



**PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR  
SEDE MANABÍ**

**CARRERA DE INGENIERÍA HIDRÁULICA**

**TEMA:**

**“ESTIMACIÓN DE FLUJOS BAJOS MEDIANTE ANÁLISIS DE  
RECESIÓN EN CUENCAS ECUATORIANAS”**

**PREVIO AL TÍTULO:**

**INGENIERO HIDRAULICO.**

**AUTOR:**

**RUDYS RAFAEL CUSME INTRIAGO.**

**TUTOR:**

**ING. ANDY GILER ORMAZA, Mg.**

**ABRIL 2020**

**CHONE-ECUADOR**

## **CERTIFICACIÓN DEL TUTOR**

En mi calidad de tutor del trabajo de integración curricular, certifico haber revisado el presente manuscrito de investigación, el mismo que se ajusta a las normas vigentes de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Manabí, cumpliendo la Normativa del Trabajo de Integración Curricular; en consecuencia, es apto para su presentación y sustentación.

---

***Tutor (Primer Lector)***

**Ing. Andy Giler Ormaza**  
**C.I. 131282032-5**

## **APTA DE APROBACIÓN**

El jurado examinador aprueba el presente trabajo de integración curricular en nombre de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Sede Manabí.

---

*Tutor (Primer Lector)*

**Ing. Andy Giler Ormaza**  
**C.I. 131282032-5**

---

*Segundo Lector*

**Ing. John Félix Mera**  
**C.I. 131363436-0**

---

**Tercer Lector**

**Ing. José Alarcón Loor**  
**C.I. 130128820-1**

## **DECLARACIÓN DE ORIGINALIDAD**

Este Manuscrito no contiene ningún tipo de material que ha sido aceptado para la obtención de un título universitario en otra institución, excepto en forma de información de soporte que ha sido debidamente citado en mi trabajo. Este trabajo es de total responsabilidad del autor, quien declara bajo juramento que ninguna sección de este trabajo de integración curricular infringe los derechos de autor de nadie.

---

*Estudiante*

**Rudys Rafael Cusme Intriago**  
**C.I. 131377089-1**

## **DECLARACIÓN DE DERECHOS DE AUTOR**

Autorizo a la Pontificia Universidad Católica del Ecuador a distribuir este manuscrito de investigación en medios físico y electrónicos con el fin de promover la divulgación de mis resultados a la comunidad científica y a la sociedad en general.

Adicionalmente autorizo el uso de los contenidos de esta investigación como bibliografía para fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, citando como fuente de información al autor de este trabajo.

---

*Estudiante*

**Rudys Rafael Cusme Intriago**  
**C.I. 131377089-1**

## **DEDICATORIA**

Le dedico este triunfo a mis padres que me apoyaron y confiaron en que terminaría la carrera de una manera correcta. Además, le dedico este trabajo a mi abuelita que desde el cielo me está cuidando y apoyando.

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradecer es de personas recíprocas y por eso le agradezco por todo el apoyo a mi familia y no solo por el esfuerzo económico sino por toda la confianza que han depositado en mí, también le quiero agradecer a la señorita Melissa Alcívar que además de formar parte de mis seres queridos, nos apoyamos incondicionalmente durante toda la carrera.

Esta investigación cuantitativa estimó los flujos bajos de las cuencas de los ríos Junín, Paján, Cañar, Santa Rosa y Arenillas, dado que actualmente estos sitios carecen de obras macro-reguladoras que afecten dichos flujos. En consecuencia, esta investigación se realizó en Portoviejo desde octubre 2019 a marzo 2020, basándose en dos estudios previos que estimaron los flujos bajos mediante el método de análisis de covarianza. Se inició identificando las estaciones hidrológicas que brindaron información suficiente para dicho método, recolectando datos de caudal y precipitación del periodo 1990-2013. Definidos los criterios y variables para el análisis de recesión, se generó una serie de flujos bases con la ecuación exponencial de la recesión, validándose la herramienta predictiva al aplicar datos observados para otro periodo. Los resultados revelan que la constante de recesión ( $K$ ) varía según los métodos; en el método de sensibilidad se encuentran  $K$  muy bajas y en el método de umbral se encuentran  $K$  más reguladas al valor de 1. Los resultados del método de los umbrales que encuentran un solo valor de la constante  $K$  en la cuenca de cada río corresponden a ( $K=0.9876595$ ) para Junín; ( $K=0.9875677$ ) para Paján; ( $K=0.9868310$ ) para Cañar; ( $K=0.9685139$ ) para Santa Rosa y ( $K=0.9831225$ ) para Arenillas. En conclusión, los resultados de las constantes de recesión para cada estación son favorables, pero en la validación no son suficientemente satisfactorios, al ser ésta la forma de verificar que el método en sí funciona correctamente para Ecuador.

*Palabras clave:* Análisis de recesión, validación, variables, estaciones hidrológicas, estaciones meteorológicas.

