



DRENAJES URBANOS DE ROSARIO

BREVE RESEÑA

Erik Zimmermann

Departamento de Hidraulica. Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura. UNR.

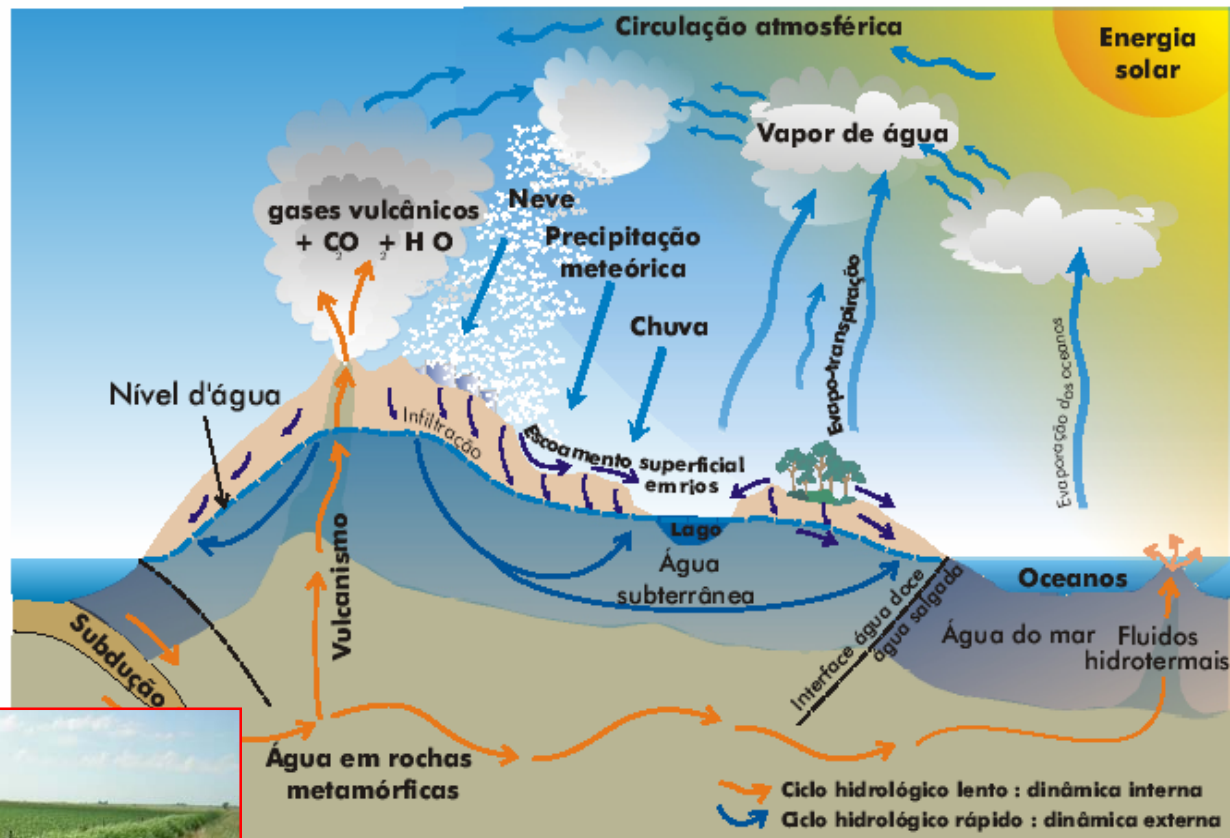


Fig. 7.1 O ciclo hidrológico.

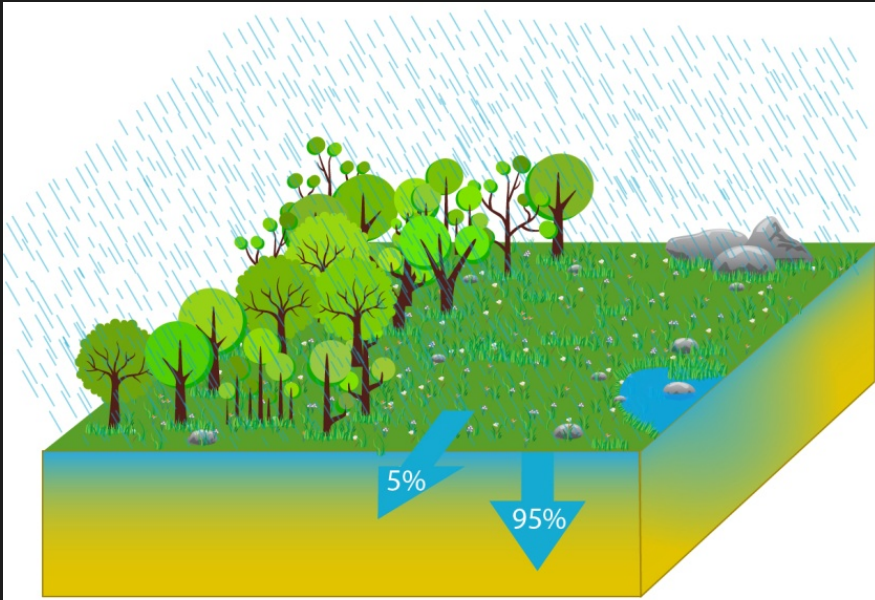
TEIXEIRA, TOLEDO, FAIRCHILD e TAIOLI - São Paulo: Oficina de Textos, 2000.



Pampa Ondulada (Argentina)

CICLO HIDROLÓGICO

CICLO HIDROLÓGICO AREA URBANIZADA



Antes



Después

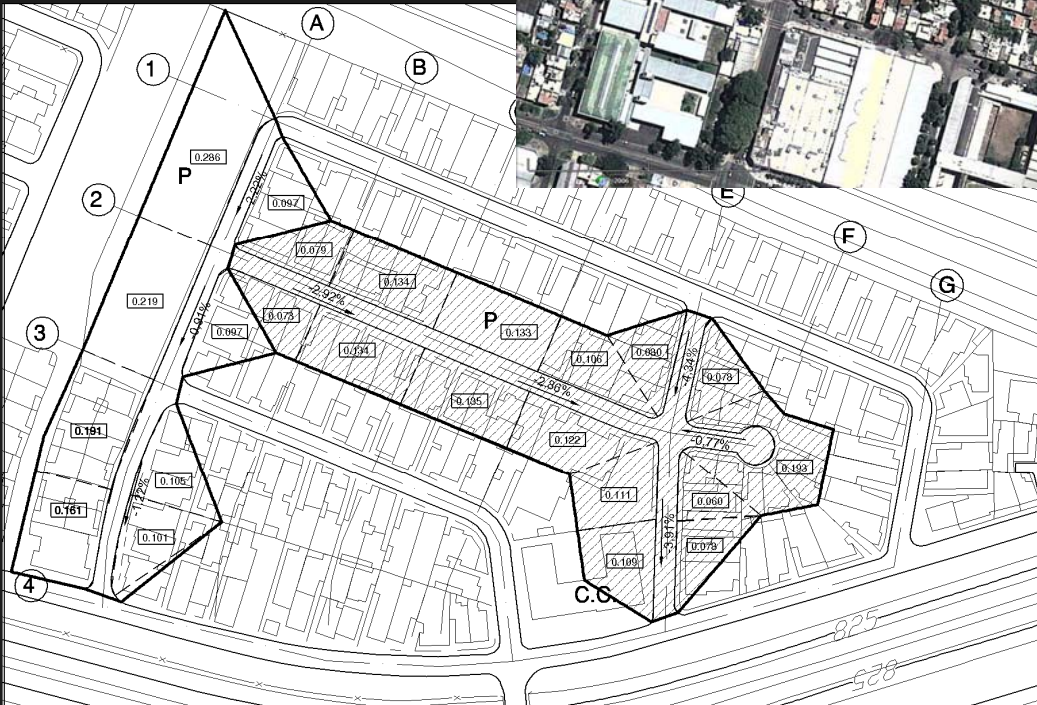
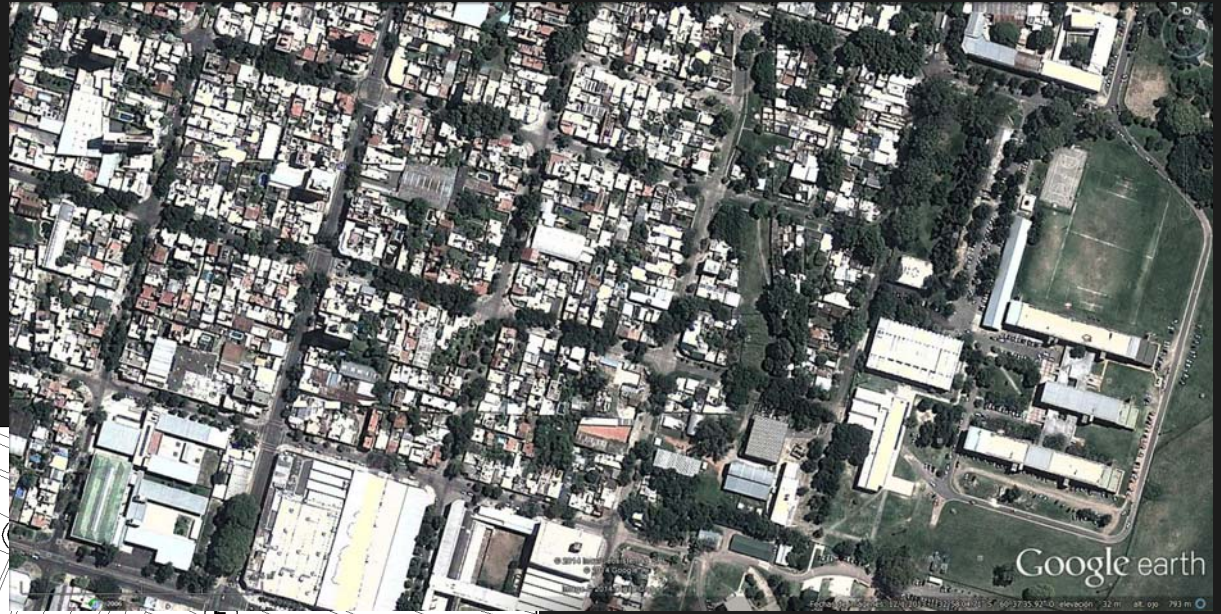
DRENAJE A ESCALA DE MANZANA



