



Centro Interdisciplinario
de Investigaciones Aplicadas
del Agua y el Ambiente

Teledetección aplicada a la modelización hidrológica geoespacial GeoQ.

FERNANDA J. GASPARI^{1,2} FABIO A. MONTEALEGRE^{2,3}

¹CÁTEDRA DE MANEJO DE CUENCAS HIDROGRÁFICAS, FAC.CS. AGRARIAS Y FORESTALES,
UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PLATA

²CEIDE (CENTRO DE ESTUDIO INTEGRALES DE LA DINÁMICA EXÓGENA). FCAF-UNLP.

³ BECARIO DE COMISIÓN DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS PBA.

Facultad de Ciencias
Agrarias y Forestales



CEIDE

Centro de Estudios Integrales de la
Dinámica Exógena

FAC. DE CS. AGRARIAS Y FORESTALES
FAC. DE CS. NATURALES Y MUSEO



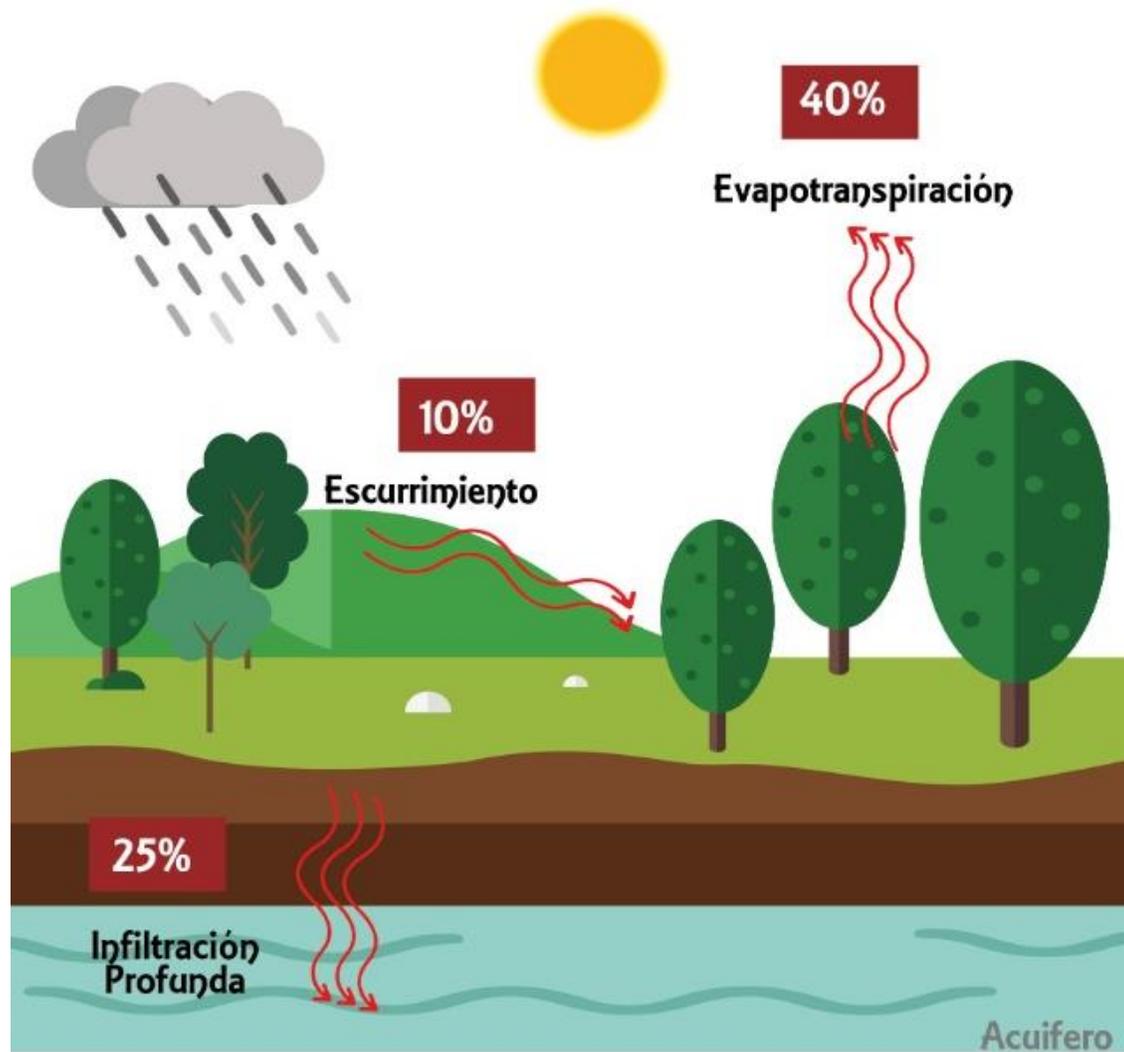
UNIVERSIDAD
NACIONAL
DE LA PLATA

Los datos se recolectan a partir de sensores instalados en plataformas espaciales, como satélites o aeronaves, que interactúan electromagnéticamente con la superficie terrestre.

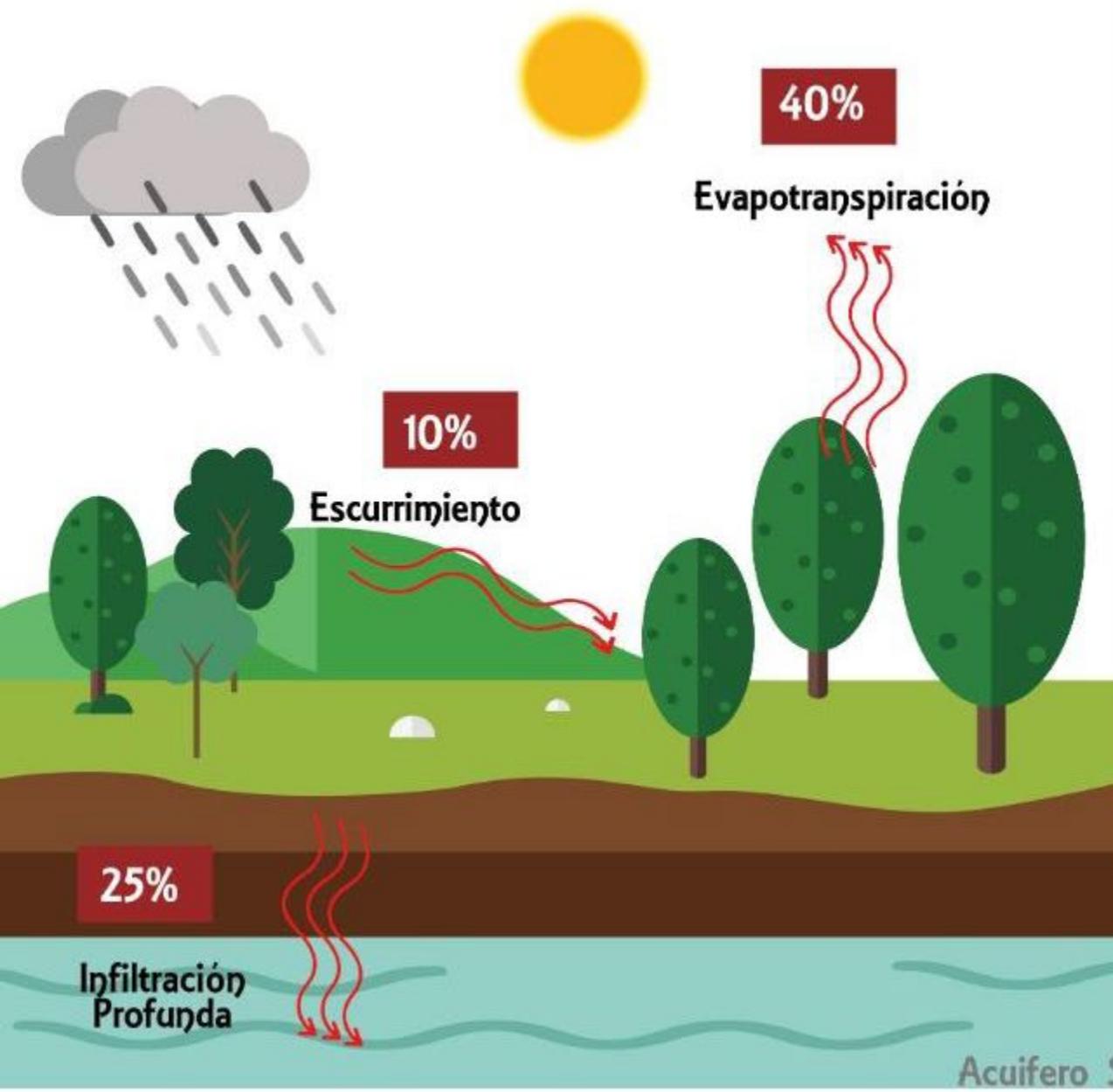
La **teledetección**, también conocida como **percepción remota**, es una técnica que permite obtener información sobre objetos a distancia, mediante la **adquisición y análisis de datos** sin que los instrumentos estén en contacto directo con el objeto.