**Abstract**

This quantitative research estimated low flows in Junín, Paján, Cañar, Santa Rosa and Arenillas river basins as they currently lack macro-regulatory works that affect these flows. Thus, this research was carried out in Portoviejo from October 2019 through March 2020 and was based on two previous studies that estimated low flows using the covariance procedure analysis. It began by identifying the hydrological stations that provided enough information for this procedure and collecting data on flow and precipitation over the period 1990-2013. Once the criteria and variables were identified for the recession analysis, a series of baseflow measurements were generated with the exponential recession equation, validating the prediction tool applying observed data from another period. The findings reveal that the baseflow recession constant ( $K_b$ ) varies in line with the methods used in the research; hence,  $K_b$  values are very low in the sensitivity analysis method, while they are more regulated to 1 in the threshold analysis method. The findings of the threshold analysis method, which find a single value for the  $K_b$  in the basin of each river are (0.9876595  $K_b$ ) for Junín; (0.9875677  $K_b$ ) for Paján; (0.9868310  $K_b$ ) for Cañar; (0.9685139  $K_b$ ) for Santa Rosa; and (0.9831225  $K_b$ ) for Arenillas. In conclusion, baseflow recession constant results are estimated suitable for each of the stations, but they are not estimated satisfactory enough during the validation stage because this is the way to verify if the method itself works properly in Ecuador.

*Keywords:* recession analysis, validation, variables, hydrological stations, meteorological stations

**Tabla de Contenidos**

Capítulo 1 Introducción y Objetivos .....	1
Introducción .....	1
Objetivos .....	4
<b>Objetivo general</b> .....	4
<b>Objetivos específicos</b> .....	4
Capítulo 2 Metodología .....	5
Selección y recolección de información .....	5
Definición de los criterios .....	10
Criterio por medio de lluvias mensuales.....	12
Criterio por medio de la sensibilidad de la constante <b>K</b> .....	24
Generar la constante <b>K</b> .....	25
Validación del método .....	26
Capítulo 3 Resultados, discusión y conclusiones. ....	27
Discusión.....	49
Conclusiones .....	50
Bibliografía .....	51
Apéndice .....	53

**Lista de tablas**

Tabla 1. ....	7
Estaciones hidrológicas seleccionadas.....	7
Tabla 2. ....	8
Estaciones meteorológicas para la estación hidrológica H233. ....	8
Tabla 3. ....	8
Estaciones meteorológicas para la estación hidrológica H359. ....	8
Tabla 4. ....	9
Estaciones meteorológicas para la estación hidrológica H472. ....	9
Tabla 5. ....	9
Estaciones meteorológicas para las estaciones hidrológicas H573 y H574. ....	9
Tabla 6. ....	27
Porcentajes de las estaciones hidrológicas.....	27
Tabla 7. ....	28
Leyenda de los porcentajes de las estaciones hidrológicas.....	28
Tabla 8. ....	29
Porcentajes de las estaciones meteorológicas. ....	29
Tabla 9. ....	31
Constante (K) por el método de lluvias mensual para la estación de Junín.....	31
Tabla 10. ....	31
Constante (K) por el método de lluvias mensual para la estación de Pajan. ....	31
Tabla 11. ....	31
Constante (K) por el método de lluvias mensual para la estación de Cañar.....	31
Tabla 12. ....	32
Constante (K) por el método de lluvias mensual para la estación de Santa Rosa. ....	32
Tabla 13. ....	32
Constante (K) por el método de lluvias mensual para la estación de Arenillas.....	32
Tabla 14. ....	33
Constante (K) por el método la sensibilidad para Junín. ....	33
Tabla 15. ....	34
Constante (K) por el método la sensibilidad para Pajan. ....	34

Estimación de flujos bajos en cuencas ecuatorianas	xii
Tabla 16. ....	35
Constante (K) por el método la sensibilidad para Cañar. ....	35
Tabla 17. ....	36
Constante (K) por el método la sensibilidad para Santa Rosa. ....	36
Tabla 18. ....	37
Constante (K) por el método la sensibilidad para Arenillas. ....	37
Tabla 19. ....	43
Constante (K) por cada estación hidrológica. ....	43
Tabla 20. ....	44
Tabla 21. ....	45
Validación del método en la estación de Pajan en el año 1996. ....	45
Tabla 22. ....	46
Validación del método en la estación de Cañar en el año 2009. ....	46
Tabla 23. ....	47
Validación del método en la estación de Santa Rosa en el año 1998. ....	47
Tabla 24. ....	48
Validación del método en la estación de Arenillas en el año 2009. ....	48

**Lista de figuras**

Figura 1. Mapa de ubicación de las estaciones hidrológicas. ....	6
Figura 2. Mapa de las estaciones promediadas en la cuenca de Santa Rosa en el Vado. ....	14
Figura 3. Mapa de las estaciones promediadas en la cuenca de Arenillas en Arenillas. .	15
Figura 4. Mapa de polígonos de Thiessen en la cuenca de Cañar. ....	16
Figura 5. Mapa de polígonos de Thiessen en la cuenca de Pajan. ....	17
Figura 6. Mapa de polígonos de Thiessen en la cuenca de Junín. ....	18
Figura 7. Sensibilidad de la constante K para la estación de Junín.. ....	33
Figura 8. Sensibilidad de la constante K para la estación de Pajan.. ....	34
Figura 9. Sensibilidad de la constante K para la estación de Cañar. ....	35
Figura 10. Sensibilidad de la constante K para la estación de Santa Rosa. ....	36
Figura 11. Sensibilidad de la constante K para la estación de Arenillas. ....	37
Figura 12. Pendientes de regresiones para la estación de Arenillas. ....	38
Figura 13. Pendientes de regresiones para la estación de Santa Rosa. ....	39
Figura 14. Pendientes de regresiones para la estación de Cañar.....	40
Figura 15. Pendientes de regresiones para la estación de Pajan. ....	41
Figura 16. Pendientes de regresiones para la estación de Junín .....	42
Figura 17. Caudal simulado vs Caudal observado en la estación de Junín en el año 1990.....	44
Figura 18. Caudal simulado vs Caudal observado en la estación de Pajan en el año 1996.....	45
Figura 19. Caudal simulado vs Caudal observado en la estación de Cañar en el año 2009.....	46
Figura 20. Caudal simulado vs Caudal observado en la estación de Santa Rosa en el año 1998.....	47
Figura 21. Caudal simulado vs Caudal observado en la estación de Arenillas en el año 2009.....	48