Cordón cuneta



DRENAJE A ESCALA DE MANZANAS



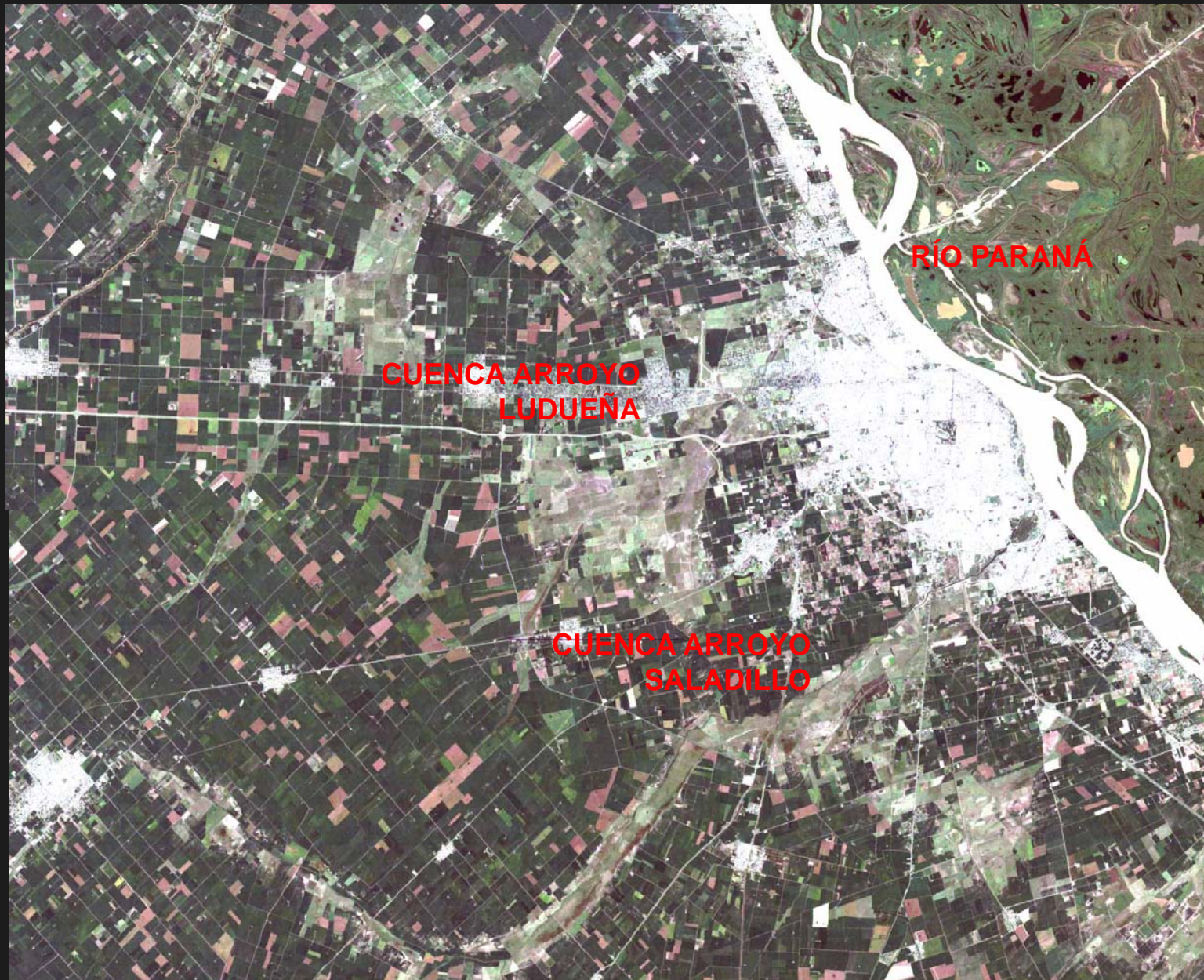
DRENAJE A ESCALA DE SUBCUENCA



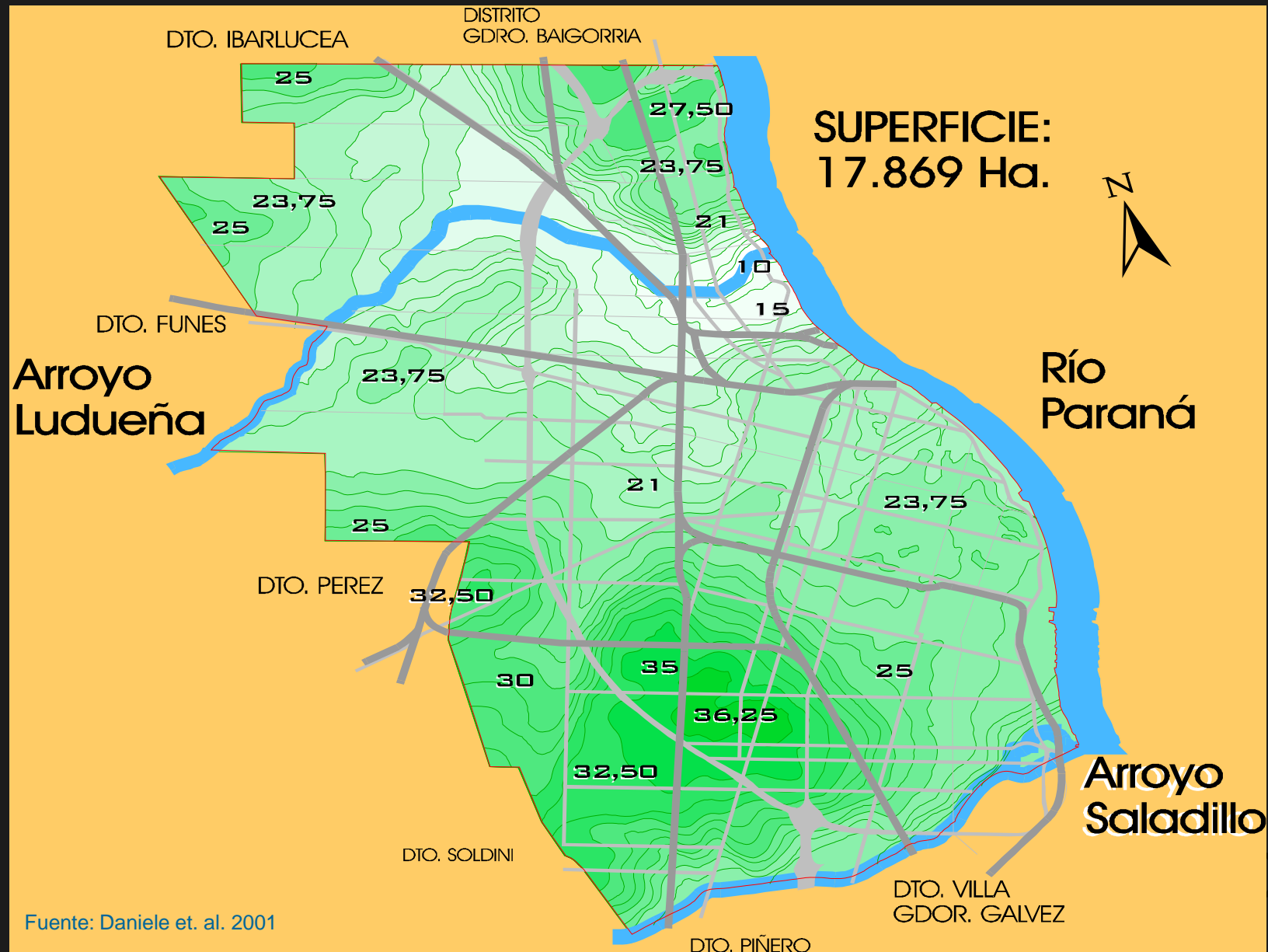
DRENAJE A ESCALA DE CUENCA



