, en sinergia con la Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la UB.
2. A través del Hub Argentina, adscrito a UNIGIS América Latina se diseñarán y desarrollarán las estrategias para el diseño de posibles procesos de capacitación y la propuesta de convenios específicos con investigadores de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la UB y aliados de la academia y la industria, para fomentar el aprendizaje y la aplicabilidad de la Ciencia SIG.
3. UNIGIS América Latina facilitará la participación abierta (sin costo) de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la UB en las sesiones GIS MasterClass y el Foromundo (<http://foromundo.unigis.net>), en formato virtual. La participación brindará a la Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la UB la posibilidad de promover y divulgar su competencia específica en aplicaciones, innovaciones y desarrollos en el campo de la Geoinformación y los SIG.

Gracias

#CONFCAT25