## Capítulo 1

### Introducción y Objetivos

#### Introducción

Los ríos cuentan con la capacidad de trasladar sedimentos y fluidos mediante las cuencas hidrográficas y su desembocadura, gracias a este recorrido se logran aportar componentes que dan sustento al entorno (Díaz, H & Torres, J, 2000). La conservación de los ríos es muy importante y por lo tanto es necesario conocer los flujos bajos y así poder tener una visualización de los caudales mínimos, además tener este conocimiento puede ayudar a la toma de decisiones para el manejo de este recurso (Baeza, D & García de Jalón, 1999).

La LEY ORGÁNICA DE RECURSOS HÍDRICOS, (2014) expresa: “Que, el artículo 411 dispone que el Estado garantizará la conservación, recuperación y manejo integral de los recursos hídricos, cuencas hidrográficas y caudales ecológicos asociados al ciclo hidrológico y que regulará toda actividad que pueda afectar la calidad y cantidad de agua, y el equilibrio de los ecosistemas, especialmente en las fuentes y zonas de recarga”.

En la presente investigación se trabajó con flujos bajos los cuales se presentan cuando los niveles de caudales son mínimos, pueden ser provocados por la disminución o ausencia de lluvia, también se lo conoce como estiaje. Generalmente estos flujos bajos se mantienen por la aportación de agua subterránea o aportaciones superficiales provenientes de cuerpos de agua cercanos (Andrade L, 2014).

Tener el conocimiento de los flujos bajos en las cuencas ecuatorianas es de gran utilidad, por el momento los estudios de estos flujos no se han concluido o realizado. Además de que las

épocas de estiaje parecen ser más fuertes en las cuencas de la región costa, de aquí surge la importancia que se caracteriza la época de estiaje, elaborando una curva de recesión se puede generar una correcta gestión y desarrollo sostenible de los recursos hídricos (Ortiz R, 2017). Por la parte de la sierra es menor ya que estas suelen ser abastecidas por los Andes.

Según Gómez V & Gómez S, (2016), las curvas de recesión en los hidrogramas facilitan mucha información en los procesos hidrogeológicos, los cuales nos servirán para determinar la relación entre almacenamiento-descarga de las corrientes subterráneas.

En México en la cuenca de La Barreta, se recolectaron los datos con los cuales se realizaron curvas de recesión que fueron ajustadas de forma no lineal, obteniendo la curva de recesión con la que se determinó que el flujo sub superficial es un factor muy significativo en los hidrogramas, demostrando que realizar un análisis de recesión puede ser de gran ayuda para entender los componentes del escurrimiento (Nuñez, G, Dominguez, M, Ramos, E, & Ramírez, A, 2011). En Colombia se realizaron curvas de recesión en varias cuencas de la región andina, y con estos resultados se obtuvo una perfectibilidad de obras civiles tales como acueductos y sistemas de riego entre otros (Jaramillo, G, y otros, 2002).

En Ecuador existen problemas con la disponibilidad del recurso hídrico, por este motivo surge la necesidad de evaluar la recarga de los acuíferos, se realizó un estudio en la sub-cuenca del Río Chambo utilizando técnicas de hidrología física. Una de estas se la realizo con la curva de recesión (Andrade, A, Zapata, X, & Manciat, P, 2017). Además en la parroquia de San Sebastián en la microcuenca “Las Flores” en el que trabajan con un modelo de reservorio lineal que es idóneo ya que cuando se analiza la curva de recesión del flujo, representa efectivamente la relación de almacenamiento-salida y recarga del agua subterránea (SANTOS, J, 2019).

Se seleccionaron las cuencas tomando como referencias los estudios Bako, M. & Owoade, A, (1988) mismo que indica que es necesario que las cuencas que se seleccionen no cuenten con obras macro reguladoras de caudales, además que estas cuencas cuenten con una red activa de estaciones meteorológicas que proporcionen datos para poder llevar a cabo este estudio.

## **Objetivos**

### **Objetivo general**

- Estimar los flujos bajos mediante análisis de recesión en cuencas ecuatorianas.

### **Objetivos específicos**

- Identificar las estaciones hidrológicas que proporcionen información suficiente para el análisis de recesión, considerando que el flujo natural no presente afectaciones aguas arriba por obras macro reguladoras de caudales.
- Definir los criterios y variables para el análisis de recesión y flujo mínimos.
- Generar una serie de flujos bases con la ecuación exponencial de recesión.
- Validar la herramienta predictiva mediante la aplicación para otro periodo de datos observados.