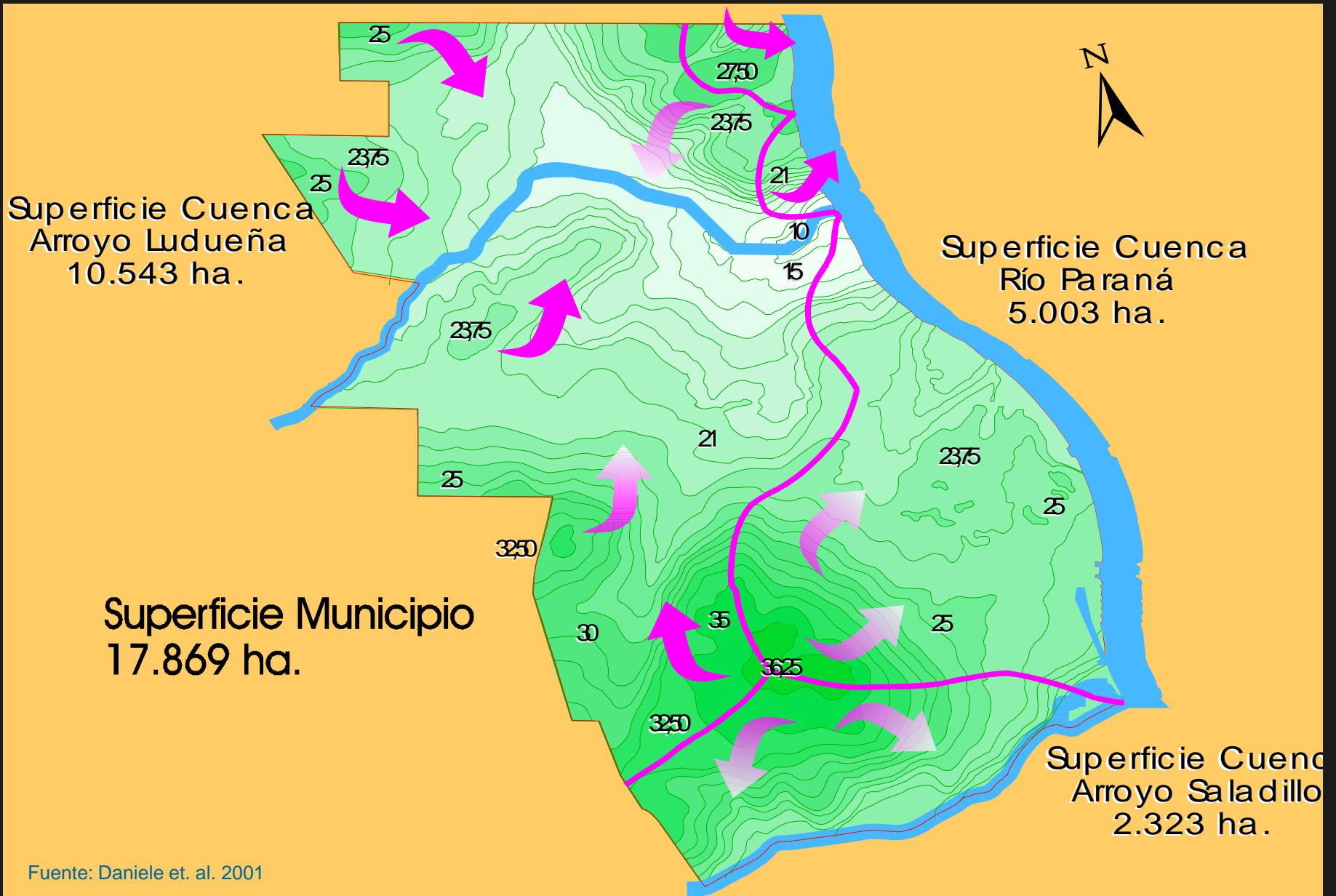
MUNICIPIO DE ROSARIO



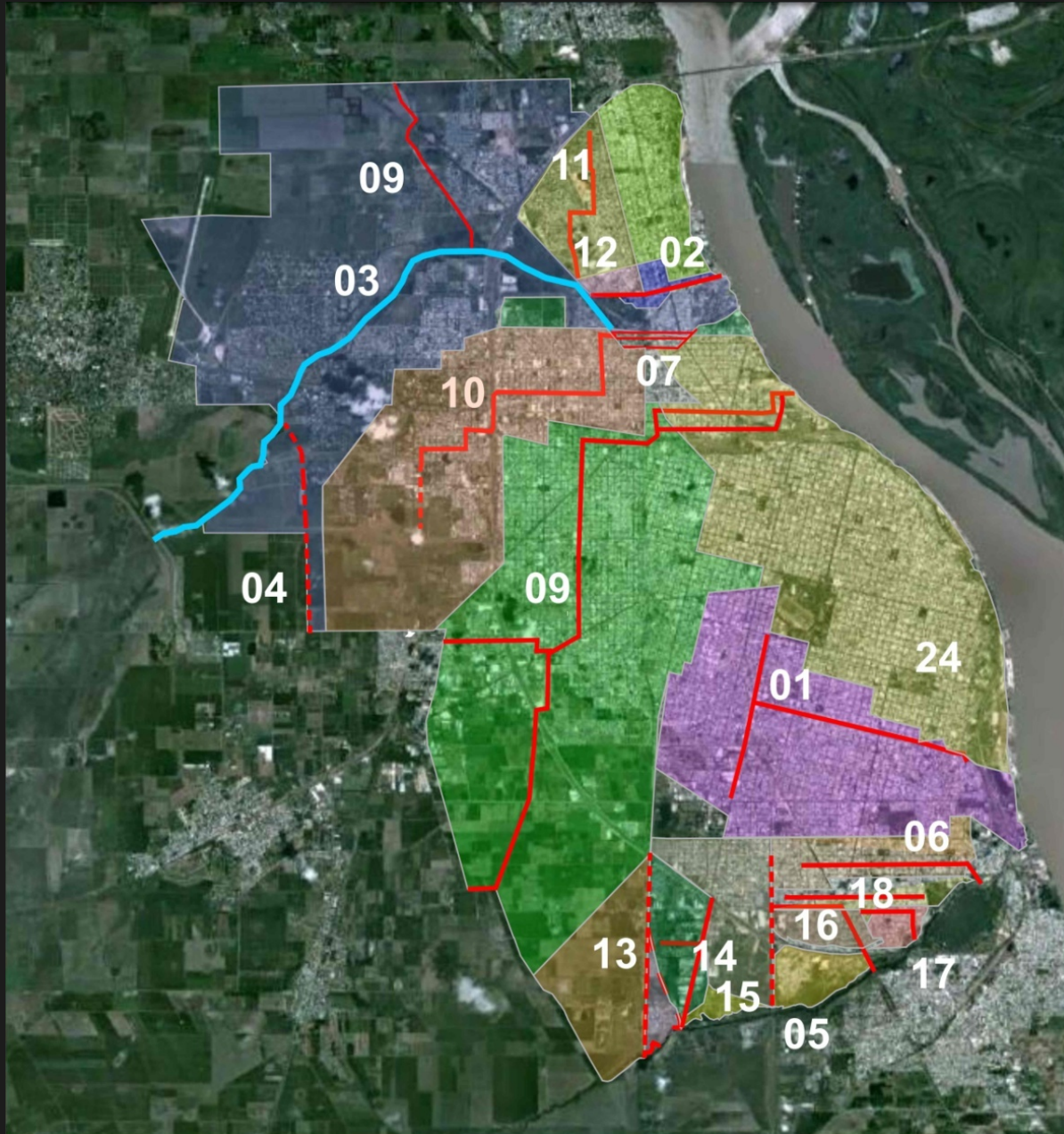
LA CIUDAD: SUPERFICIE - LIMITES - NIVELES - CURSO DE AGUA