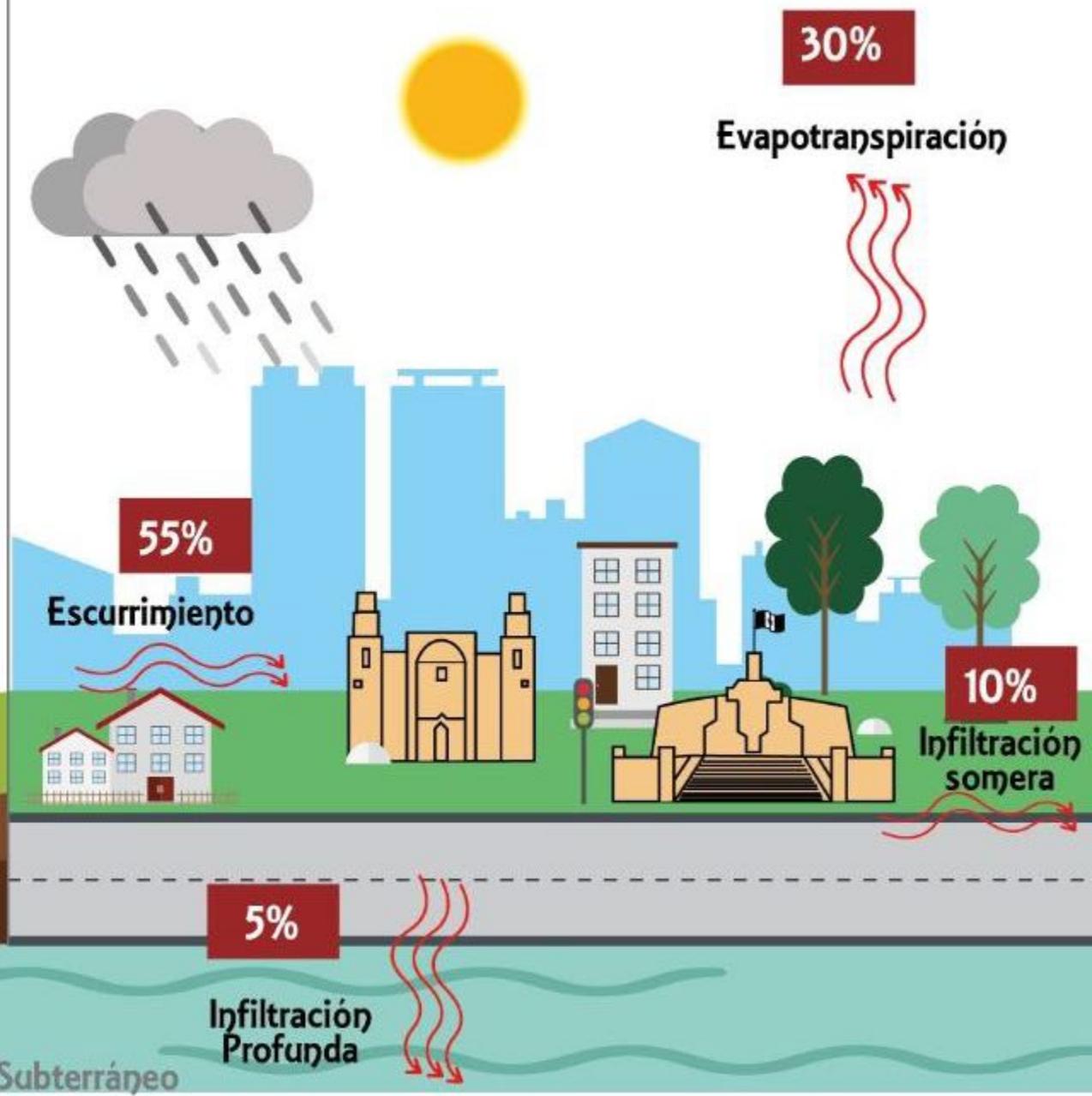
NATURAL



NATURAL



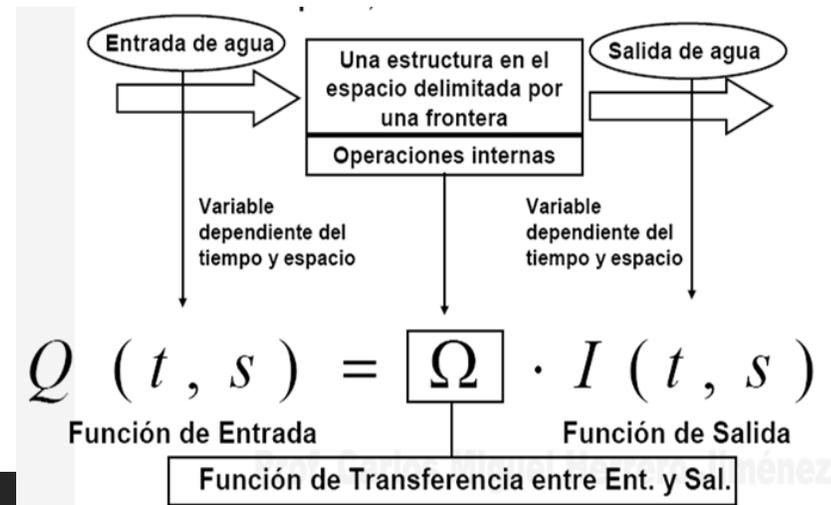
URBANO





MODELOS HIDROLÓGICOS

Es un esquema teórico matemático de un sistema hidrológico complejo a fin de facilitar su comprensión y estudiar su comportamiento bajo distintas consideraciones sobre su estado y de los elementos a los que responde.

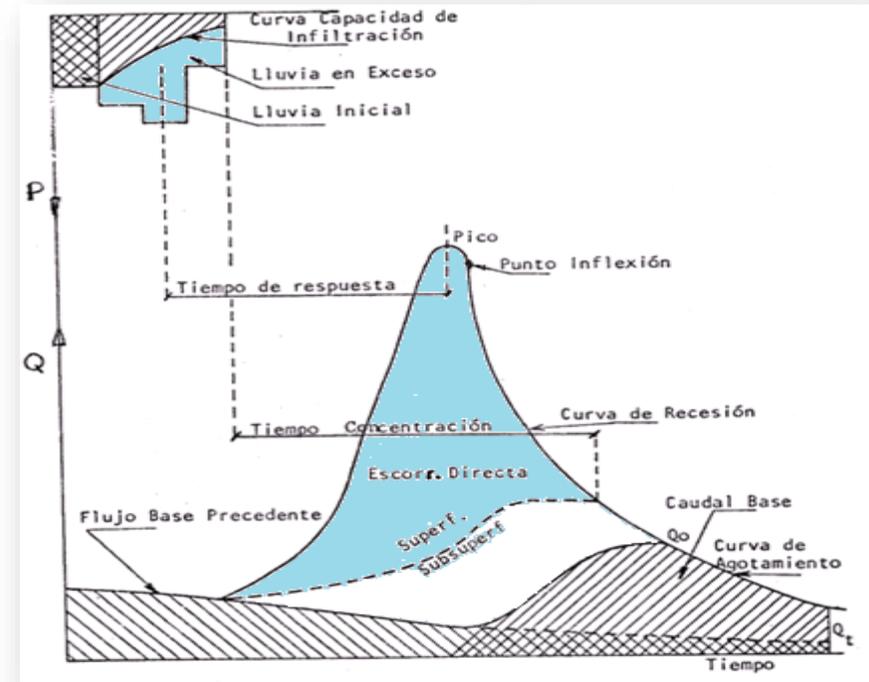


MODELOS HIDROLÓGICOS

Método del Servicio de Conservación de Suelos (S.C.S.- E.E.U.U.)

