

**IMPACTO DE LA CONTAMINACIÓN DE RESIDUOS  
SÓLIDOS URBANOS (RSU) EN LA DISTRIBUCIÓN  
DEL AGUA DE RIEGO DEL RÍO MENDOZA (Argentina).**

**José Morábito, Carlos Mirábile, Santa Salatino, Leandro Mastrantonio,  
Roberto Barone y Eduardo Comellas.**

**Centro Regional Andino – INA – Mendoza**

**Facultad de Ciencias Agrarias – UNCuyo - Chacras de Coria - Mendoza**

# INTRODUCCIÓN

- A partir de 1950 se produce en el mundo un gran crecimiento de la población con una aceleración de la tasa de urbanización. La provisión de agua limpia, la disposición final de las aguas servidas y de escurrimientos superficiales comienza a ser más compleja
- En el oasis del río Mendoza (8.000 km<sup>2</sup>) el uso del recurso está concentrado en sólo 800 km<sup>2</sup> que aglutinan más del 80% de la población, el 74% del PBG provincial y el 72% de los servicios
- El modelo de administración, con más de 100 años en la provincia, afronta un nuevo desafío relativo a los inconvenientes causados por la presencia de material sólido (plásticos, latas, cartones, etc.) en la red de riego del oasis.



- La cantidad de RSU generados por habitante en Argentina es de 0,91 kg/día. Mendoza supera esa media con 1,18 kg/día (Indec).
- A nivel nacional la composición de los RSU está dada en un **58 % por residuos orgánicos**, 9 % papel y cartón, 10 % plásticos, 6 % vidrios, 2 % metales y 15 % sin identificar. (*Sec. de Ambiente y Desarrollo Sustentable, 2000*)
- En Mendoza según los datos de la Asoc de Inspecciones de Cauce 1ª Zona de Riego del río Mza., el 89 % de los RSU retirado de los cauces corresponde a envases plásticos, dentro de ellos 67% son de gaseosas.
- Extrapolando estos datos puede decirse que en la red secundaria urbana del río Mendoza (canales a cielo abierto) se produce una acumulación de 77.180 m<sup>3</sup> de basura al año (12.000 camionadas) cuyo costo de extracción es de \$ 1.863.125 (Salomón, 2005).



## La presencia de RSU afecta:

- - el presupuesto anual de la Asociación de Inspecciones de cauce (**aumento de los costos directos en un 35 %** y –también- de los costos indirectos).

En promedio el gasto extra del canon de riego que pagan los usuarios del oasis norte supera \$ 1,5 millones y está destinado a:

- construcción de rejas para basura
- reconstrucción mampostería / obras de arte
- compra de maquinaria para la extracción del material depositado
- incremento del costo operativo
- horas extra del personal de tomeros
- inequitativa distribución del agua



- La calidad del recurso por arrastre de desagües domésticos y comerciales (lubricentros, estaciones de servicio, etc.)
- La condición de colectores aluvionales de los mismos.

La dualidad de la red de riego (riego y evacuación aluvional) perjudica a los usuarios quienes deben afrontar el gasto y además usar agua con disminución de calidad



## **HIPOTESIS Y OBJETIVO**

### **Hipótesis**

**El caudal aforado en un canal “limpio” es mayor que el medido en el mismo canal “sucio”.**



### **Objetivo**

**Analizar el impacto que generan los RSU sobre la red de riego del oasis norte (río Mendoza) y, más específicamente, evaluar la incidencia de los RSU transportada por el agua en la efectiva distribución de los caudales asignados a los usuarios.**



## **MATERIALES Y METODOS**

- **Reconocimiento de la Red de Riego del área de estudio (1, 2 y 4<sup>ta</sup> zona de Riego del río Mendoza)**
- **Selección al azar de los cauces para la realización de aforos ( 9 en total)**
- **Relevamiento de las obras de arte existentes en los cauces seleccionados y geo-referenciación espacial con GPS.**
- **Campaña Mensual de aforos (ago. 2005 y dic. 2006) con minimolinete**
- **Confección de base de datos, análisis de la información obtenida y cuantificación de las perdidas**
- **Análisis estadístico**