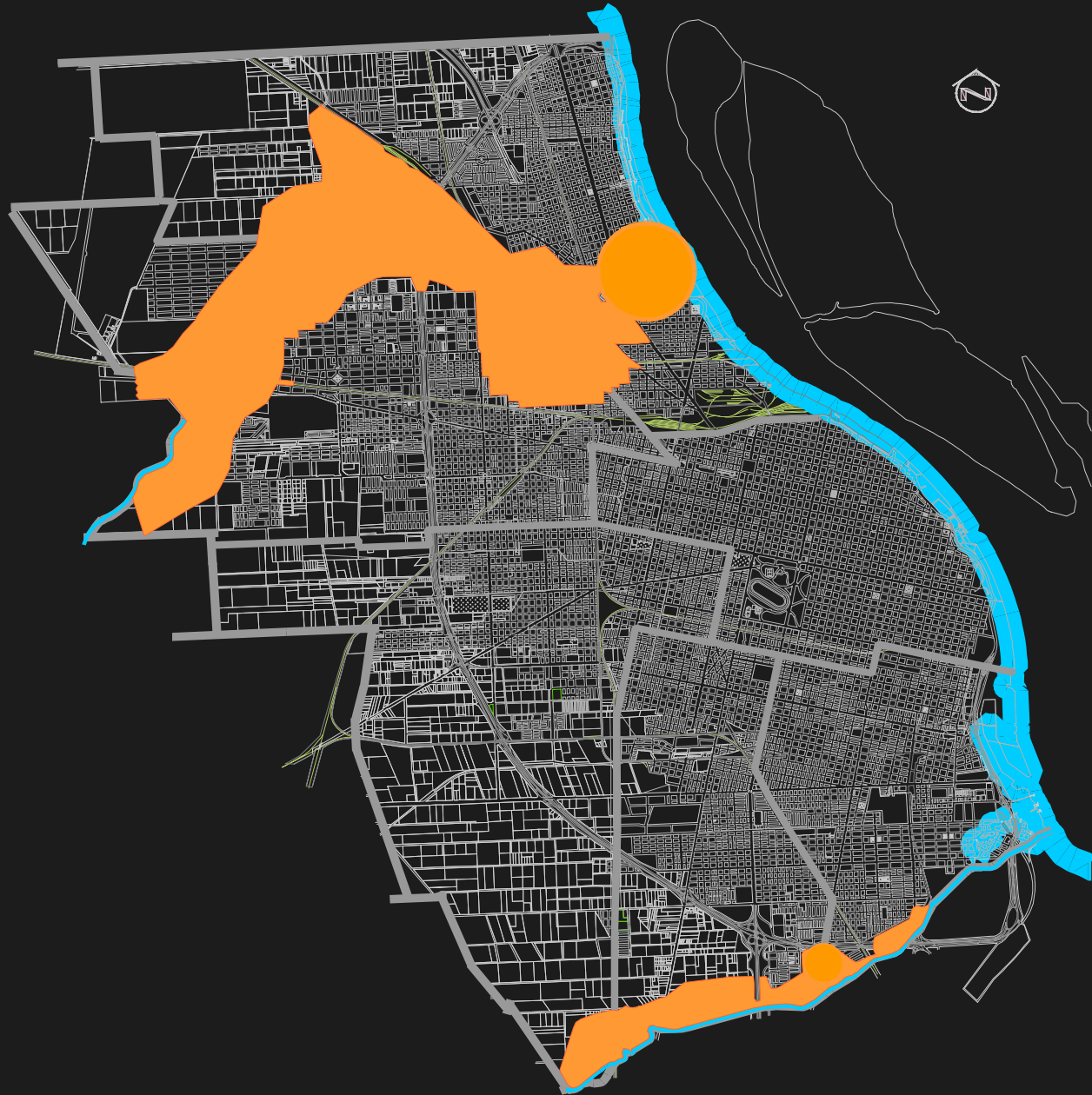
CUENCAS HIDROGRÁFICAS



SUBCUENCAS MUNICIPIO DE ROSARIO



DESBORDES ARROYOS LUDUEÑA Y SALADILLO - AÑO 1986



CUENCAS DE LOS ARROYOS LUDUEÑA Y SALADILLO

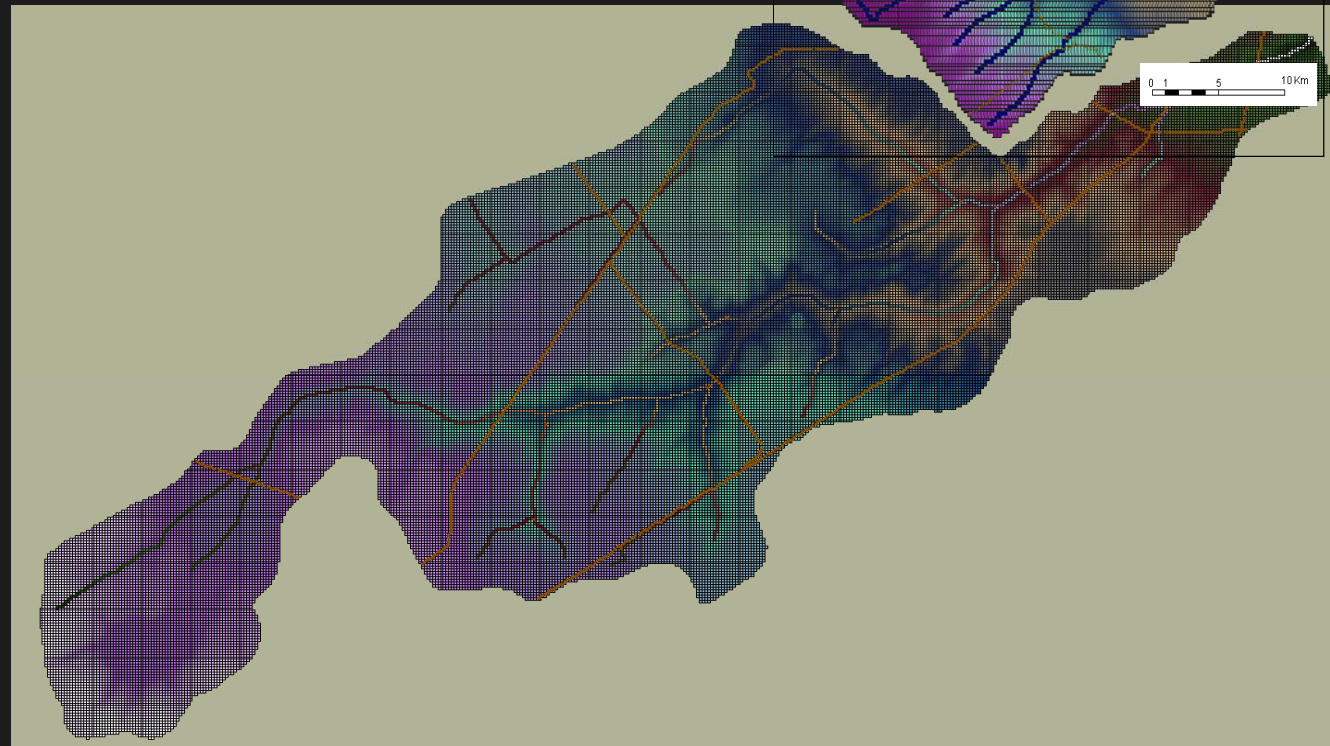
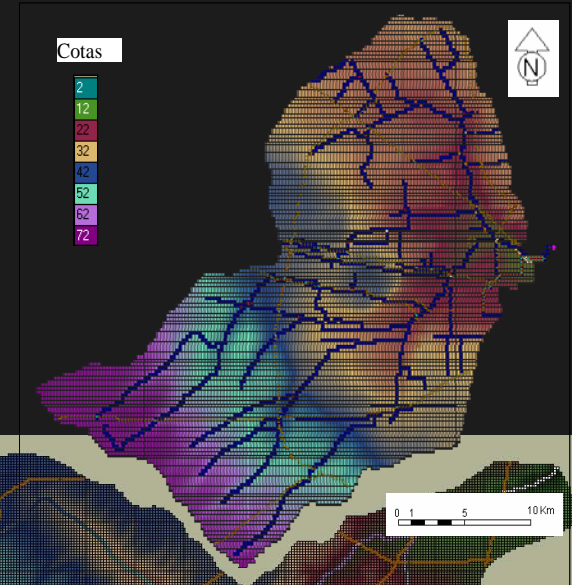
ARROYO LUDUEÑA

Area : 700 km²

Pendiente media:0.1%

Longitud de cursos: 160 km

Tributarios: Canales Ibarlucea
y Salvat



ARROYO SALADILLO

Area : 3200 km²

Pendiente media:

0.06%

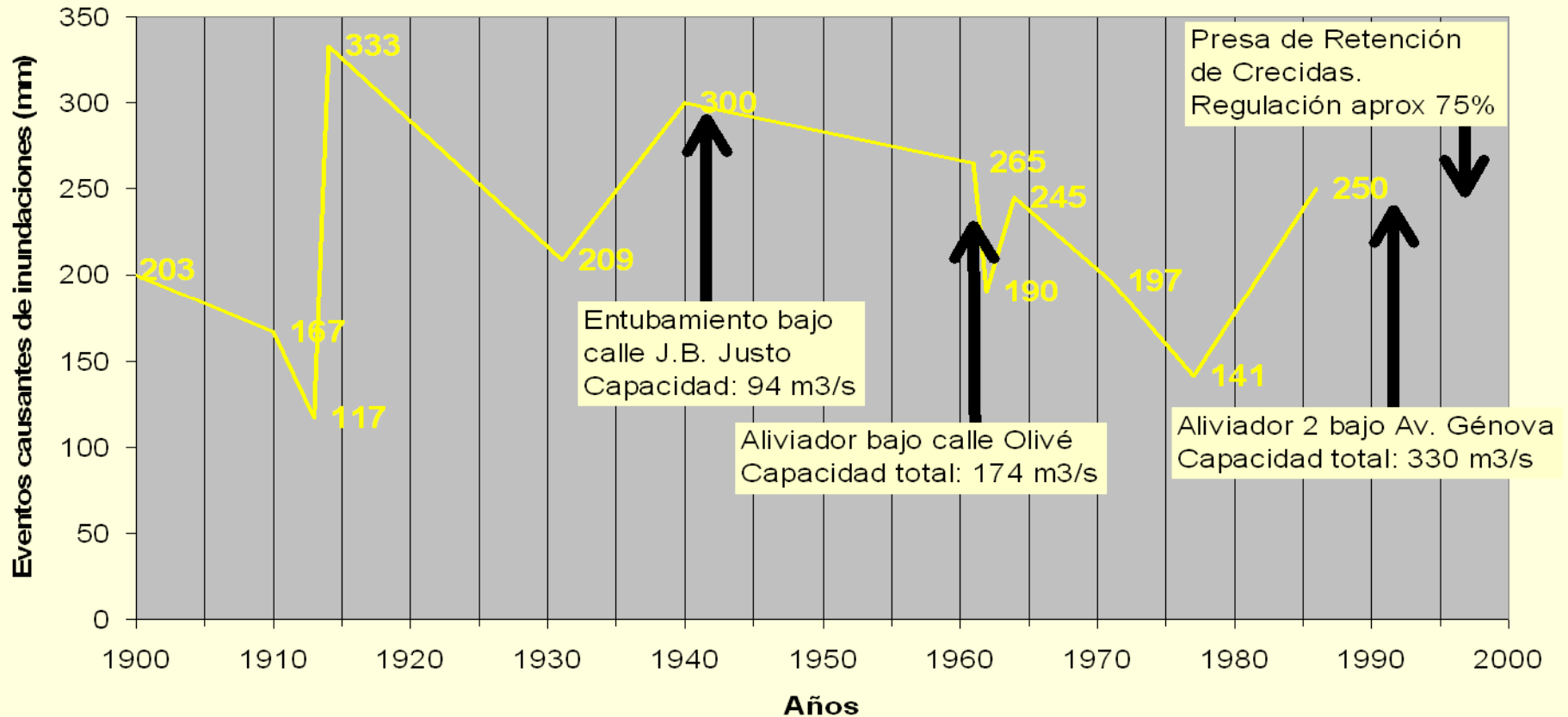
Longitud de cursos:

400 km

Tributarios: Canales
La Candelaria,
Fuentes, Sanford-
Arequito y otros

ANTECEDENTES

Antecedentes históricos de eventos y obras realizadas en la cuenca del A° Ludueña



ANTECEDENTES

Desbordes de los arroyos Saladillo y Ludueña en 1986.