## **Capítulo 2**

### **Metodología**

Para la elaboración de la investigación se generaron resultados preliminares, los cuales se muestran durante este capítulo. La metodología está basada en gran porcentaje en el artículo de Bako & Owoade (1988), que cuenta con un método matemático el cual se consideró para aplicar las formulas de la constante de recesión. Este proceso demostrará la finalidad de generar los resultados que puedan validar en el método en las cuencas ecuatorianas.

### **Selección y recolección de información**

Las estaciones hidrológicas las podemos encontrar en el mapa de “Ubicación de la red hidrológica en operación por cuencas hidrológicas del Ecuador”, se encuentran ubicadas en cuencas grandes, lo que implica que para realizar estudios en microcuencas se presente más dificultad debido a que el área que abarcan las estaciones no cubre muchas microcuencas existentes.

### MAPA DE LAS ESTACIONES HIDROLOGICAS SELECCIONADAS

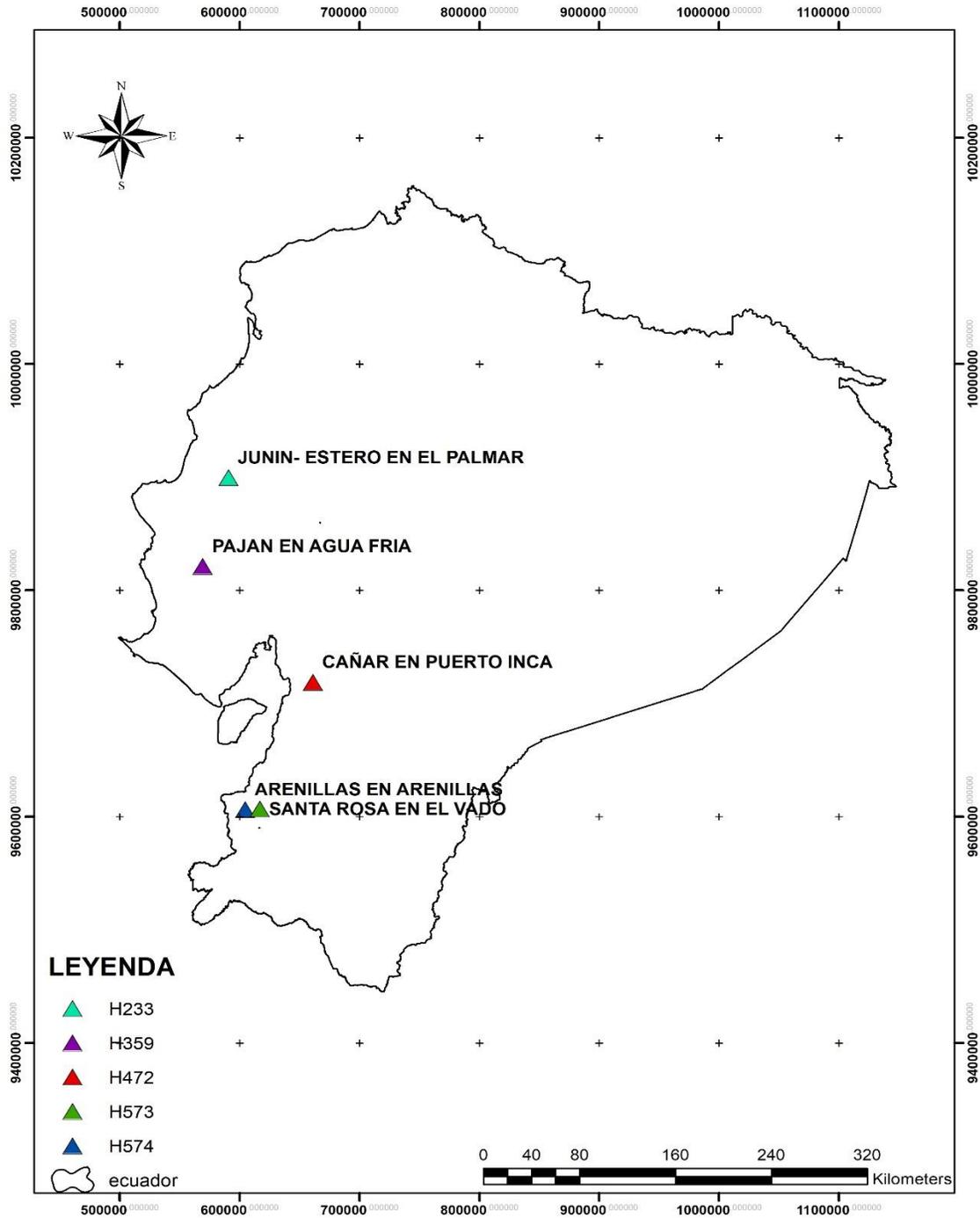


Figura 1. Mapa de ubicación de las estaciones hidrológicas.

Para dar inicio con la investigación se realizó la selección de las estaciones hidrológicas en las cuencas, con la recomendación de Bako, M. & Owoade, A, (1988), sugiere que los ríos no sean afectados por represas o embalses macro reguladores de caudales. Por las afectaciones de variación en los caudales que estas pueden provocar en época de estiaje con solo abrir las compuertas, implicando que los flujos bajos no se puedan apreciar de manera correcta. Con esta recomendación en cual se basó la investigación tenemos las siguientes estaciones hidrológicas seleccionadas:

Tabla 1.