# Área de Estudio - Sitios de Muestreo



## Sitios de Aforo Seleccionados

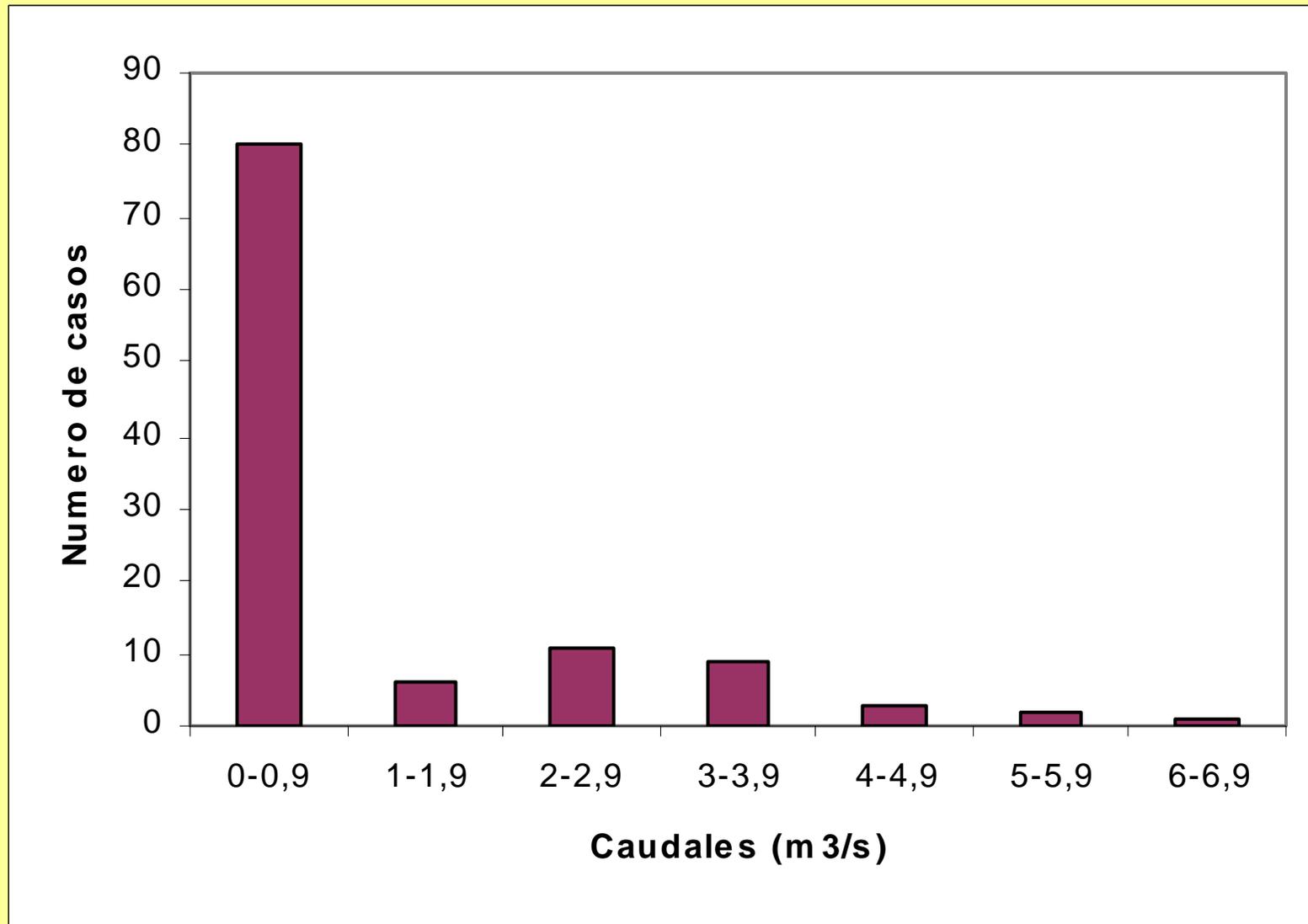
Zona de Riego	Canal	Lugar
Primera	Cacique Gllén	Rama Jarillal, Hijueta González (en su toma)
	“ “	Rama Tajamar, Hijueta Zapallar, el Ramo Pascual Segura (en su toma)
Segunda	Cacique Gllén	Hijueta Villanueva (en su toma)
	“ “	Hijueta 2da. Guiñazú (en su toma)
	“ “	Rama Gil (en su toma)
	“ “	Hijueta Carbometal (25 m al sur de calle Besares)
Cuarta	Tulumaya	En su toma
	“ “	Hijueta Paramillo - Barón (en su toma)
	Jocoli	Hijueta Retiro (en su toma).