Fuente: Daniele et al. DGHyS. MdeR, 2001

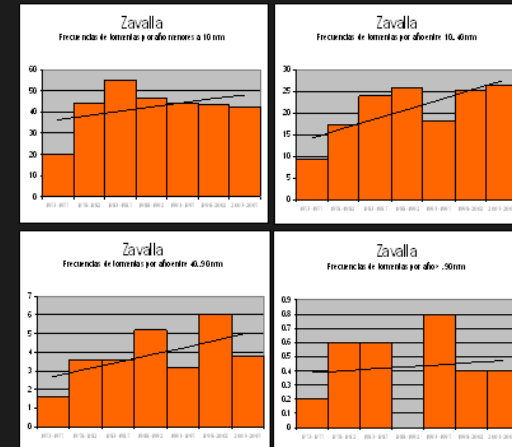
Evolución demanda de capacidad de conducción Arroyo Ludueña

LLUVIA 250 y 300 mm en 2-3 DIAS



FACTORES CAUSANTES

- Climáticos (en menor medida)
- Mayor frecuencia de tormentas medianamente intensas.
- Condición antecedente más húmeda
- Uso del suelo (muy significativos)
- Expansión de fronteras agrícolas, predominio del monocultivo - soja, aumento del laboreo del suelo, densificación de caminos rurales:
- Canalizaciones clandestinas
- Uso de bajos naturales
- Urbanizaciones en áreas rurales y periurbanas

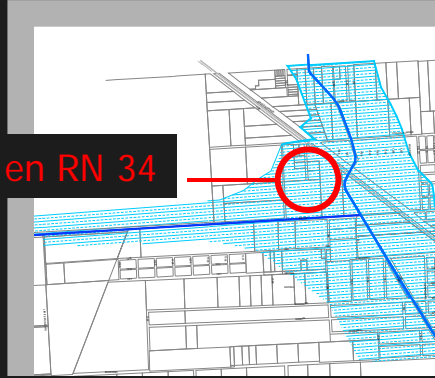


Respuesta hidrológica más rápida
Mayor impermeabilidad



ANEGAMIENTOS EN ZONA NORTE DE LA CIUDAD DE ROSARIO

Tormenta del 26-30/03/2007



Alcantarilla en RN 34

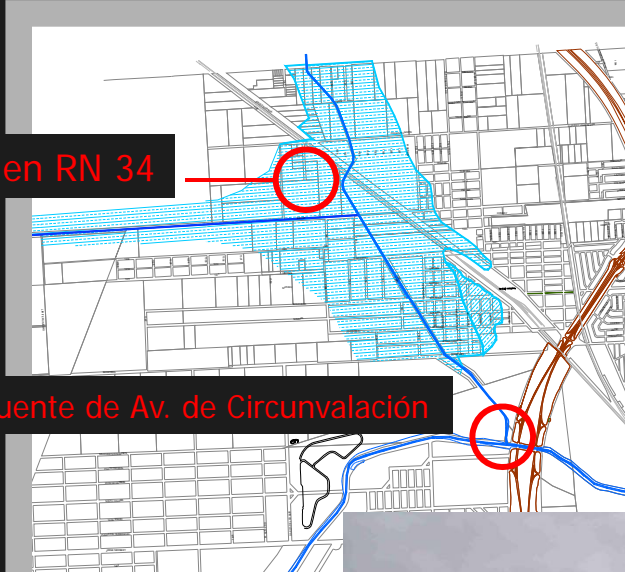
Puente de Av. de Circunvalación



ANEGAMIENTOS EN ZONA NORTE DE LA CIUDAD DE ROSARIO

Tormenta del 26-30/03/2007

Alcantarilla en RN 34



Puente de Av. de Circunvalación



Viernes 30



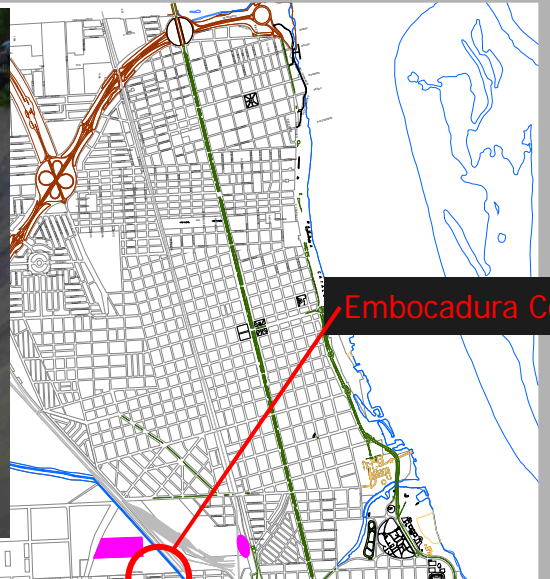
Miércoles 28



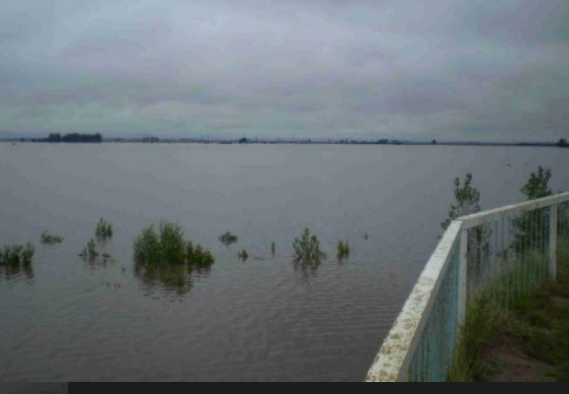
Viernes 30

ANEGAMIENTOS EN ZONA NORTE DE LA CIUDAD DE ROSARIO

Tormenta del 26-30/03/2007



PRESA DE RETENCIÓN DE CRECIDAS DEL ARROYO LUDUEÑA



Jueves 29

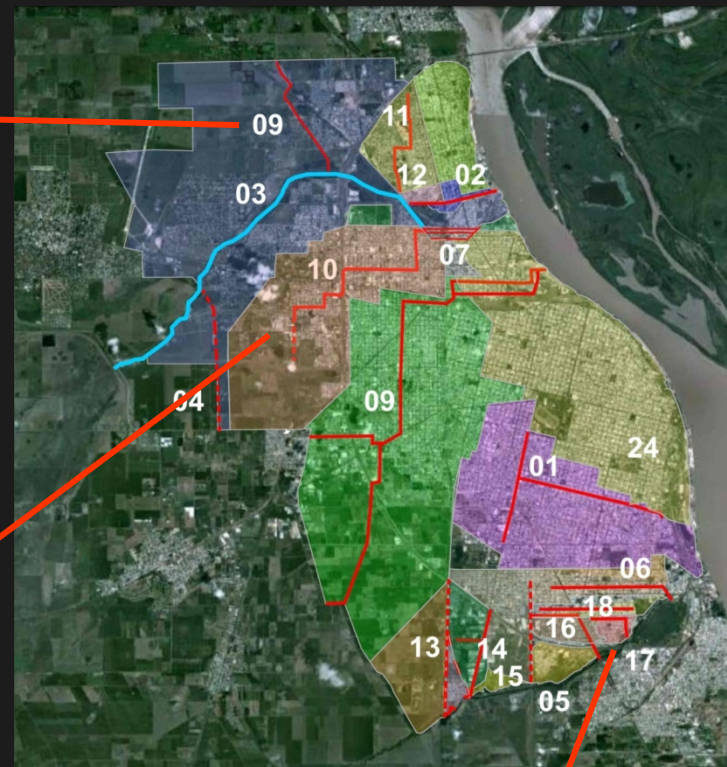
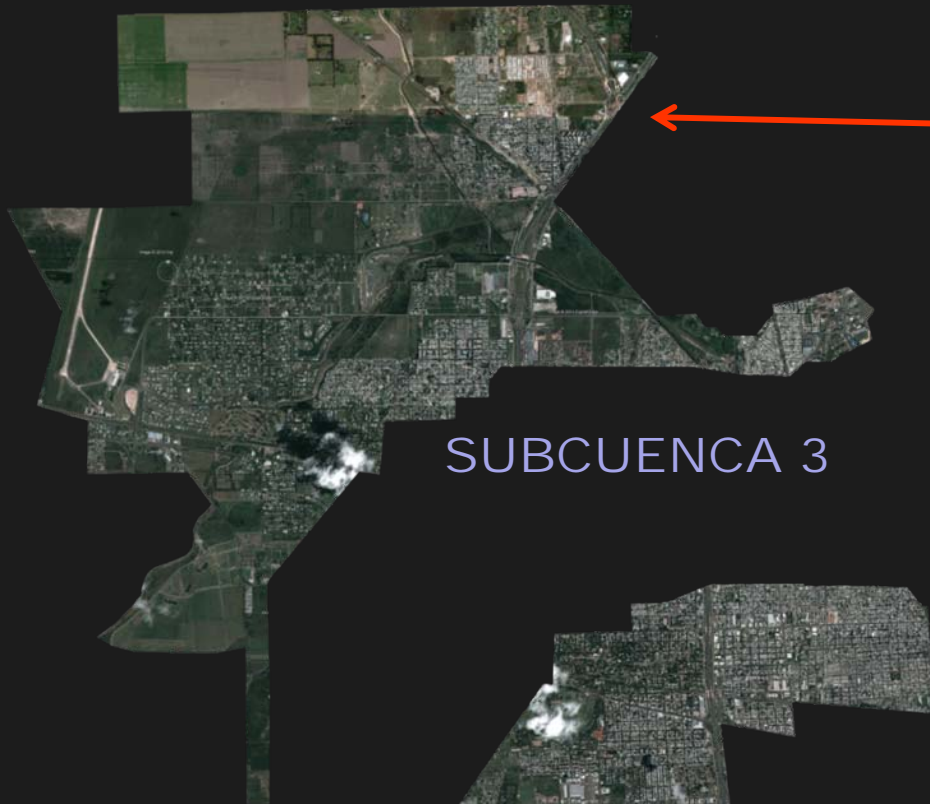
INUNDACIONES EN NUEVO ALBERDI