*Estaciones hidrológicas seleccionadas.*

N°	Código	Estación	Tipo	Longitud	Latitud	Ele(m)
01	H233	Junín – Estero Palmar	LG	80° 11' 0" W	0° 54' 0" S	20
02	H359	Pajan en Agua Fría	LG	80° 22' 31" W	1° 22' 31" S	0
03	H472	Cañar en Pto. Inca	LG	79° 32' 29" W	2° 31' 50" S	35
04	H573	Santa Rosa en el Vado	LM	79° 56' 35" W	3° 33' 45" S	80
05	H574	Arenillas en Arenillas	LM	80° 02' 47" W	3° 34' 16" S	60

*Nota:* Las estaciones con el tipo de LG son Limnigráfica y aquellas con LM son Limnimétrica. Los datos son recolectados de los anuarios hidrológicos ubicados en la biblioteca del INAHMI.

Teniendo en consideración la ubicación de las estaciones hidrológicas podemos seleccionar las estaciones meteorológicas, para esta selección se pueden considerar dos criterios; cuando se encuentra aguas arriba de cada río o cuando se encuentra aguas arriba de cada estación hidrológica, las estaciones meteorológicas seleccionadas son las siguientes:

Tabla 2.

*Estaciones meteorológicas para la estación hidrológica H233.*

Código	Estación	Tipo	Longitud	Latitud	Ele(m)
M452	Zapote	PV	80° 03' 20" W	0° 56' 18" S	50
M462	Junín	PV	80° 12' 30" W	0° 56' 04" S	70
M464	Rio Chamote	PV	80° 13' 58" W	1° 02' 12" S	40

*Nota:* Las estaciones del tipo PV significa que son pluviométrica. Los datos son recolectados de los anuarios meteorológicos ubicados en la biblioteca del INAHMI.

Tabla 3.

*Estaciones meteorológicas para la estación hidrológica H359.*

Código	Estación	Tipo	Longitud	Latitud	Ele(m)
M171	Zapotillo	CP	80° 24' 04" W	1° 35' 34" S	220
M451	El Anegado	PV	80° 32' 19" W	1° 28' 46" S	380
M458	Colimes	PV	80° 30' 32" W	1° 35' 35" S	200
M459	San Pablo	PV	80° 35' 30" W	1° 34' 44" S	435

*Nota:* Las estaciones del tipo PV son Pluviométrica y el tipo CP son Climatológica principal. Los datos son recolectados de los anuarios meteorológicos ubicados en la biblioteca del INAHMI.

Tabla 4.

*Estaciones meteorológicas para la estación hidrológica H472.*

Código	Estación	Tipo	Longitud	Latitud	Ele(m)
M031	Cañar	CP	78° 56' 15" W	2° 33' 05" S	3083
M411	Ingapirca	PV	78° 52' 29" W	2° 32' 21" S	3100
M412	Suscalpa mba	PV	79° 03' 51" W	2° 27' 38" S	2620
M477	Puerto Inca	PV	79° 32' 38" W	2° 31' 49" S	50

*Nota:* Las estaciones del tipo PV son Pluviométrica y el tipo CP son Climatológica principal. Los datos son recolectados de los anuarios meteorológicos ubicados en la biblioteca del INAHMI.

Tabla 5.

*Estaciones meteorológicas para las estaciones hidrológicas H573 y H574.*

Código	Estación	Tipo	Longitud	Latitud	Ele(m)
M179	Arenillas	CO	80° 03' 22" W	3° 33' 37" S	60
M773	Piñas	PV	79° 42' 10" W	3° 40' 36" S	1126

*Nota:* Las estaciones del tipo PV son Pluviométrica y el tipo CO son Climatológica ordinaria. Los datos son recolectados de los anuarios meteorológicos ubicados en la biblioteca del INAHMI.

Conociendo los cantones principales en los cuales se basa el área de estudios con las redes hidrológicas y meteorológicas se observó si existían represas o embalses que puedan provocar las variaciones de caudales, no en todas las cuencas se encontraron dichos embalses o represas macro reguladoras de caudales. Para la cuenca de Pajan se encontró una represa que en la actualidad está azolvada y colapsada, también paso a ser un lugar turístico, pero obligaron a cerrar por algunos incidentes fatales en febrero del 2012 (Torres T, 2019). Por otra parte, también tenemos la represa de Tahuin ubicada en la cuenca de Arenilla, esta represa tiene varios funcionamientos los cuales son el control de inundación, sistema de riego, manejo de hidroeléctrico, manejo ambiental y agua