# RESULTADOS

**Caudales Aforados en el período 2005 - 2006 ( $\text{m}^3.\text{s}^{-1}$ )  
antes de eliminar los RSU (S) y después de limpiado el canal (L).**

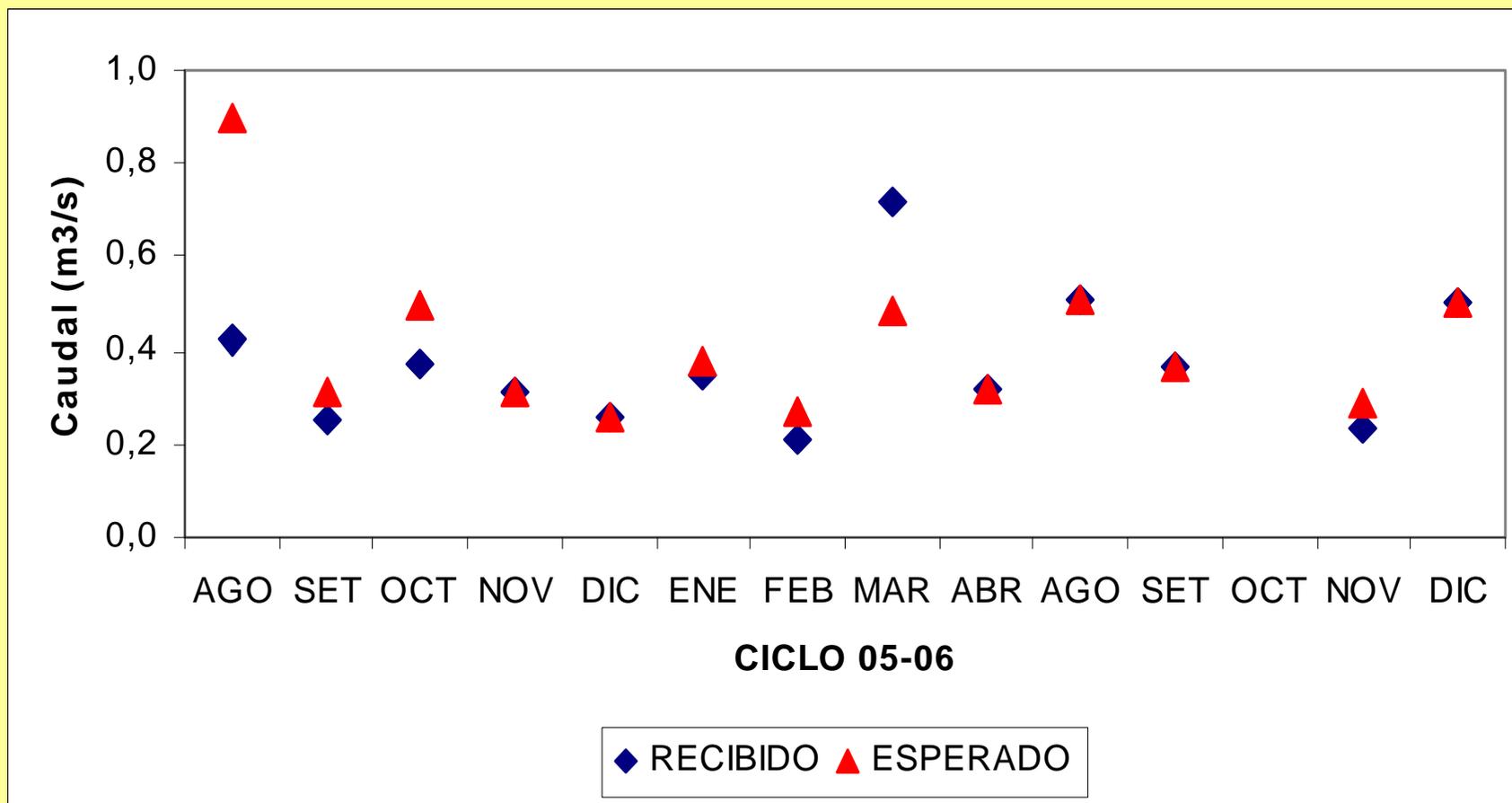
Canal	E	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	n	M	DS	Ma
<b>HG</b>	<b>S</b>	0,42	0,25	0,37	0,32	0,26	0,35	0,21	0,72	0,32	0,50	0,37		0,23	0,50	13	<b>0,37</b>	0,14	<b>0,35</b>
	<b>L</b>	0,90	0,31	0,50	0,32	0,26	0,38	0,27	0,48	0,32	0,50	0,37		0,29	0,50	13	<b>0,42</b>	0,17	<b>0,37</b>
<b>RPS</b>	<b>S</b>	0,11	0,12	0,10	0,25	0,13	0,12	0,15	0,11	0,11	0,11	0,12	0,12	0,10	0,09	14	<b>0,12</b>	0,04	<b>0,12</b>
	<b>L</b>	0,11	0,12	0,10	0,25	0,13	0,14	0,15	0,11	0,11	0,11	0,12	0,12	0,13	0,09	14	<b>0,13</b>	0,04	<b>0,12</b>
<b>RG</b>	<b>S</b>	1,75	2,82	2,85	3,30	3,46	3,60	2,82	2,70	2,27	2,67	2,76	2,95	2,95	3,07	14	<b>2,86</b>	0,47	<b>2,84</b>
	<b>L</b>	1,75	3,07	2,93	3,50	3,66	3,60	2,82	2,82	2,27	2,67	2,76	2,95	2,95	3,07	14	<b>2,92</b>	0,50	<b>2,94</b>
<b>HC</b>	<b>S</b>								0,60	0,56	0,57		0,78	0,64	0,49	6	<b>0,61</b>	0,10	<b>0,59</b>
	<b>L</b>								0,60	0,59	0,62		0,78	0,64	0,49	6	<b>0,62</b>	0,09	<b>0,61</b>
<b>H2G</b>	<b>S</b>	0,35	0,56	0,57	0,51	0,63	0,65	0,56	0,56	0,58	0,56	0,41	0,40	0,58	0,68	14	<b>0,54</b>	0,10	<b>0,56</b>