P : Precipitación → Q : Escorrentía

RELACION P - Q



Define el volumen de escurrimiento superficial a través del **Número de Curva** (NC)

MODELOS HIDROLÓGICOS

Método del NC para las abstracciones

Establece el escurrimiento según el comportamiento de la precipitación en relación con:

- ***la textura y estructura del suelo (Grupo hidrológico)***
- ***la cobertura vegetal y usos del suelo***
- ***la condición de humedad antecedente del suelo***

Condiciones hidrológicas de suelos (Grupo Hidrológico)

	CARACTERISTICAS DEL SUELO						
GH	Textura	Velocidad de infiltración	Transmisibilidad	Profundidad	Drenaje interno	Potencial de escurrimiento	Nivel freático
A	Arenas y gravas	Alta	Alta	Muy profundos	Muy bueno	Bajo	-
B	Medio arenosa	Moderada	Moderada	Profundos	Bueno	Medio	-
C	Medio arcillosa	Baja	Baja	Moderados	Moderado	Moderado	-
D	Arcillas pesadas	Muy baja	Muy baja	Poco	Malo	Alto	Alto

Características de la cobertura vegetal y uso del suelo

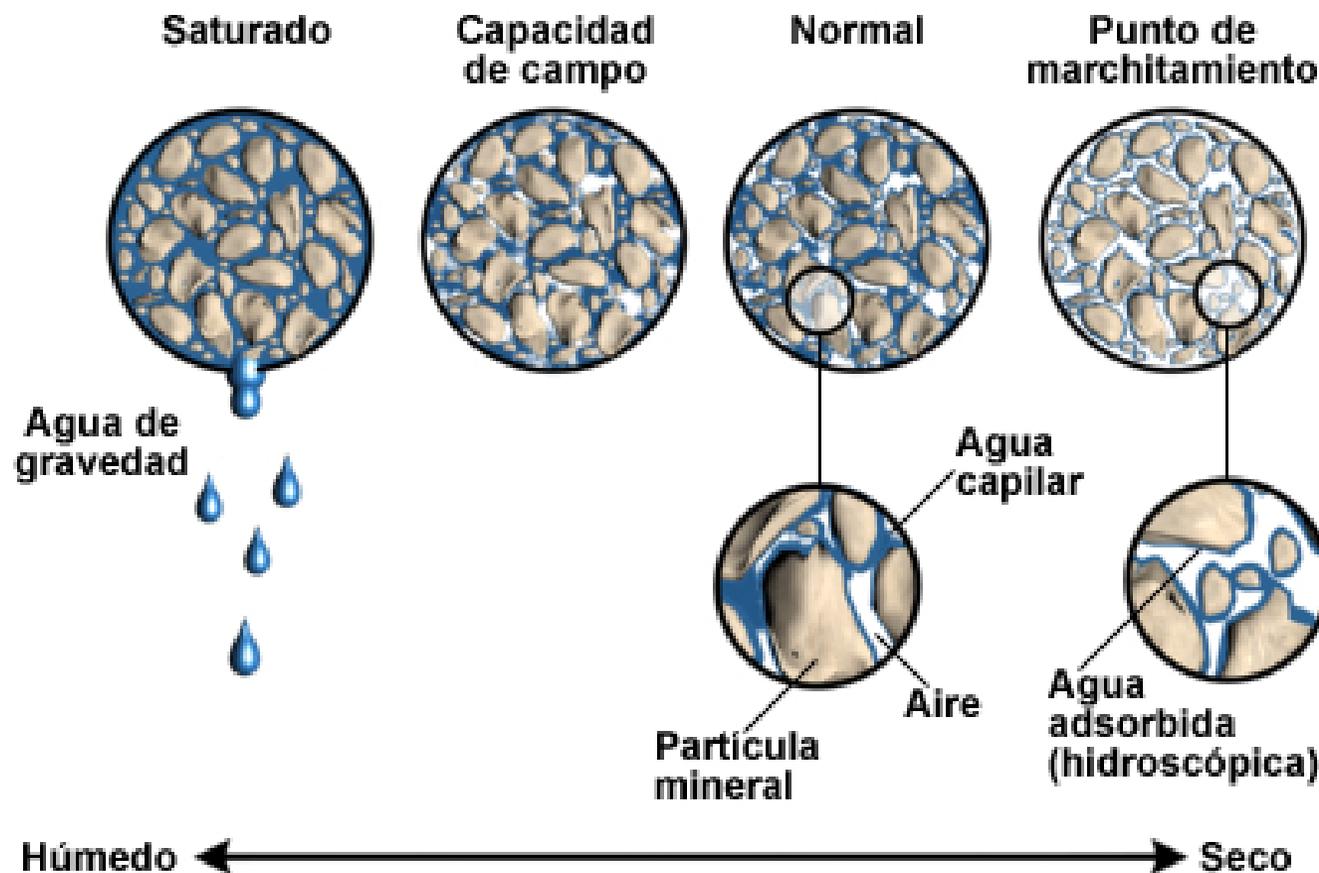
Describen cada condición de uso del suelo y su condición hidrológica general....

Uso Suelo	Tratamiento o Practica	Hidrológica
Rastrojo o Barbecho	Suelo desnudo	-----
	Cubierta residuo de cosecha	Pobre Bueno
	Hileras rectas	Pobre Bueno
	Hileras rectas c/ residuo	Pobre Bueno
	En contorno	Pobre Bueno
Cultivo en hilera	En contorno c/ residuo	Pobre Bueno
	Contorno y terrazas	Pobre Bueno
	Contorno y terrazas, c/ residuo	Pobre Bueno
Cultivos de invierno	Hileras rectas	Pobre Bueno
	Hileras rectas c/ residuo	Pobre Bueno
	En contorno	Pobre Bueno
	En contorno c/ residuo	Pobre Bueno
	Contorno y terrazas	Pobre Bueno
	Contorno y terrazas, c/ residuo	Pobre Bueno
	Siembra de verdes de gramíneas y leguminosas	Hileras rectas
En contorno		Pobre Bueno
Contorno y terrazas		Pobre Bueno

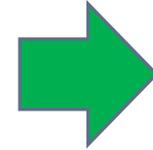
Condición de humedad antecedente (CHA)

CHA	SUELO	LLUVIA (mm)
I	Seco	< 12,7
II	Medio	12,7 a 38,1
III	Húmedo o saturado	> 38,1

Condiciones generales de humedad del suelo



Definición del **Número de Curva**



Según **GH** y **usos del suelo**

Existen tablas para definir el **NC**

Uso Suelo	Tratamiento o Practica	Hidrológica	A	B	C	D
	Suelo desnudo	-----	77	86	91	94
Rastrojo o Barbecho	Cubierta residuo	Pobre	76	85	90	93
	de cosecha	Bueno	74	83	88	90
Cultivo en hilera	Hileras rectas	Pobre	72	81	88	91
		Bueno	67	78	85	89
	Hileras rectas c/ residuo	Pobre	71	80	87	90
		Bueno	64	75	82	85
	En contorno	Pobre	70	79	84	88
		Bueno	65	75	82	86
	En contorno c/ residuo	Pobre	69	78	83	87
		Bueno	64	74	81	85
	Contorno y terrazas	Pobre	66	74	80	82
		Bueno	62	71	78	81
Cultivos de invierno	Contorno y terrazas, c/ residuo	Pobre	65	73	79	81
		Bueno	61	70	77	80
	Hileras rectas	Pobre	65	76	84	88
		Bueno	63	75	83	87
	Hileras rectas c/ residuo	Pobre	64	75	83	86
		Bueno	60	72	80	84
	En contorno	Pobre	63	74	82	85
		Bueno	61	73	81	84
	En contorno c/ residuo	Pobre	62	73	81	84
		Bueno	60	72	80	83
Siembra de verdeos de gramíneas y leguminosas	Contorno y terrazas	Pobre	61	72	79	82
		Bueno	59	70	78	81
	Contorno y terrazas, c/ residuo	Pobre	60	71	78	81
		Bueno	58	69	77	80
	Hileras rectas	Pobre	66	77	85	89
		Bueno	58	72	81	85
	En contorno	Pobre	64	75	83	85
		Bueno	55	69	78	83
Contorno y terrazas	Pobre	63	73	80	83	
	Bueno	51	67	76	80	