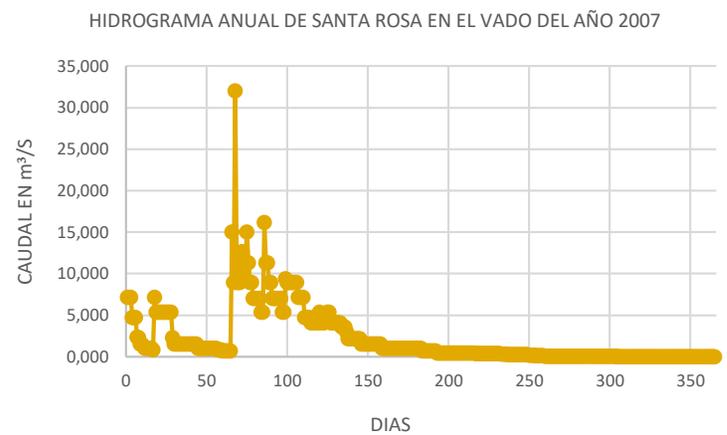
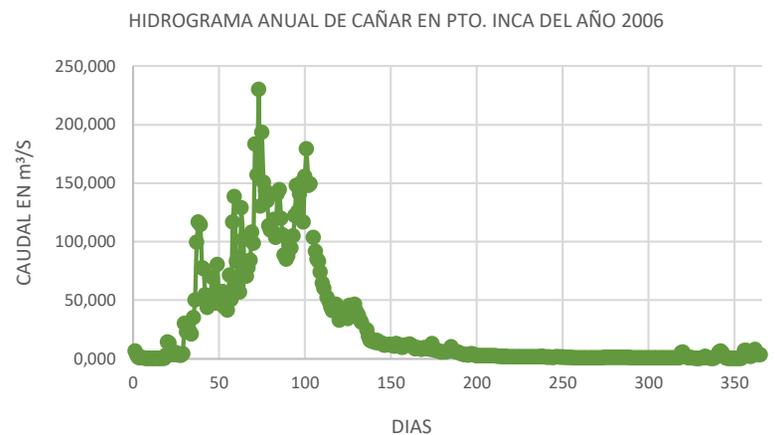
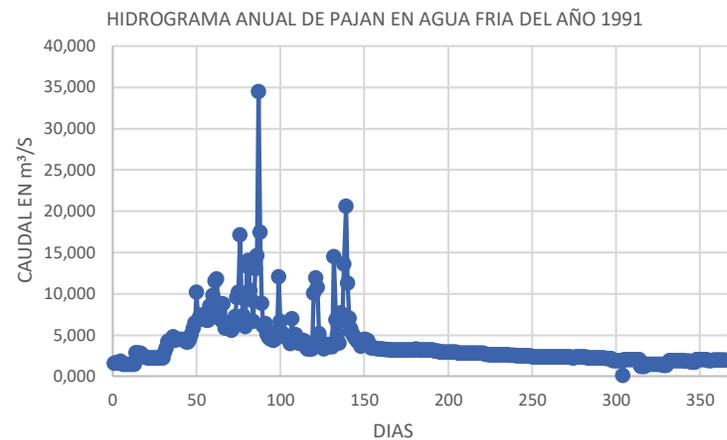
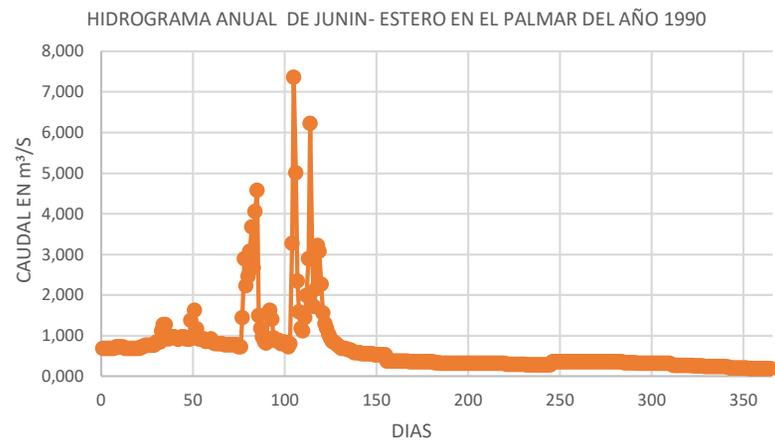
potable para los pueblos de Arenillas y Huaquillas (López J, Yucra H, Bárcena V, & Saavedra R , 2017), por los funcionamientos podemos determinarla como una represa macro reguladora, pero en el libro de represas se demuestra que es una represa mediana (Sandoval W, 2018).

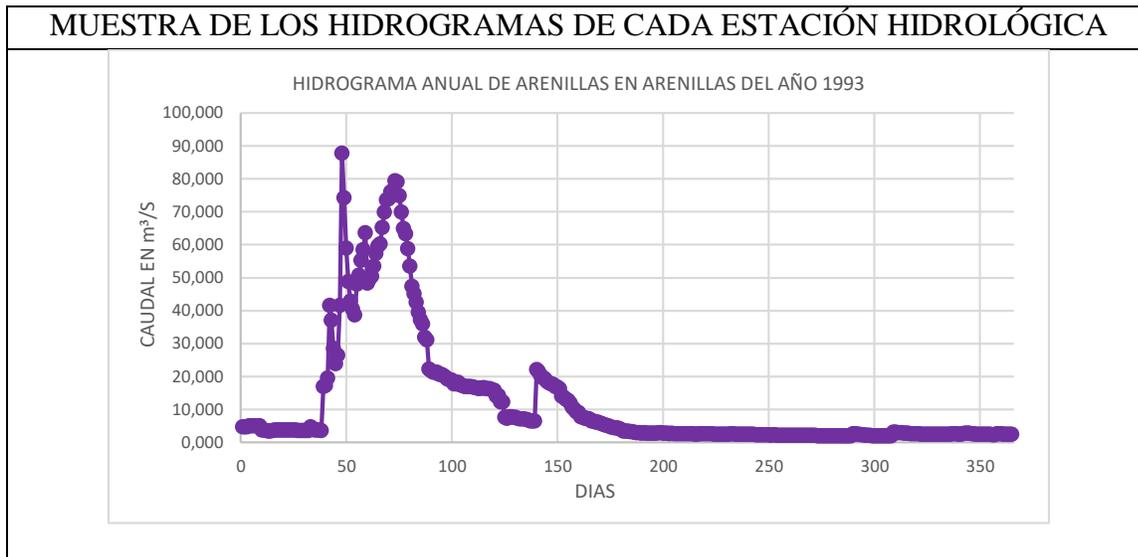
### **Definición de los criterios**

Para determinar la recesión se tomó en consideración dos criterios importantes (tomando en consideración las lluvias mensuales o tomando en consideración los picos del hidrogramas), ya que para poder definir el criterio correcto se deben analizar el que mejor se adecue a el estudio, de acuerdo a los comentarios de (Tallaksen, L, 1995).