	<b>L</b>	0,35	0,56	0,57	0,51	0,63	0,65	0,56	0,56	0,63	0,56	0,41	0,40	0,58	0,68	14	<b>0,55</b>	0,10	<b>0,56</b>
<b>HV</b>	<b>S</b>	0,61	0,87	0,35	0,52	0,52	0,53	0,35	0,44	0,39	0,37	0,43	0,37	0,43	0,50	14	<b>0,48</b>	0,14	<b>0,44</b>
	<b>L</b>	0,61	0,87	0,35	0,52	0,52	0,53	0,41	0,44	0,39	0,37	0,43	0,37	0,43	0,50	14	<b>0,48</b>	0,13	<b>0,44</b>
<b>CT</b>	<b>S</b>	2,61	2,61	3,45	4,49	1,97	6,05	4,49	5,41	3,57	3,70	3,89	3,76	4,09	5,41	14	<b>3,96</b>	1,15	<b>3,83</b>
	<b>L</b>	2,61	2,61	3,45	4,49	6,16	6,05	4,49	5,41	3,57	3,70	3,89	3,76	4,09	5,41	14	<b>4,26</b>	1,14	<b>3,99</b>
<b>HPB</b>	<b>S</b>	1,30	1,00	1,00	0,93		0,95	0,66	0,94	0,79	0,77	1,19				10	<b>0,95</b>	0,19	<b>0,95</b>
	<b>L</b>	1,30	1,28	1,00	0,93		0,95	0,66	0,94	0,79	0,77	1,19				10	<b>0,98</b>	0,22	<b>0,95</b>
<b>HER</b>	<b>S</b>	0,25	0,32	0,34	0,26	0,33	0,33	0,26	0,79	0,54	0,40		0,37	0,34	0,42	13	<b>0,38</b>	0,15	<b>0,34</b>
	<b>L</b>	0,38	0,39	0,34	0,26	0,33	0,36	0,26	0,79	0,54	0,40		0,37	0,34	0,42	13	<b>0,40</b>	0,14	<b>0,37</b>

## Frecuencia de caudales registrados durante la campaña de aforos para el caso de compuerta “*Sucia*” (S)



- sobre un total de 112 aforos, 80 están comprendidos en un rango  $< 1 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ .

## Caudales medidos en la hijuela González (2005-06) con compuerta “limpia = caudal esperado” y “sucia = caudal recibido”



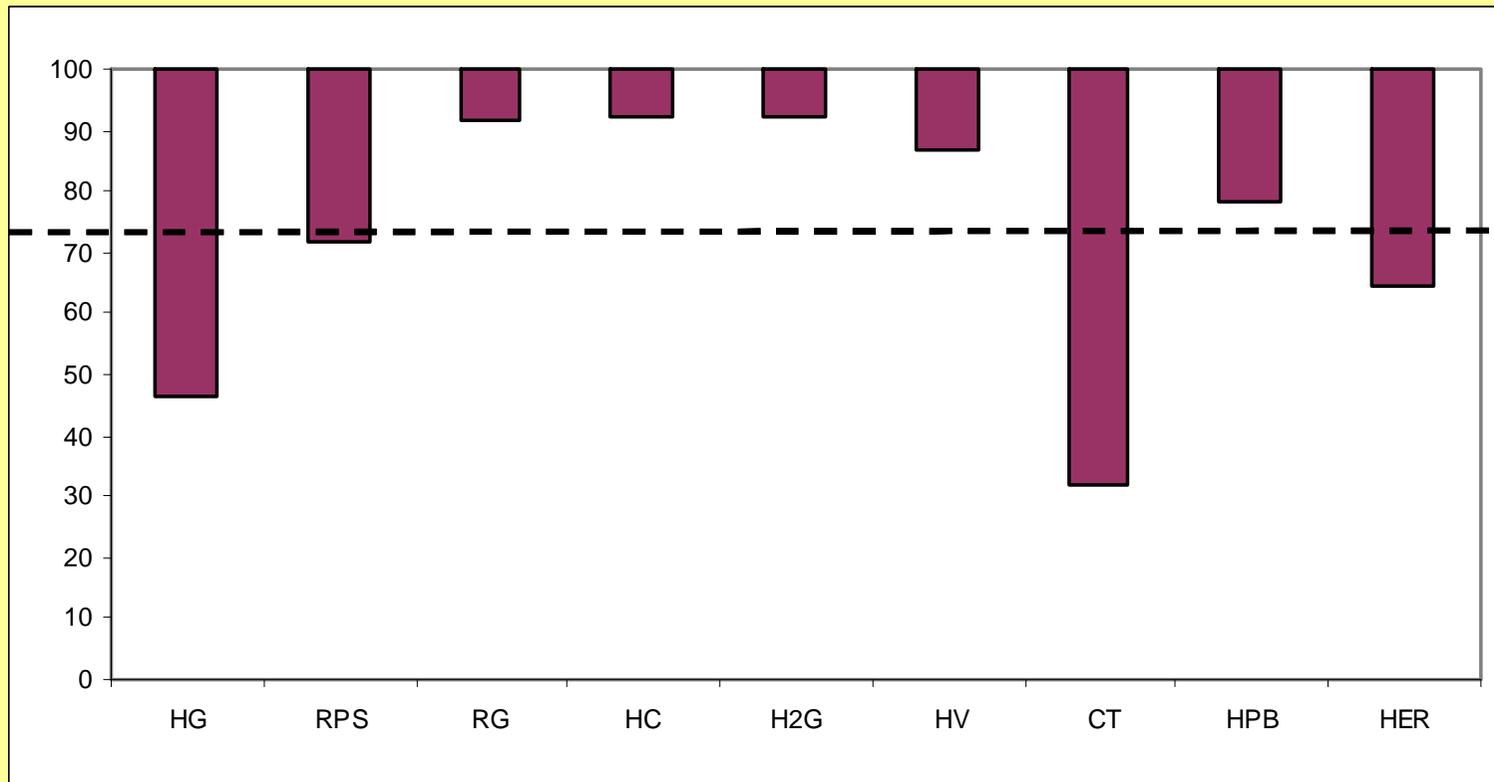
## Valores del indicador de caudal (IQ) para cada Canal Aforado (%)