Balance de agua

$$P = Q + F + I_o$$

P : Precipitación

Q : Escurrimiento

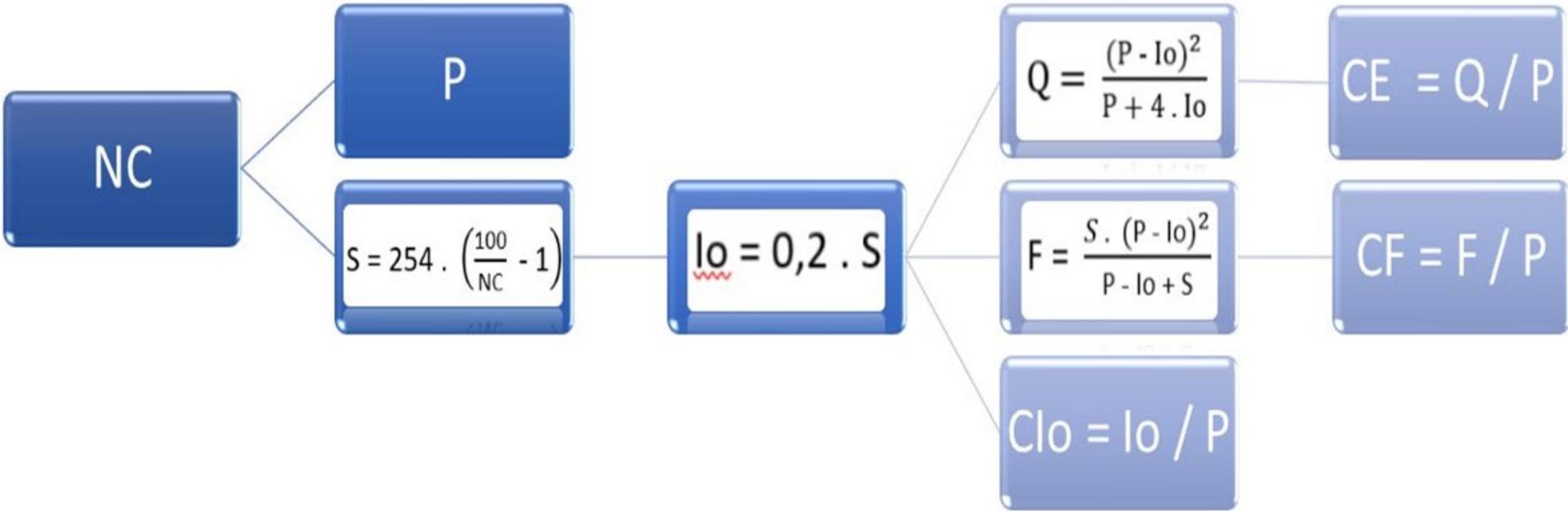
F : Infiltración

I_o: Pérdidas iniciales (abstracciones)

PRECIPITACION ⇒ alcanza la máxima infiltración y se genera **Q**

Método del NC para las abstracciones

COEFICIENTES



Coeficientes

Porcentaje de precipitación que genera cada factor hidrológico

Coeficiente de Escurrimiento

$$CE = \frac{Q}{P}$$

Coeficiente de Infiltración

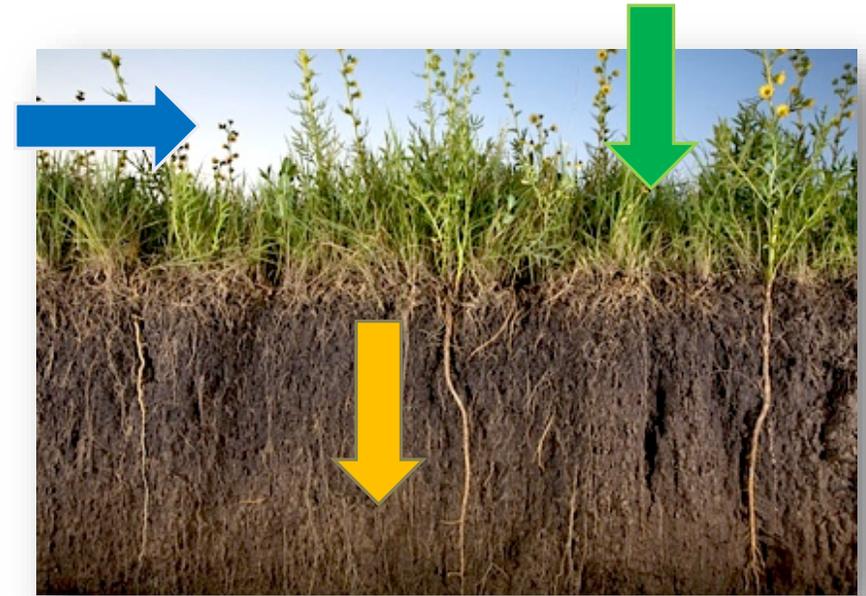
$$CF = \frac{F}{P}$$

Coeficiente de Abstracciones

$$CI_0 = \frac{I_0}{P}$$

CE = 0,85 mayor escurrimiento

CE = 0,11 mayor infiltración



Esta foto de Autor desconocido está bajo licencia [CC BY-SA-NC](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/)

GEOQ

Herramienta
geomática aplicada al
agua y al ambiente.



CONSIDERACIONES INICIALES GeoQ

- ✓ **Modelo hidrológico** implementado en el software geográfico QGIS®, diseñado desde la versión 3,18.
- ✓ Se diseñó en lenguaje Python como un plugin de QGIS, específicamente como **complemento**.
- ✓ Establece el procesamiento de un conjunto de mapas temáticos de entrada, a través de modelos matemáticos, para producir uno o varios mapas de respuesta **aplicando el NC**.
- ✓ Es de **libre acceso** y gratuita para cualquier usuario.