INUNDACIONES EN FISHERTON 19/12/2012

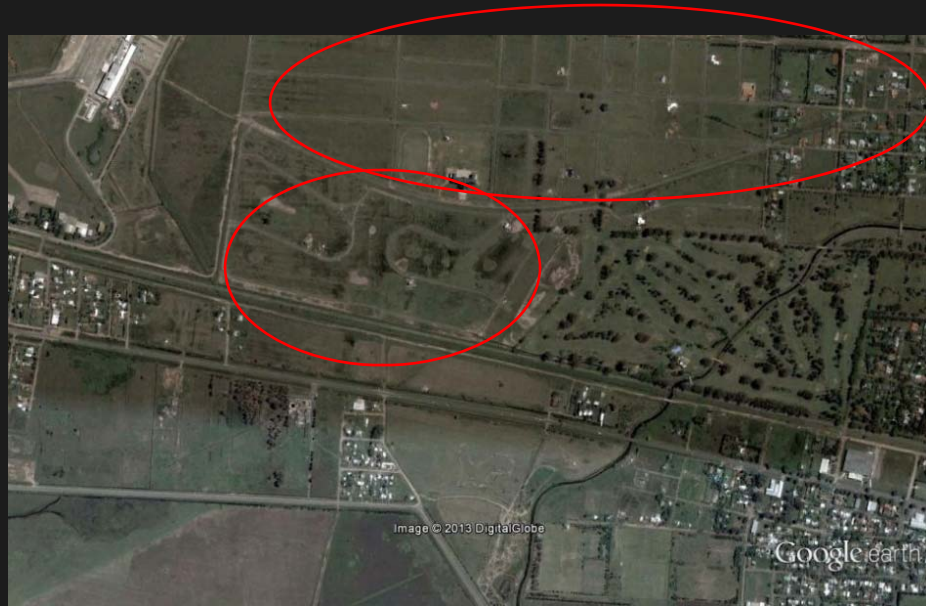


AREAS PROPUESTAS PARA EL ESTUDIO SUBCUENCAS 3, 10, Y 17

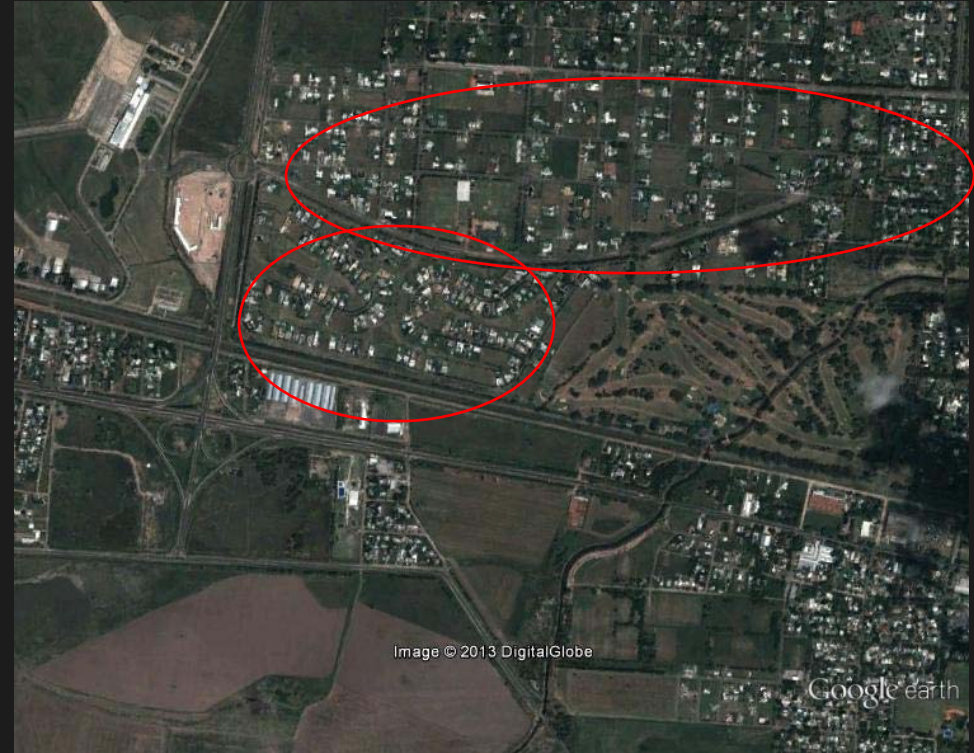
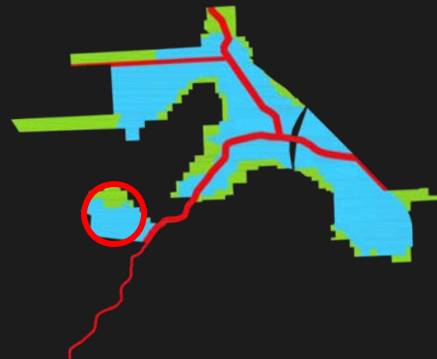


SUBCUENCA 17

EVOLUCIÓN DE LA CONSTRUCCIÓN EN SUBCUENCA 3



Año 2003

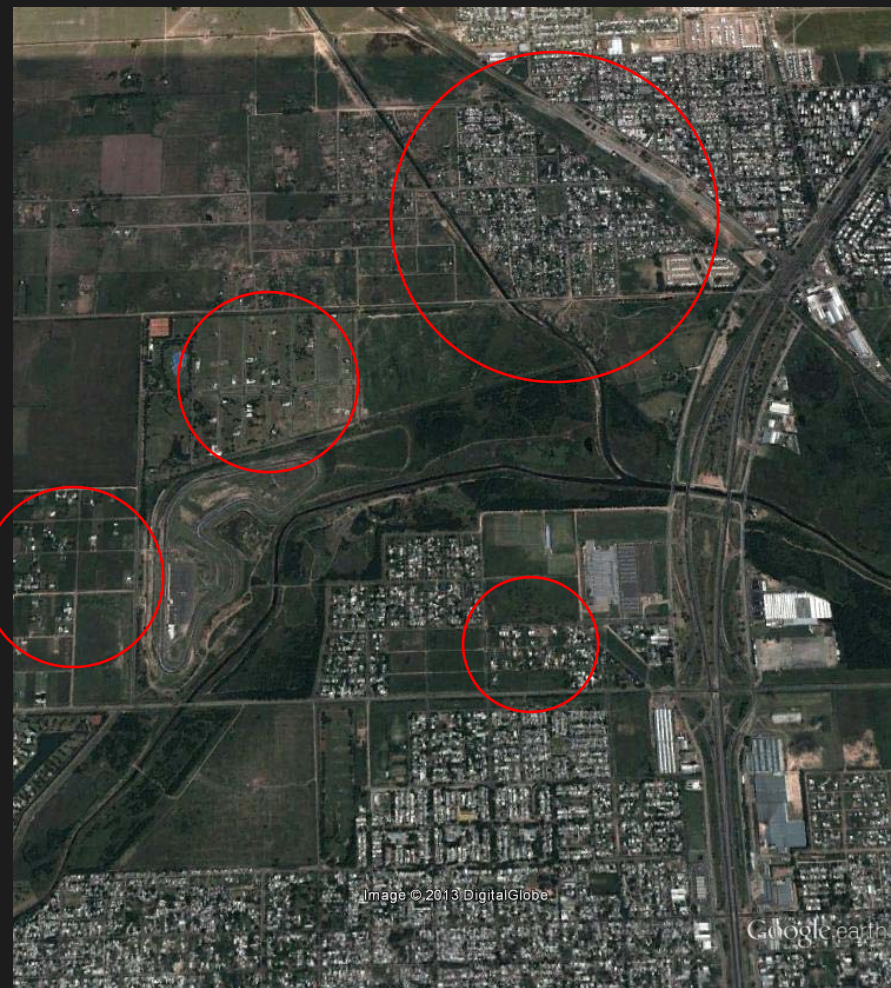


Año 2013

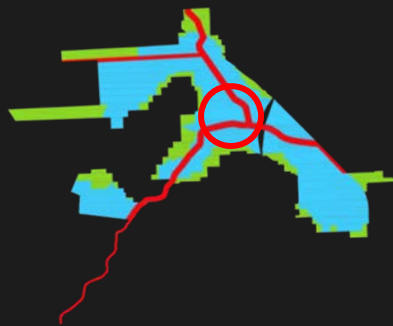
EVOLUCIÓN DE LA CONSTRUCCIÓN EN SUBCUENCA 3



Año 2003



Año 2013



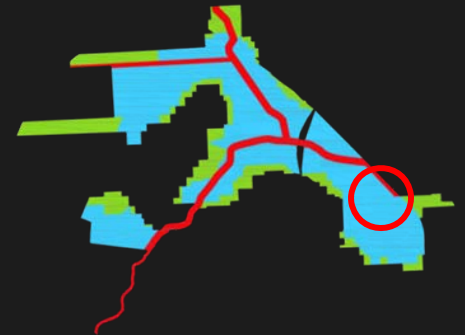
EVOLUCIÓN DE LA CONSTRUCCIÓN EN SUBCUENCA 3



Año 2013



Año 2013



Más de 300 edificios de Rosario ya tienen retardadores pluviales

El sistema, en el que la ciudad es pionera, permite que ante fuertes lluvias 6 millones de litros de agua se viertan a la red progresivamente.

Los reguladores, que buscan retrasar la afluencia de agua en los momentos máximos de lluvia al sistema pluvial, deben estar en todos los edificios de más de 23 metros de altura o más de 500 metros cuadrados en cualquier sector de la ciudad. La misma exigencia se extiende a la construcción de urbanizaciones, independientemente de su número de viviendas.