Mes Canal	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	n	Max	Min
<b>HG</b>	47	81	75	100	100	92	77	149	100	100	100		81	100	13	149*	47
<b>RPS</b>	96	100	100	100	100	86	100	100	100	100	100	100	71	100	14	100	71
<b>RG</b>	100	92	97	94	95	100	100	96	100	100	100	100	100	100	14	100	92
<b>HC</b>								100	95	92		100	100	100	6	100	92
<b>H2G</b>	100	100	100	100	100	100	100	100	92	100	100	100	100	100	14	100	92
<b>HV</b>	100	100	100	100	100	100	87	100	100	100	100	100	100	100	14	100	87
<b>CT</b>	100	100	100	100	32	100	100	100	100	100	100	100	100	100	14	100	32
<b>HPB</b>	100	78	100	100		100	100	100	100	100	100				10	100	78
<b>HER</b>	65	82	100	100	100	90	100	100	100	100		100	100	100	13	100	65
<b>Promedio</b>	<b>97 (n = 112 datos)</b>														12	-	73

(\*) Canal pasante atascad

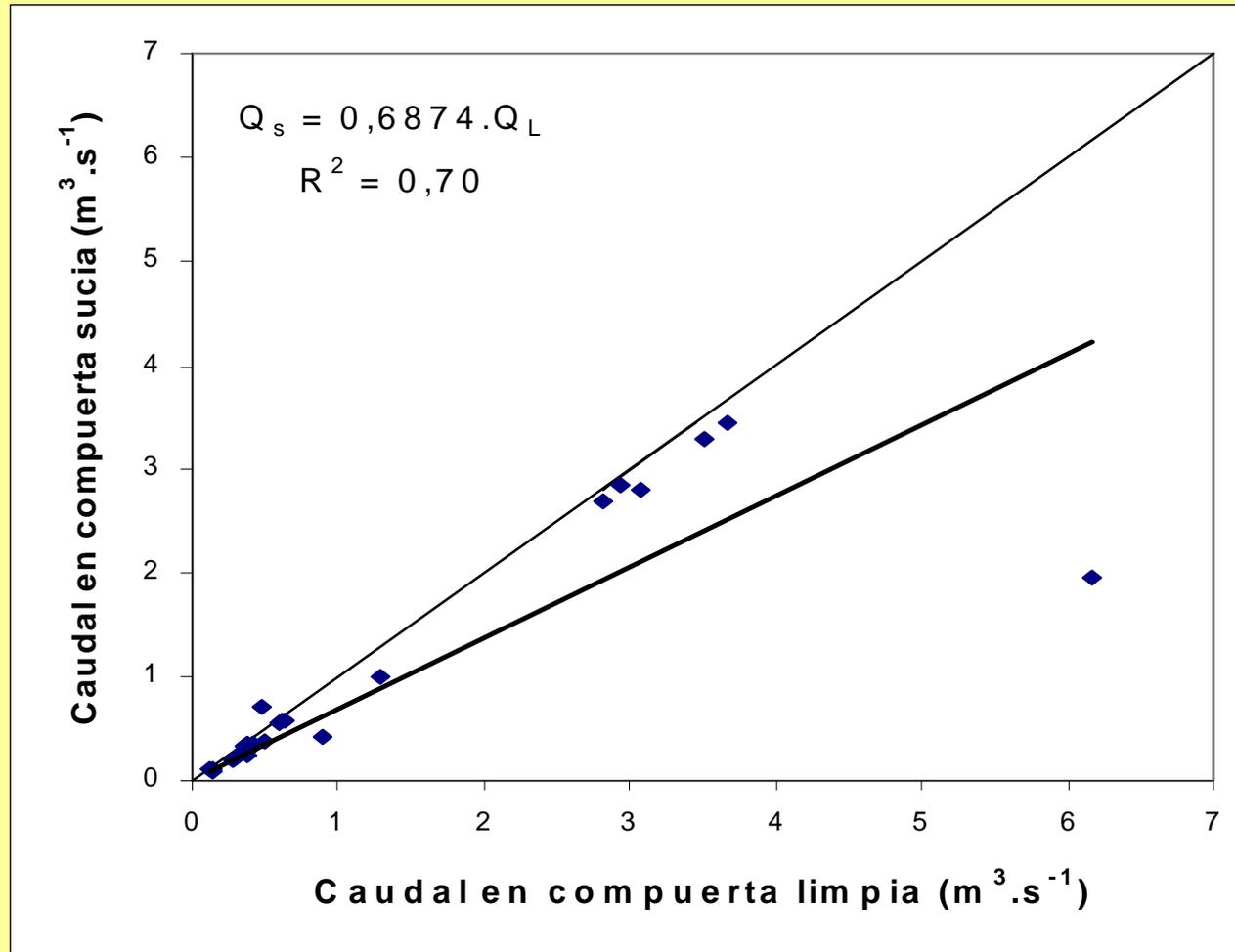
- Sobre 112 pares de datos de aforos, 24 presentan un valor de IQ diferente de 100
- En 1 caso el caudal recibido en el cauce derivado fue mayor que el esperado