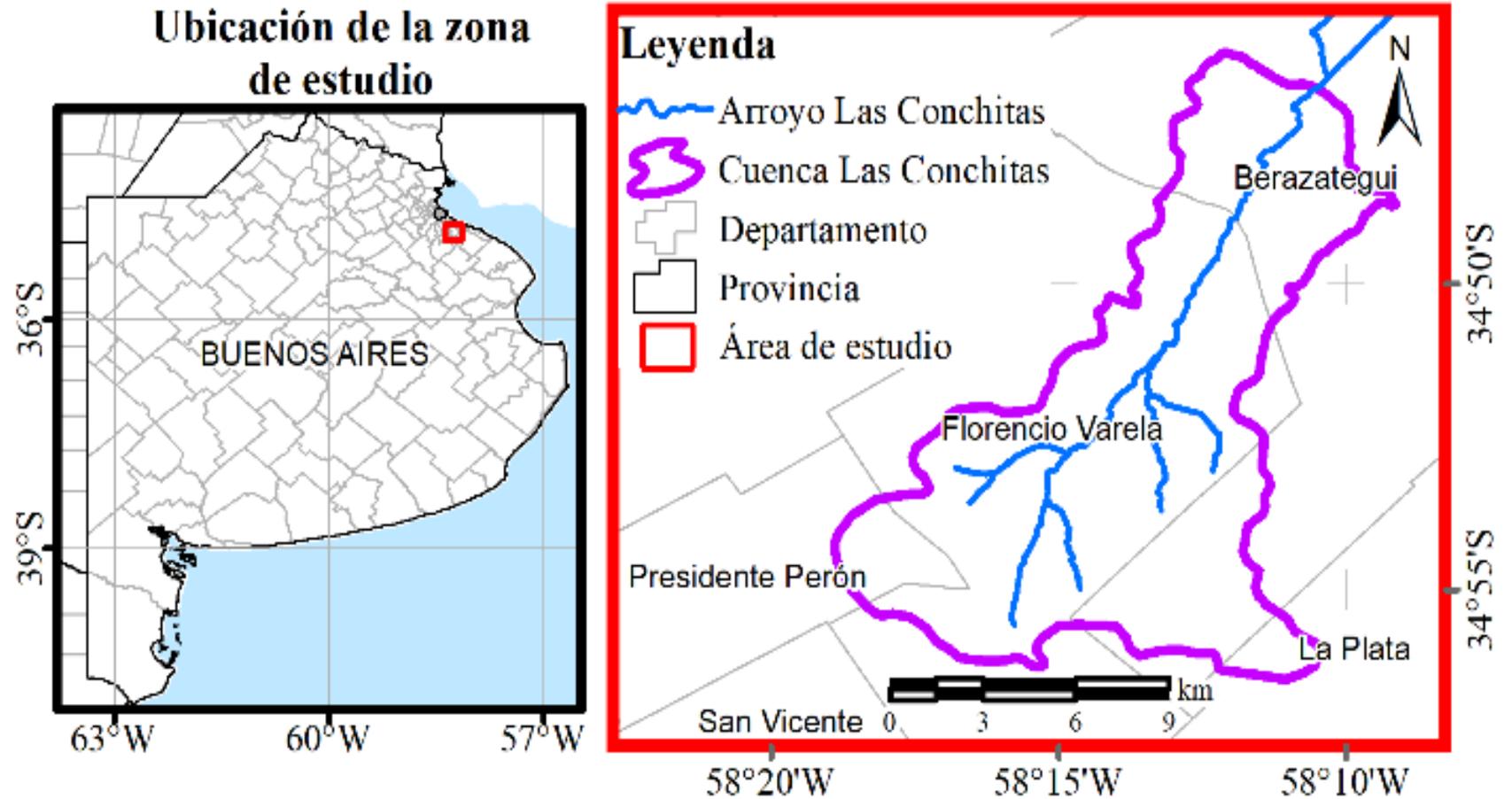
FUNCIONAMIENTO

El GeoQ requiere los siguientes datos de inicio para aplicar el **método del NC**:

- ⇒ El dato de la tormenta a modelar (en milímetros).
- ⇒ Dos archivos vectoriales de tipo polígono de la cuenca hidrográfica a estudiar, codificados según la tabla de atributos del **grupo hidrológico (GH)** y la distribución de la **vegetación y/o uso del suelo**.
- ⇒ Tabla de **Condición de Humedad Antecedente (CHA)**.

A partir de datos de entrada de **GH** y **cobertura y uso del suelos**, y posterior procesamiento a través de una base de datos **CHA** elaborada para tal fin, se genera un mapa de **distribución espacial de la lámina de escorrentía** (en milímetros) a través de la aplicación del y los coeficientes de escurrimiento, infiltración y de abstracciones iniciales, en formato vectorial / tabular.

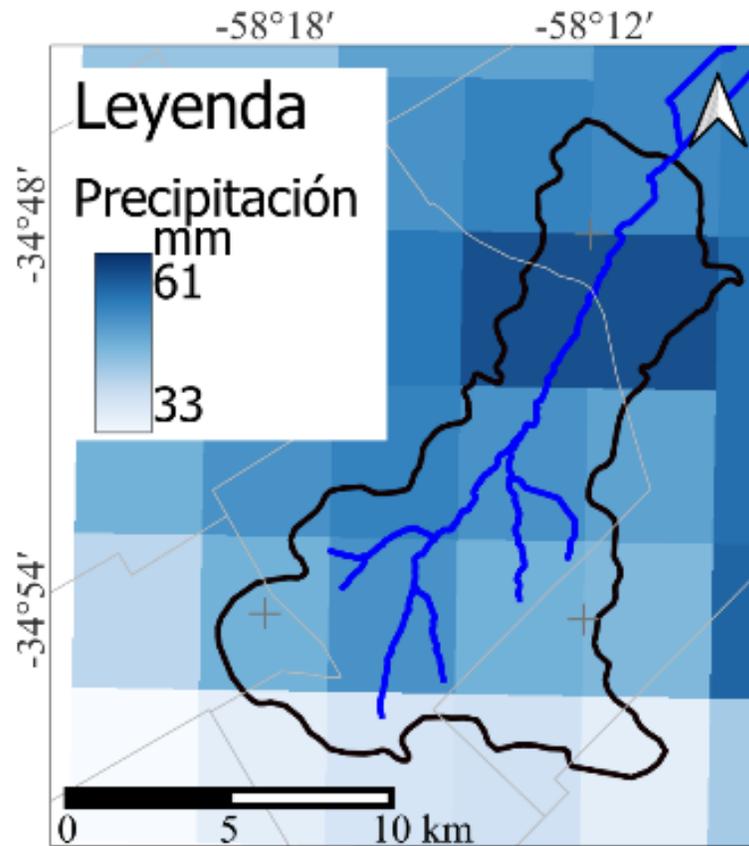
Caso de estudio: Cuenca A° Las Conchitas



Distribución de la precipitación (mm) (07/02/2014)