El sistema de regulación consta básicamente de un reservorio (tanques, cámaras, conductos o cualquier depósito transitorio) con capacidad para almacenar 650 litros en edificaciones de 100 metros cuadrados, 1.200 litros en las de 200 metros cuadrados, 1.600 en las de 300 y así sucesivamente.

Precipitación de 50 mm → $50 \text{ L/m}^2 * 100 \text{ m}^2 = 5\,000 \text{ L}$ → **aprox 12% precipitación**

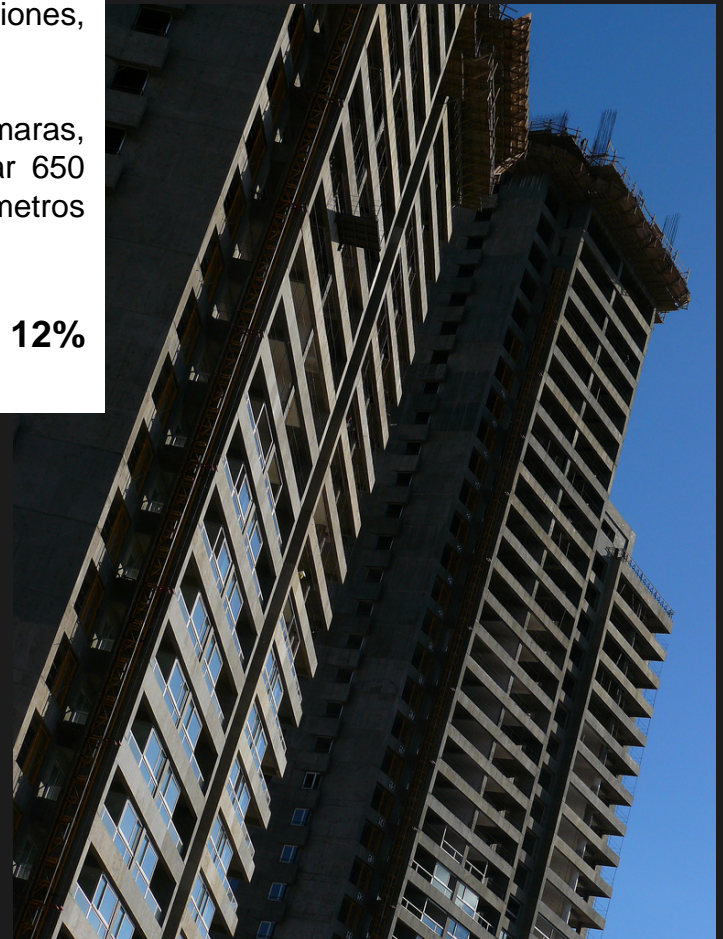
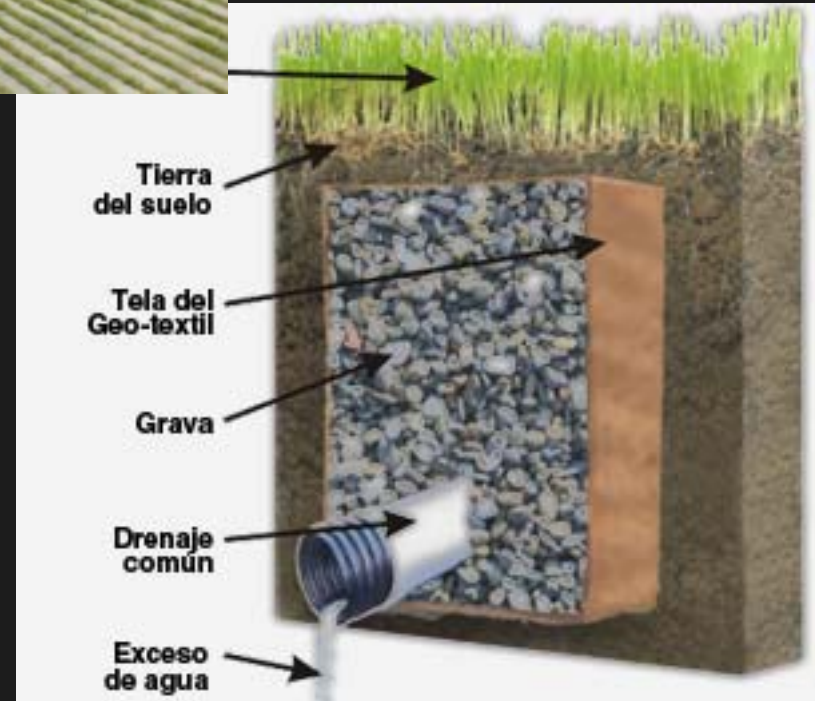
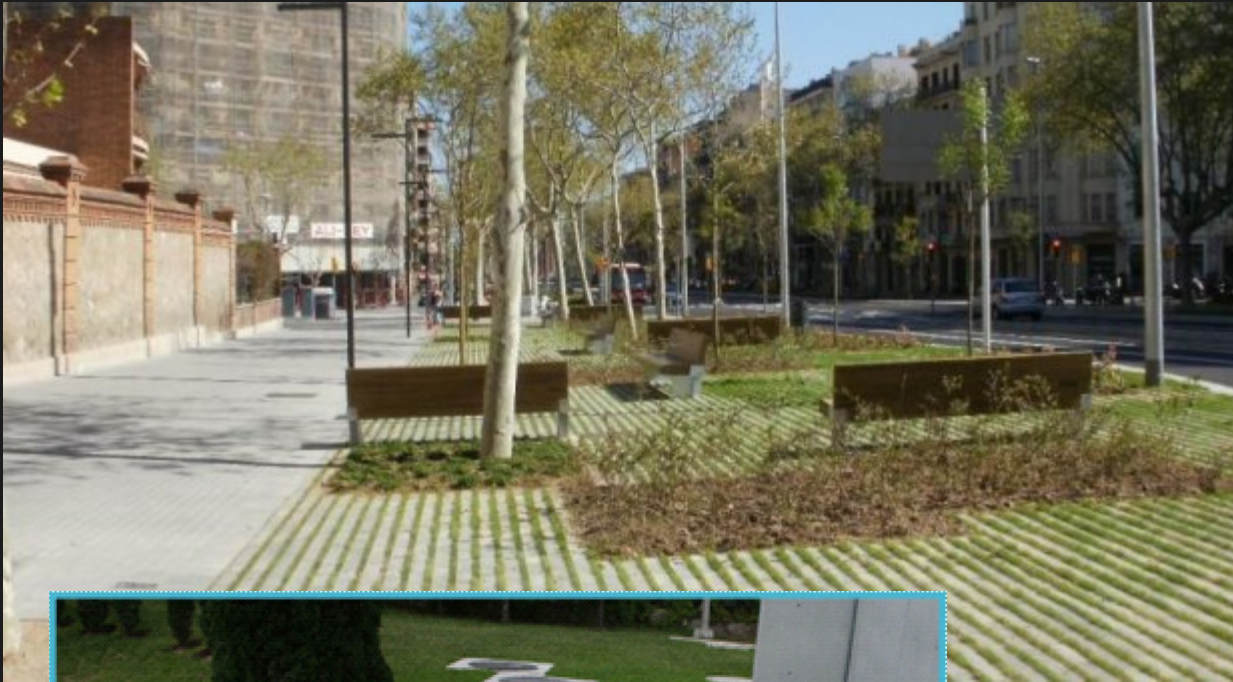


Tabla X.3: Coeficientes de escurrimiento C (Manual U.D.F.C.D, Denver, Colorado).

| Uso de la tierra y característica superficial | Porcentaje impermeable | Recurrencia R (años) | | | |
|---|------------------------|----------------------|------|------|------|
| | | 2 | 5 | 10 | 100 |
| Area Comercial | | | | | |
| Area central | 95 | 0.87 | 0.87 | 0.88 | 0.89 |
| Area periférica | 70 | 0.60 | 0.65 | 0.70 | 0.80 |
| Area residencial | | | | | |
| Viviendas aisladas | -- | 0.40 | 0.45 | 0.50 | 0.60 |
| Viviendas múltiples (separadas) | 50 | 0.45 | 0.50 | 0.60 | 0.70 |
| Viviendas múltiples (conjugadas) | 70 | 0.60 | 0.65 | 0.70 | 0.80 |
| Lotes con área $\geq 2000 \text{ m}^2$ | -- | 0.30 | 0.35 | 0.40 | 0.60 |
| Edificios de departamentos | 70 | 0.65 | 0.70 | 0.70 | 0.80 |
| Area Industrial | | | | | |
| Industria pesada | 80 | 0.71 | 0.72 | 0.76 | 0.82 |
| Industria liviana | 90 | 0.80 | 0.80 | 0.85 | 0.90 |
| Parques, cementerios | 7 | 0.10 | 0.18 | 0.25 | 0.45 |
| Parques recreacionales | 13 | 0.15 | 0.20 | 0.30 | 0.50 |
| Escuelas | 50 | 0.45 | 0.50 | 0.60 | 0.70 |
| Areas linderas a vías de ferrocarril | 20 | 0.20 | 0.25 | 0.35 | 0.45 |
| Areas no desarrolladas con uso de tierra no definido | 45 | 0.43 | 0.47 | 0.55 | 0.65 |
| Calles | | | | | |
| Pavimentadas | 100 | 0.87 | 0.88 | 0.90 | 0.93 |
| Mejoradas | | 0.40 | 0.45 | 0.50 | 0.60 |
| Veredas, senderos | 96 | 0.87 | 0.87 | 0.88 | 0.89 |
| Techos | 90 | 0.80 | 0.85 | 0.90 | 0.90 |
| Superficies con césped sobre suelo arenoso | 0 | 0.00 | 0.01 | 0.05 | 0.20 |
| Superficies con césped sobre suelo arcilloso | 0 | 0.05 | 0.15 | 0.25 | 0.50 |