Estos criterios trabajan con gráficas anuales elaboradas con estaciones hidrologías, por el motivo que es el inicio para una observación clara de una recesión prolongada. Existen casos en los cuales se puede presentar en un mismo año más de una recesión. Para el presente estudio se trabajó con varios años de recolección de datos, motivo por el cual se presentará al menos una gráfica de cada estación hidrológica.

MUESTRA DE LOS HIDROGRAMAS DE CADA ESTACIÓN HIDROLÓGICA





### Criterio por medio de lluvias mensuales

La selección de los hidrogramas se realizó de manera aleatoria para obtener una mayor representatividad. Se seleccionaron estaciones meteorológicas, pluviométricas y pluviográficas ubicadas aguas arriba para crear histogramas mensuales (debido a que el INAMHI no cuenta con datos diarios). típicamente se puede encontrar 3 tipos de situaciones:

- a) Cuando se tiene una estación registrada de lluvia aguas arriba.
- b) Cuando se tienen 2 estaciones.
- c) Cuando se tienen 3 o más estaciones.

En el caso **a** se grafica el histograma con esa única estación, en el caso **b** se hace un promedio simple y en el caso **c** se realiza polígonos de Thiessen para obtener la precipitación ponderada. En el presente estudio para las estaciones de Santa Rosa y Arenilla se consideró el criterio del caso **b**, se realizó un promedio de las estaciones.

Para las estaciones de Junín, Paján y Cañar se consideró el criterio del caso **c**, descargando la información de: las estaciones hidrológicas, estaciones meteorológicas, ríos, ríos dobles, poblados, represas, cuencas hidrográficas y vías, todas en formato shapefile de (Franz Z, 2016). Además de los Modelos de Elevación Digital (DEM) descargados mediante (EarthExplorer) para las áreas de estudio, se utilizó el software ArcMap para delimitar las cuencas y proceder a ejecutar los polígonos de Thiessen.