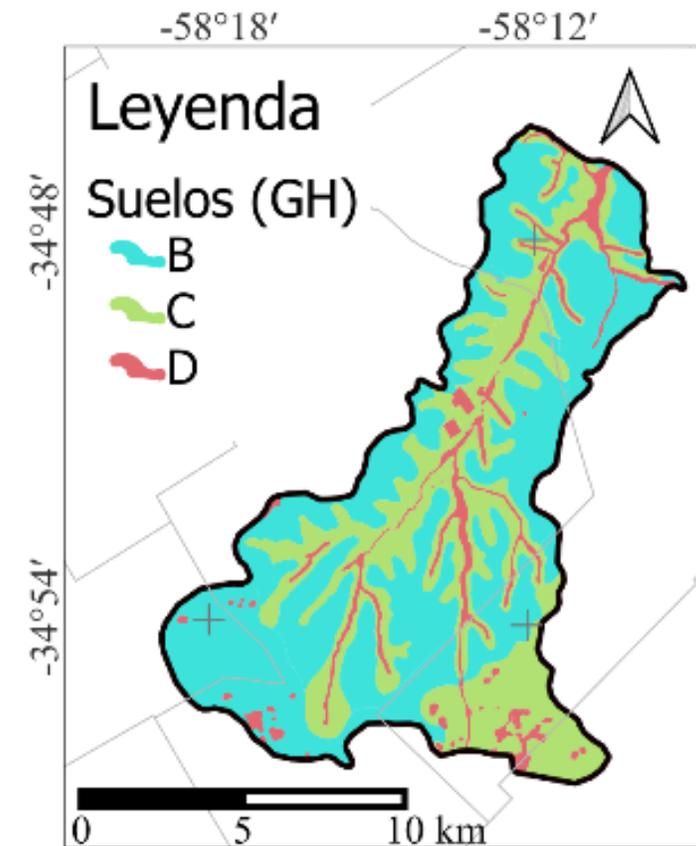
CHRS Data Portal

(Centro de Hidrometeorología y percepción Remota)
www.chrsdata.eng.uci.edu



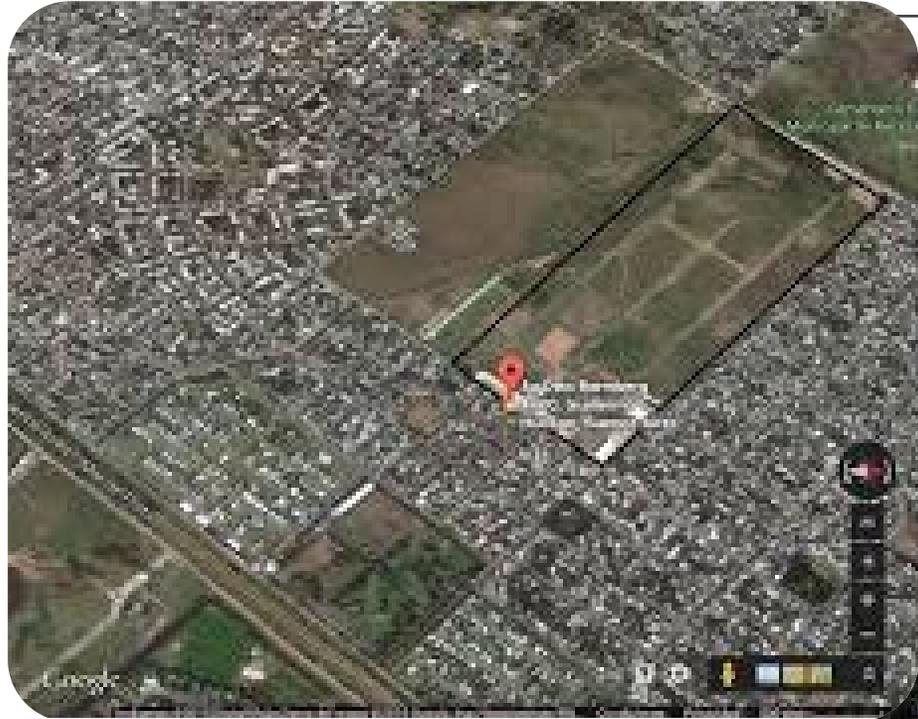
Zonificación del grupo hidrológico del suelo

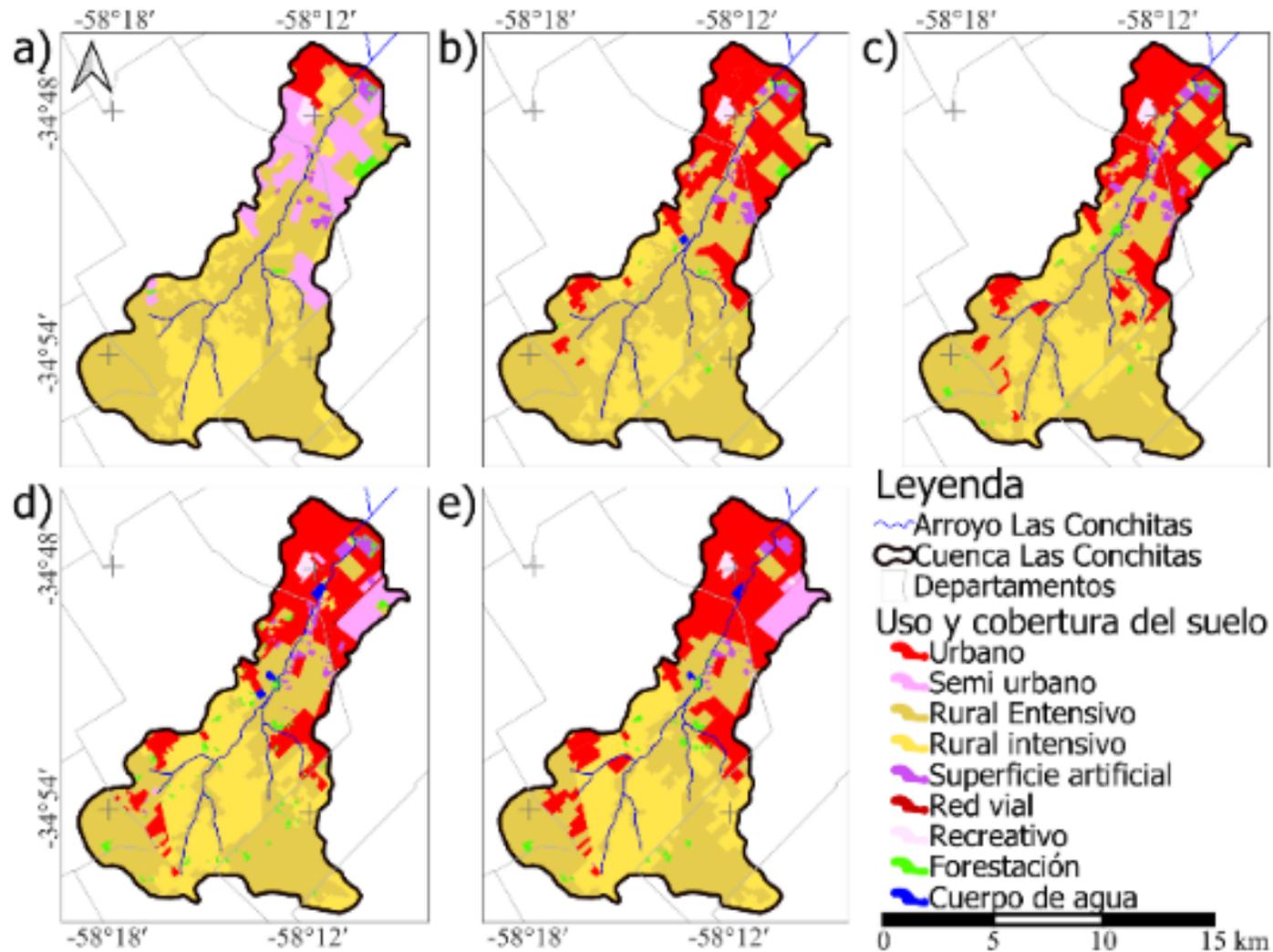
(Plan piloto de Gestión de las Cuencas Hídricas de Pequeñas Dimensiones, Cuencas Arroyos Conchitas-Plátanos y Baldovinos (UIDD-GA, 2011))





USO DEL SUELO



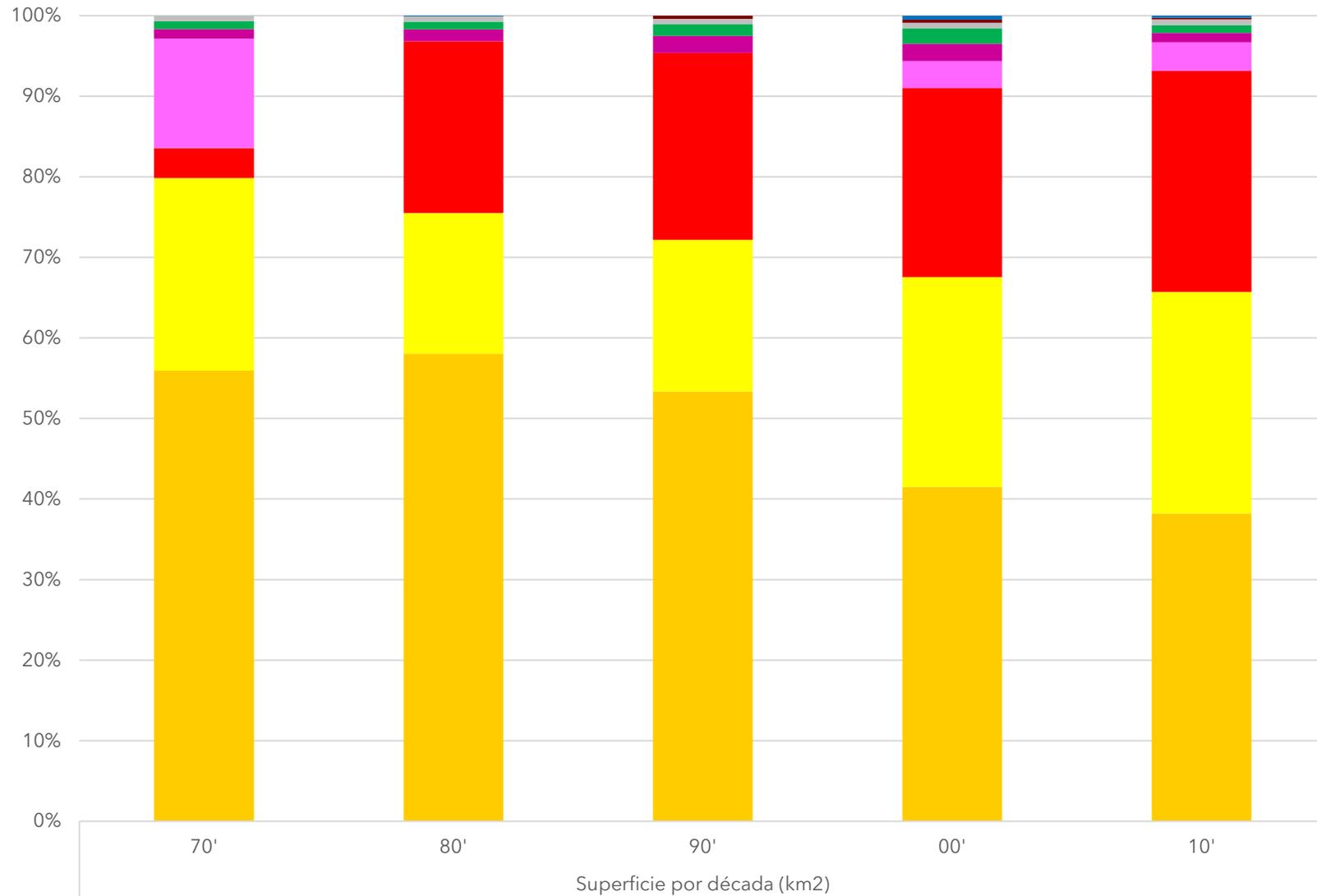


Zonificación decádica del uso del suelo

Adaptado de Calvo et al. (2014) y verificado mediante técnicas de interpretación sobre imágenes, principalmente Google Earth.