VEREDAS Y CALLES VERDES





VEREDAS Y TECHOS VERDES





TECHOS Y PAREDES VERDES



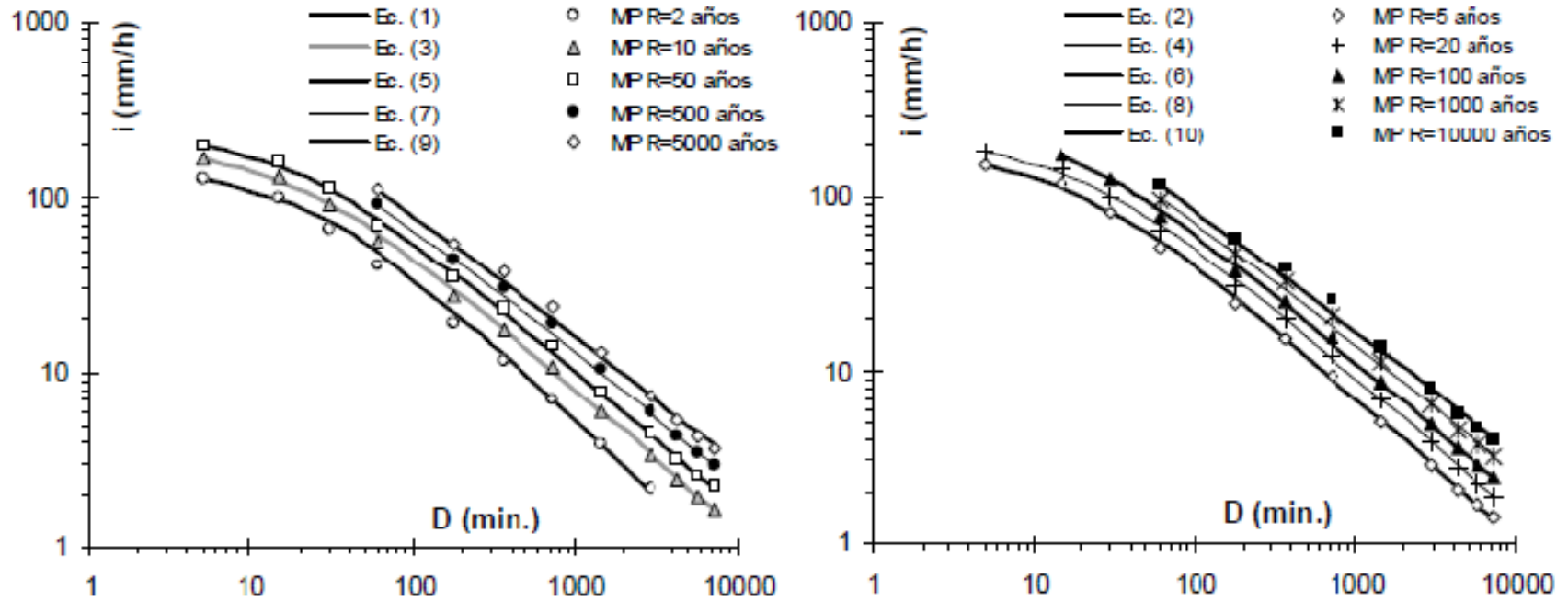


Figura 10.- Ecuaciones parametrizadas y valores puntuales (MP) para Rosario.

Fuente: Basile P, Riccardi G y Zimmermann E (2011). Derivación y parametrización de curvas IDR para Rosario, Casilda y Zavalla (Santa Fe, Argentina). III Taller sobre Regionalización de Precipitaciones Máximas. Rosario.

CURVAS
 INTENSIDAD-
 DURACION-
 RECURRENCIA

Tabla 1.- Ecuaciones de las curvas IDR parametrizadas para Rosario (Santa Fe, Argentina).

| | R (años) | α | β | γ | Rango D (mín.) | ERP (%) |
|----------|----------|----------|---------|----------|----------------|---------|
| Ec. (1) | 2 | 2503.797 | 22.997 | 0.889587 | 5 < D < 2880 | 6.27 |
| Ec. (2) | 5 | 1849.402 | 17.280 | 0.807910 | 5 < D < 7200 | 2.92 |
| Ec. (3) | 10 | 2049.965 | 18.197 | 0.801054 | 5 < D < 7200 | 3.01 |
| Ec. (4) | 20 | 2199.949 | 18.576 | 0.794053 | 5 < D < 7200 | 3.10 |
| Ec. (5) | 50 | 2299.979 | 18.120 | 0.782692 | 5 < D < 7200 | 3.38 |
| Ec. (6) | 100 | 2400.000 | 15.004 | 0.776693 | 15 < D < 7200 | 3.00 |
| Ec. (7) | 500 | 2399.942 | 17.011 | 0.753355 | 60 < D < 7200 | 2.55 |
| Ec. (8) | 1000 | 2399.963 | 14.860 | 0.743670 | 60 < D < 7200 | 3.92 |
| Ec. (9) | 5000 | 2400.081 | 9.774 | 0.724910 | 60 < D < 7200 | 5.15 |
| Ec. (10) | 10000 | 2400.095 | 8.800 | 0.717432 | 60 < D < 7200 | 4.37 |

Fuente: Basile P, Riccardi G y Zimmermann E (2011). Derivación y parametrización de curvas IDR para Rosario, Casilda y Zavalla (Santa Fe, Argentina). III Taller sobre Regionalización de Precipitaciones Máximas. Rosario.

CURVAS
INTENSIDAD-
DURACION-
RECURRENCIA

$$i = \frac{\alpha}{(\beta + D)^\gamma}$$

METODO RACIONAL

$$Q = \frac{C \cdot i(D,R) \cdot A}{3.6}$$

donde Q es el caudal máximo en (m³/s); C es el coeficiente de escurrimiento (0 ≤ C ≤ 1); i(D,R) es la intensidad media máxima de lluvia en (mm/h), función de la duración D = T_C y de la recurrencia o período medio de retorno R y A es el área de la cuenca en (km²).

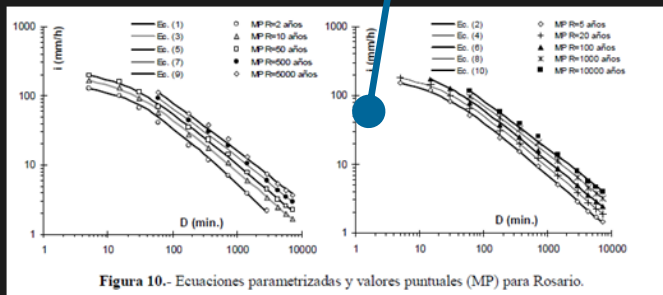


Figura 10.- Ecuaciones parametrizadas y valores puntuales (MP) para Rosario.

Tabla X.3: Coeficientes de escurrimiento C (Manual U.D.F.C.D, Denver, Colorado).

| Uso de la tierra y característica superficial | Porcentaje impermeable | Recurrencia R (años) | | | |
|---|------------------------|----------------------|------|------|------|
| | | 2 | 5 | 10 | 100 |
| Area Comercial | | | | | |
| Area central | 95 | 0.87 | 0.87 | 0.88 | 0.89 |
| Area periférica | 70 | 0.60 | 0.65 | 0.70 | 0.80 |
| Area residencial | | | | | |
| Viviendas aisladas | -- | 0.40 | 0.45 | 0.50 | 0.60 |
| Viviendas múltiples (separadas) | 50 | 0.45 | 0.50 | 0.60 | 0.70 |
| Viviendas múltiples (conjugadas) | 70 | 0.60 | 0.65 | 0.70 | 0.80 |
| Lotes con área ≥ 2000 m ² | -- | 0.30 | 0.35 | 0.40 | 0.60 |
| Edificios de departamentos | 70 | 0.65 | 0.70 | 0.70 | 0.80 |
| Area Industrial | | | | | |
| Industria pesada | 80 | 0.71 | 0.72 | 0.76 | 0.82 |
| Industria liviana | 90 | 0.80 | 0.80 | 0.85 | 0.90 |
| Parques, cementerios | 7 | 0.10 | 0.18 | 0.25 | 0.45 |
| Parques recreacionales | 13 | 0.15 | 0.20 | 0.30 | 0.50 |
| Escuelas | 50 | 0.45 | 0.50 | 0.60 | 0.70 |
| Areas linderas a vías de ferrocarril | 20 | 0.20 | 0.25 | 0.35 | 0.45 |
| Areas no desarrolladas con uso de tierra no definido | 45 | 0.43 | 0.47 | 0.55 | 0.65 |
| Calles | | | | | |
| Pavimentadas | 100 | 0.87 | 0.88 | 0.90 | 0.93 |
| Mejoradas | | 0.40 | 0.45 | 0.50 | 0.60 |
| Veredas, senderos | 96 | 0.87 | 0.87 | 0.88 | 0.89 |
| Techos | 90 | 0.80 | 0.85 | 0.90 | 0.90 |
| Superficies con césped sobre suelo arenoso | 0 | 0.00 | 0.01 | 0.05 | 0.20 |
| Superficies con césped sobre suelo arcilloso | 0 | 0.05 | 0.15 | 0.25 | 0.50 |

Intensidad media máxima de lluvia

La intensidad media máxima se determina a partir de curvas Intensidad-Duración-Recurrencia (IDR) construidas con datos medidos en el sitio en estudio. Con dichas curvas se adopta una duración de diseño igual al **tiempo de concentración** de la cuenca y para una recurrencia especificada se obtiene la intensidad media máxima.