## Porcentaje de caudales factibles de ser recibidos en bocatoma de cada canal y valor mínimo medio ( 73%)



- En el 21 % de los casos (24/112) se comprobó obturación de compuertas por presencia de RSU, con un valor mínimo medio de IQ = 73% (disminución media del 27%)
- El valor extremo correspondió a un IQ = 32 %, lo que implica recibir un 68 % menos del caudal esperado (Canal Auxiliar Tulumaya).

## Relación caudal en compuerta limpia versus caudal en compuerta sucia



La recta de regresión entre ambos casos indica que la reducción de caudal podría alcanzar un 31% ( $1 - 0,69$ ), levemente superior al 27% obtenido como media de los valores mínimos de IQ.

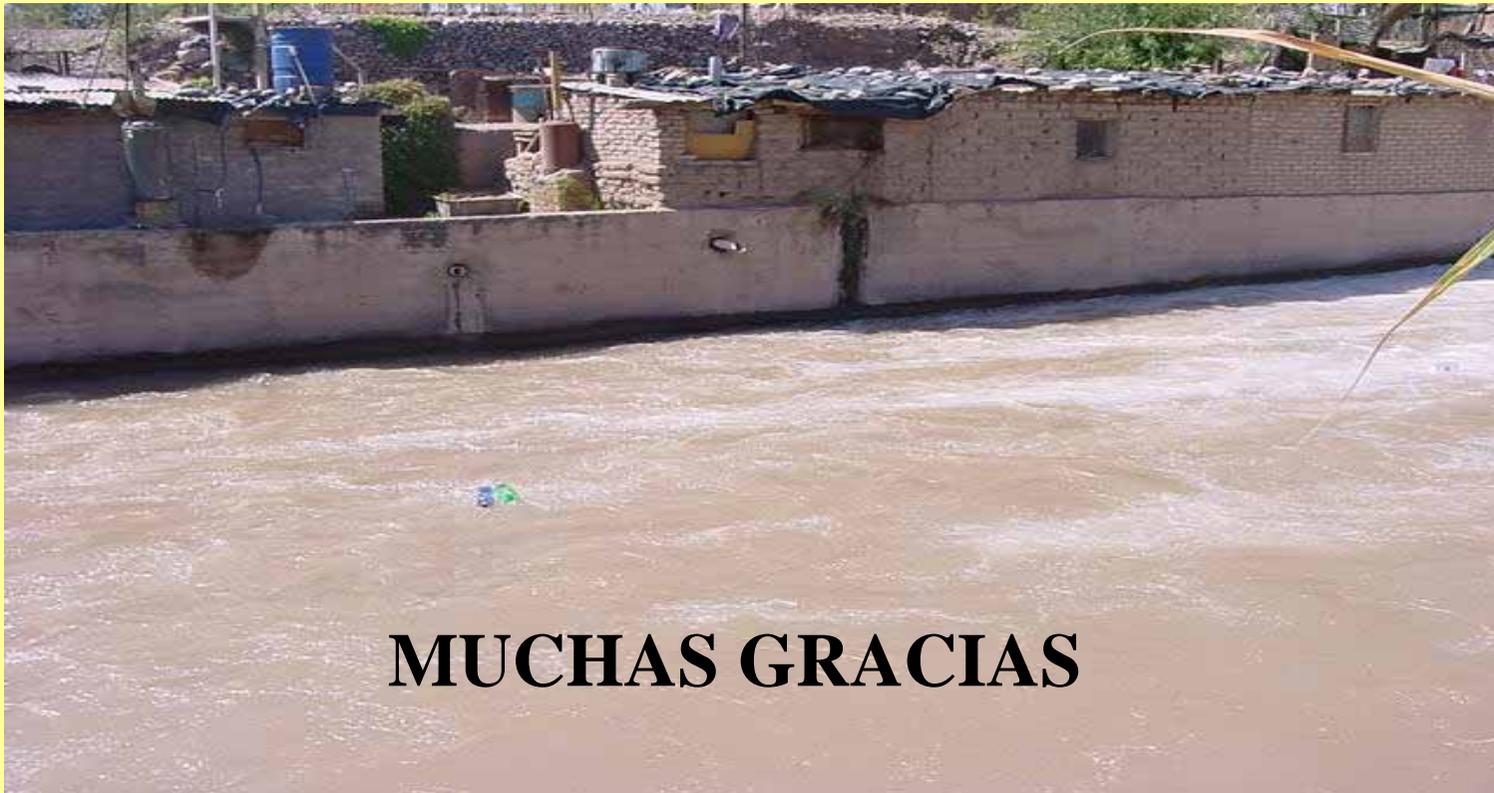
## CONCLUSIONES

- Para un nivel de confianza del 5 % ( $\alpha = 0,05$ ) existen diferencias significativas entre caudales sólo en 1 de los 9 canales analizados.
- Para un nivel de confianza del 10 %, el número de canales afectados (alteración de los caudales entregados) asciende a 4/9 donde el caudal del canal limpio es mayor significativamente al caudal del canal sucio.
- En promedio los RSU afectan la distribución del caudal en el 21 % de las compuertas estudiadas y en ellas las variaciones de caudal recibido alcanza al 27 % del caudal esperado.