1970(a), 1980(b), 1990(c), 2000(d) y 2010(e).

Cambio de uso del suelo decádico



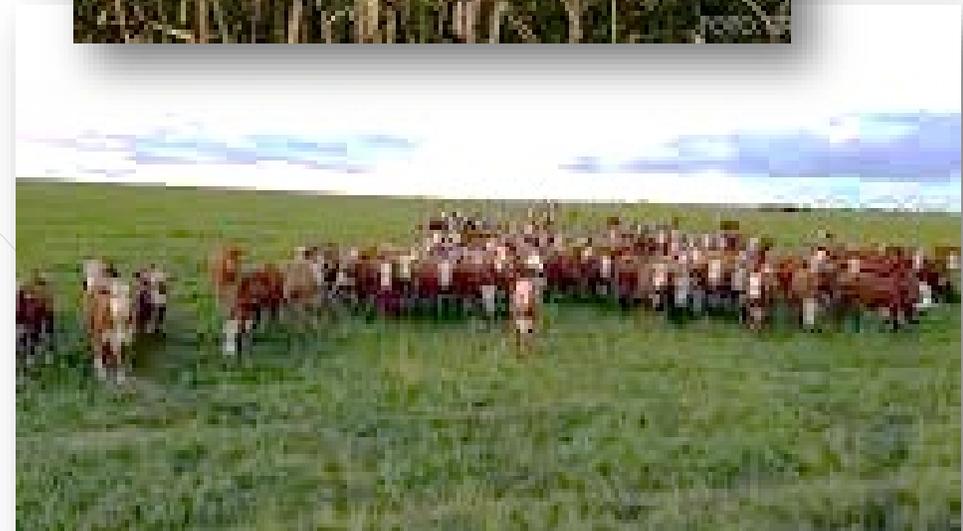
RE RI U SU SA F R V A

Uso y cobertura del suelo

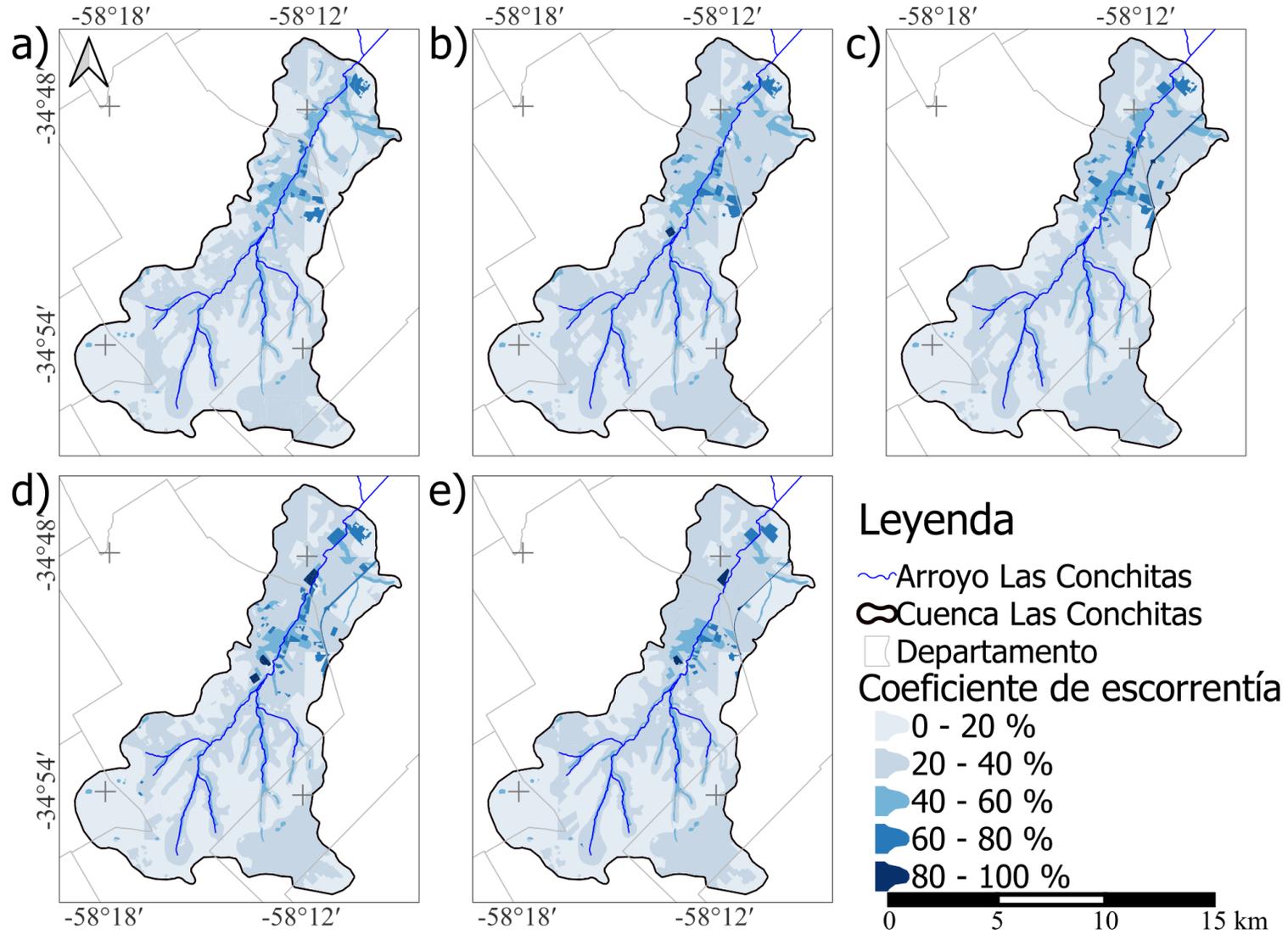
- Urbano
- Semi urbano
- Rural Extensivo
- Rural intensivo
- Superficie artificial
- Red vial
- Recreativo
- Forestación
- Cuerpo de agua



