

UNIVERSIDAD DE SANTIAGO DE CHILE  
Facultad de Ingeniería  
Departamento de Ingeniería Informática

# **Sistema de Análisis Geoespacial Integral**

## **Isla de Pascua - Rapa Nui**

Laboratorio Integrador - Geoinformática

Felipe Baeza  
`felipe.baeza@usach.cl`

27 de diciembre de 2025

# Índice

# 1. Resumen Ejecutivo

Este proyecto desarrolla un **Sistema de Análisis Geoespacial Integral** para Isla de Pascua (Rapa Nui), combinando técnicas de análisis espacial, geoestadística y machine learning sobre datos multi-fuente. El sistema incluye:

- **Infraestructura containerizada** con Docker compose (PostGIS + Jupyter + Streamlit)
- **Base de datos espacial** PostGIS con 23 capas geográficas vectoriales
- **Pipeline automatizado** de descarga y procesamiento de datos desde OpenStreet-Map
- **Análisis exploratorio espacial** (ESDA) con autocorrelación y hot spots
- **Modelos de machine learning** para predicción de densidad edificatoria
- **Aplicación web interactiva** con Streamlit para visualización de resultados

El proyecto demuestra cómo integrar múltiples tecnologías geoespaciales modernas para generar insights territoriales sobre un área remota y geográficamente única como Isla de Pascua.

## 2. Introducción

### 2.1. Contexto del Problema

Isla de Pascua (Rapa Nui) es un territorio especial de Chile ubicado en el Océano Pacífico, conocido mundialmente por sus moáis y su singular patrimonio cultural. Sin embargo, enfrenta desafíos contemporáneos de planificación territorial:

- **Crecimiento urbano** no planificado en Hanga Roa
- **Presión turística** sobre infraestructura limitada
- **Aislamiento geográfico** que dificulta acceso a servicios
- **Fragilidad ecosistémica** requiriendo gestión cuidadosa del territorio
- **Escasez de estudios cuantitativos** sobre patrones espaciales urbanos

### 2.2. Justificación

Este proyecto es relevante porque:

1. **Aplicación práctica:** Genera información útil para planificación territorial
2. **Metodología replicable:** El pipeline puede adaptarse a otras comunas
3. **Tecnología de punta:** Demuestra uso de herramientas modernas (Docker, ML espacial)
4. **Datos abiertos:** Todo basado en OpenStreetMap y fuentes públicas
5. **Territorio único:** Rapa Nui presenta características geográficas singulares

## 2.3. Objetivos

### 2.3.1. Objetivo General

Desarrollar un sistema integral de análisis geoespacial que permita caracterizar, analizar y visualizar patrones territoriales de Isla de Pascua mediante técnicas de ciencia de datos espaciales.

### 2.3.2. Objetivos Específicos

1. **OE1:** Implementar infraestructura reproducible con Docker y PostGIS
2. **OE2:** Adquirir y procesar datos multi-fuente (vectorial OSM)
3. **OE3:** Realizar análisis exploratorio espacial (ESDA) con autocorrelación
4. **OE4:** Aplicar técnicas de detección de hot spots (Getis-Ord Gi\*)
5. **OE5:** Desarrollar modelos predictivos de machine learning espacial
6. **OE6:** Crear aplicación web interactiva para exploración de resultados

## 2.4. Preguntas de Investigación

1. ¿Cuáles son los patrones de distribución espacial de edificaciones en Rapa Nui?
2. ¿Existen clusters significativos (hot spots) de densidad urbana?
3. ¿Qué variables espaciales predicen mejor la densidad edificatoria?
4. ¿Cómo se relaciona la infraestructura vial con la distribución de amenidades?

## 3. Área de Estudio

### 3.1. Delimitación Geográfica

**Nombre:** Isla de Pascua (Rapa Nui)  
**Región:** Región de Valparaíso  
**Provincia:** Isla de Pascua  
**Comuna:** Isla de Pascua  
**Coordenadas centrales:** -27.1167° S, -109.3667° W  
**Área total:** ~164 km<sup>2</sup>  
**Población (Censo 2017):** 7,750 habitantes  
**Proyección utilizada:** EPSG:32719 (UTM 19S)

### 3.2. Características Territoriales

#### 3.2.1. Geomorfología

Isla de Pascua es de origen volcánico, con tres volcanes principales:

- **Rano Kau** (324 m): Volcán extinto al suroeste

- **Poike** (370 m): Península volcánica al este
- **Maunga Terevaka** (507 m): Punto más alto de la isla

### 3.2.2. Uso del Suelo

- **Urbano**: Concentrado en Hanga Roa (oeste)
- **Protegido**: Parque Nacional Rapa Nui (43 % del territorio)
- **Rural**: Praderas y sitios arqueológicos distribuidos
- **Aeroportuario**: Aeropuerto Internacional Mataverí

## 3.3. Justificación de la Selección

Isla de Pascua fue seleccionada por:

1. **Tamaño manejable**: Escala apropiada para análisis completo
2. **Datos disponibles**: Buena cobertura en OpenStreetMap
3. **Interés territorial**: Desafíos reales de planificación
4. **Unicidad geográfica**: Caso de estudio singular
5. **Complejidad moderada**: Ideal para proyecto académico

## 4. Datos y Metodología

### 4.1. Fuentes de Datos

Tipo	Fuente	Elementos	Uso
Límite administrativo	OSM	1	Base cartográfica
Red vial	OSM	4,139	Análisis conectividad
Edificaciones	OSM	4,045	Variable objetivo ML
Puntos de interés	OSM	241	Features espaciales
Áreas verdes/playas	OSM	12	Contexto ambiental
Transporte	OSM	1	Infraestructura

Tabla 1: Datasets integrados en PostGIS

**Fecha de descarga:** Diciembre 2024

**Herramienta:** OSMnx (Python)

**Formato original:** GeoJSON

**Sistema de almacenamiento:** PostgreSQL/PostGIS