- La máxima diferencia medida entre caudal esperado y recibido fue del 68 %.



Se ha demostrado que los **RSU** impactan sobre la red de riego del oasis norte como consecuencia de los conflictos derivados de su deposición, del incremento del consumo, del crecimiento urbano no planificado del oasis y de la educación/costumbres de los numerosos actores intervinientes.

Resulta necesario encontrar una solución a este problema que se incrementa día a día ¿entubado de la red de riego urbana, educación, control, etc?



**MUCHAS GRACIAS**



## Obras de arte existentes en las tomas de cada canal o hijuela en estudio

<b>Canal</b>	<b>Partidor</b>	<b>Reja</b>	<b>Compuerta de ataje</b>	<b>Compuerta de toma</b>	<b>Sección de aforo y escala</b>	<b>Curva de gasto</b>
Hijuela González	Si	-	Si (2)	Si	-	-
<b>Ramo Pascual Segura</b>	-	-	-	Si	-	-
<b>Hijuela Villanueva</b>	-	Si	-	Si	Si	Si
<b>Hijuela 2da Guiñazú</b>	Si	-	-	Si	Si	Si
<b>Rama Gil</b>	Si	Si	Si (3 + V)	Si (3)	Si	Si
<b>Hijuela en Carbometal*</b>	-	Si	-	Si	-	-
<b>Canal Tulumaya</b>	Si	-	-	Si	Si	Si
<b>Hijuela Paramillo –Barón</b>	Si	-	-	Si	-	-
<b>Hijuela El Retiro</b>	Si	-	-	Si	-	-

# Diagrama de cajas de caudal sucio y caudal limpio en los sitios de muestreo

sucio = amarillo  
limpio = verde