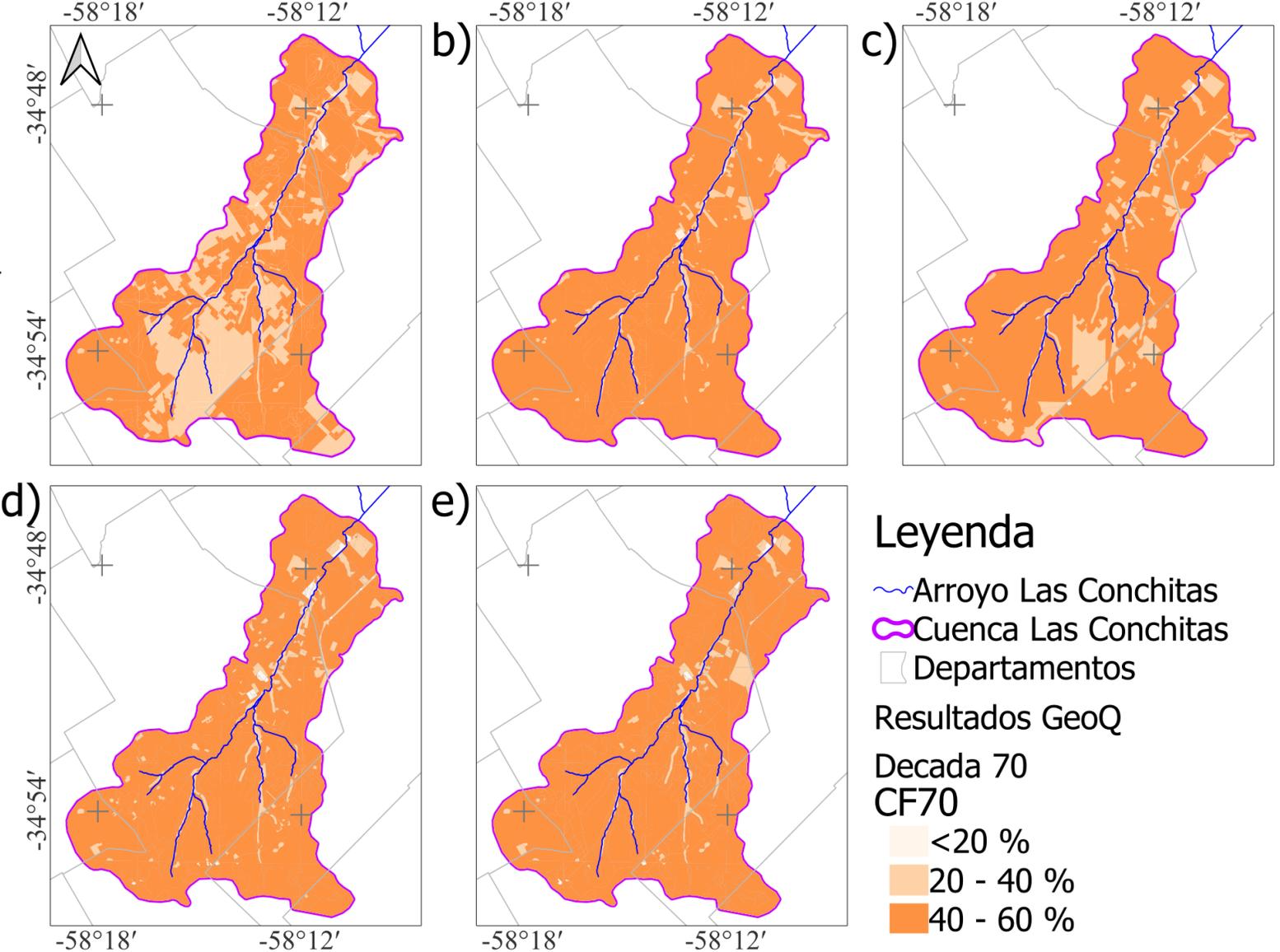
RESULTADOS DE GEOQ



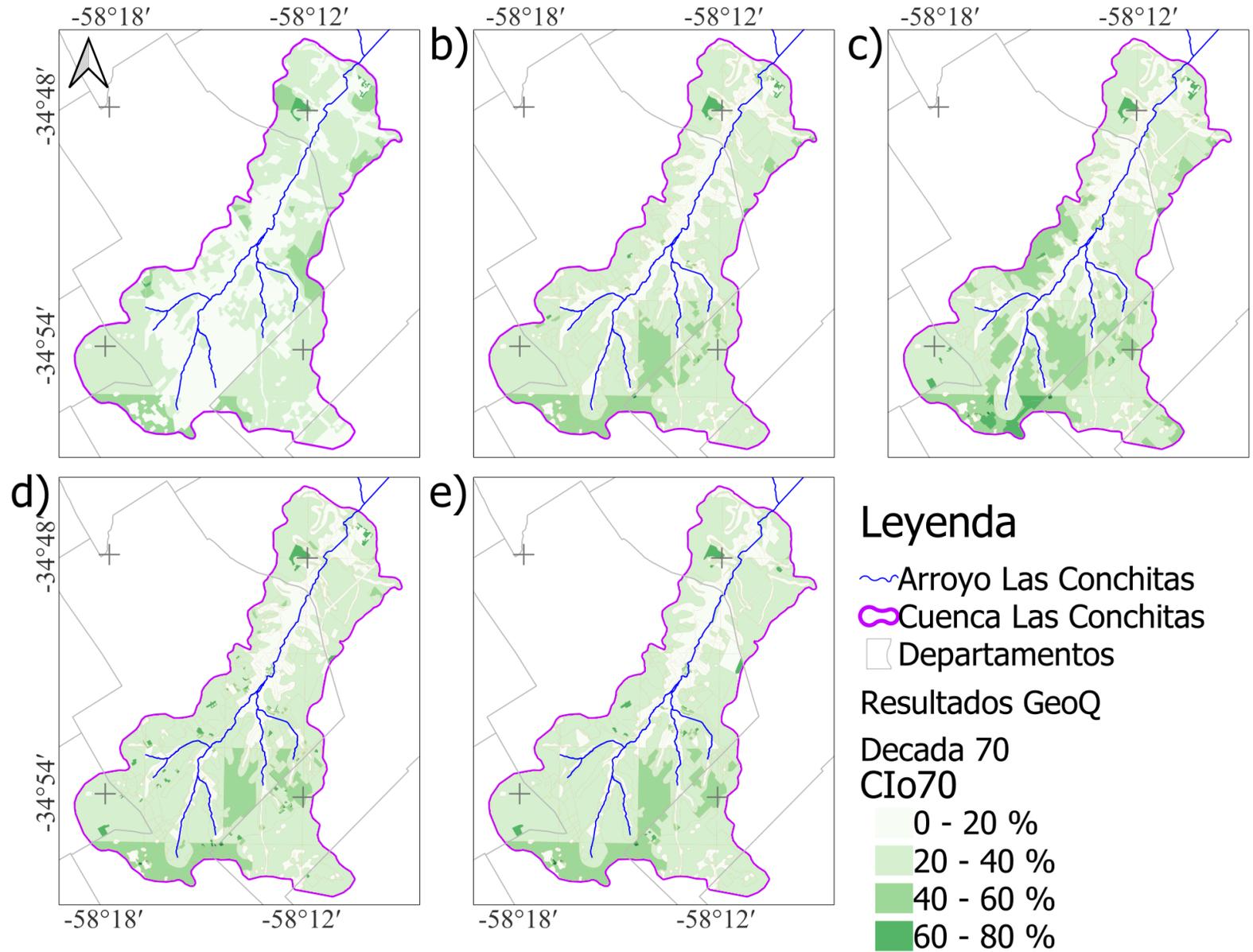
Coeficiente de escorrentía



Coeficiente de infiltración



Coeficiente de abstracciones



CONCLUSIONES

La sistematización de procesos geoespaciales del GeoQ, permitió la zonificación de componentes hidrológicos y estudiar el efecto de los cambios de uso del suelo sobre la dinámica hídrica superficial en ambientes de baja pendiente es esencial para **identificar el comportamiento del agua superficial en este tipo de geoformas.**

Estos resultados aportan información espacio temporal a los **tomadores de decisiones** sobre la planificación del territorio frente a las consecuencias del cambio climático y a las complejidades del avance de la urbanización que provocan la impermeabilización del suelo.

CONCLUSIONES

La **herramienta GeoQ** es de utilidad para su uso a nivel de cuencas hidrográficas bajo el software libre QGis, y brindar apoyo tecnológico utilizado por la comunidad académica y de gestión de los recursos suelo-agua-vegetación, en la protección y conservación, su disponibilidad y gestión ambiental.

La implementación de imágenes satelitales de la distribución de lluvias permitió modelar con mayor precisión la dinámica hídrica superficial de eventos, y demostrar la heterogeneidad del fenómeno considerando su respuesta ante el complejo suelo-vegetación.



Facultad de Ciencias
Agrarias y Forestales



UNIVERSIDAD
NACIONAL
DE LA PLATA



GRACIAS



fgaspari@agro.unlp.edu.ar

fabio.montealegre@agro.unlp.edu.ar



<https://github.com/fabalmon/GeoQ>