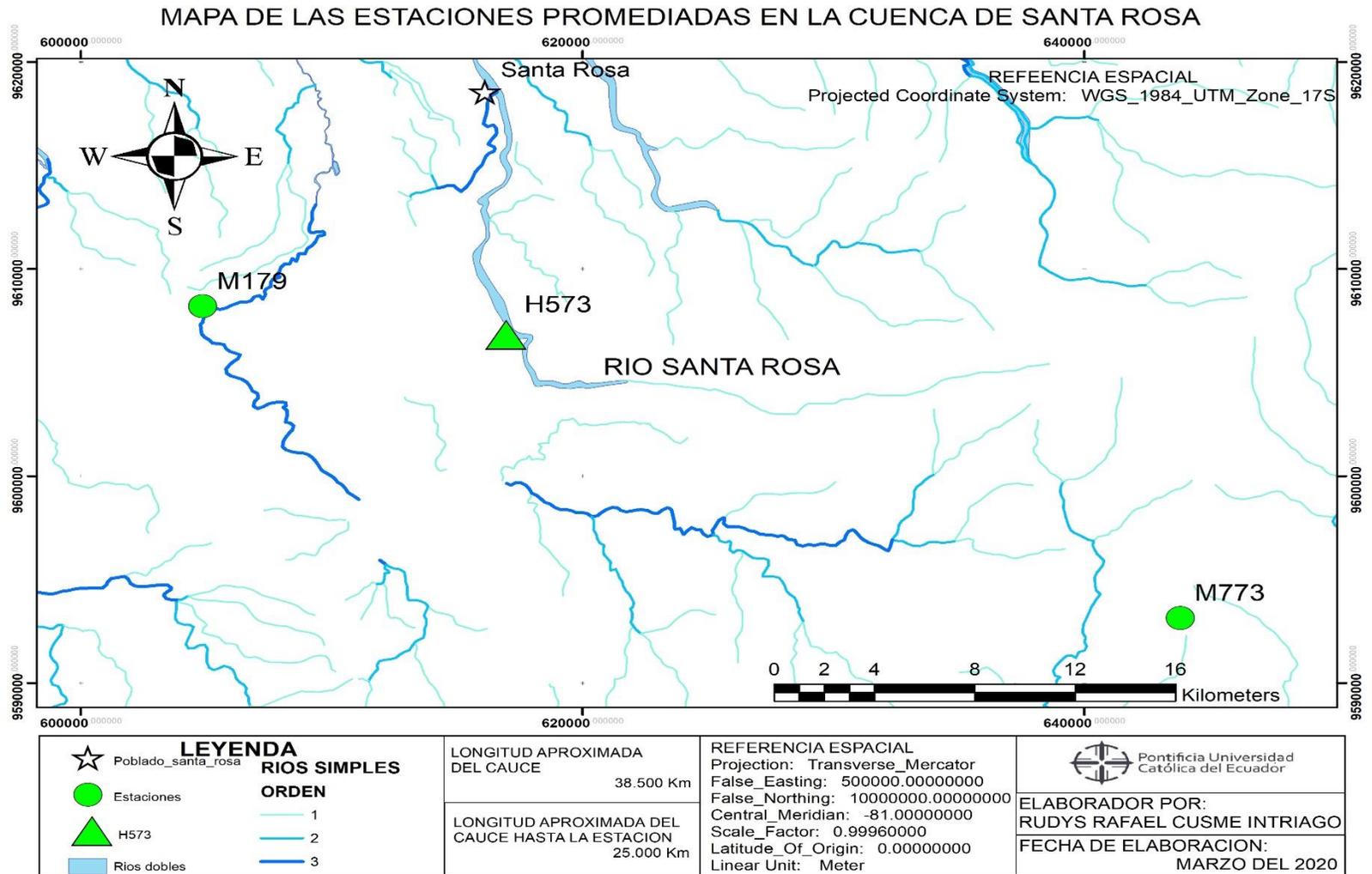


Figura 2. Mapa de las estaciones promediadas en la cuenca de Santa Rosa en el Vado.

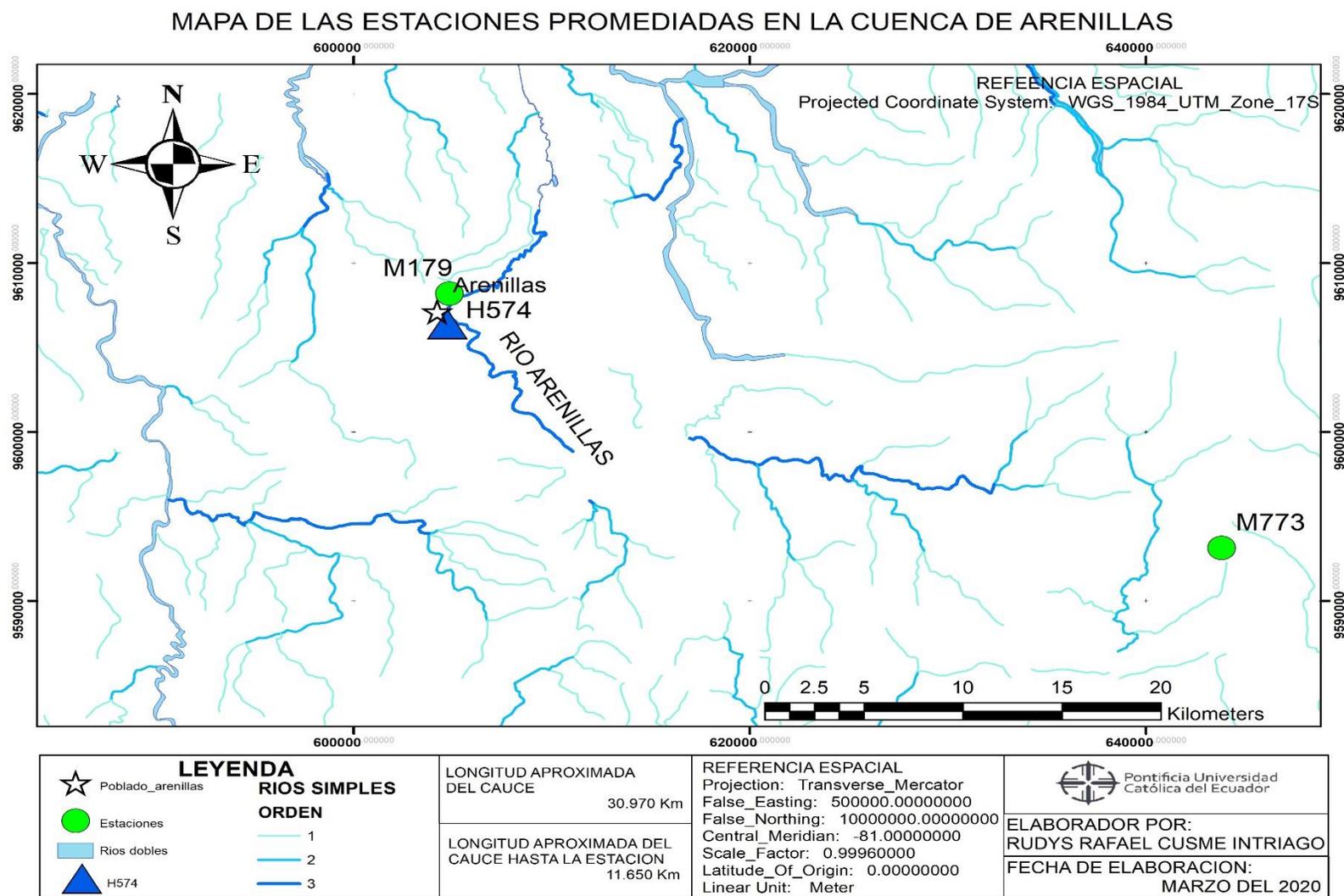


Figura 3. Mapa de las estaciones promediadas en la cuenca de Arenillas en Arenillas.

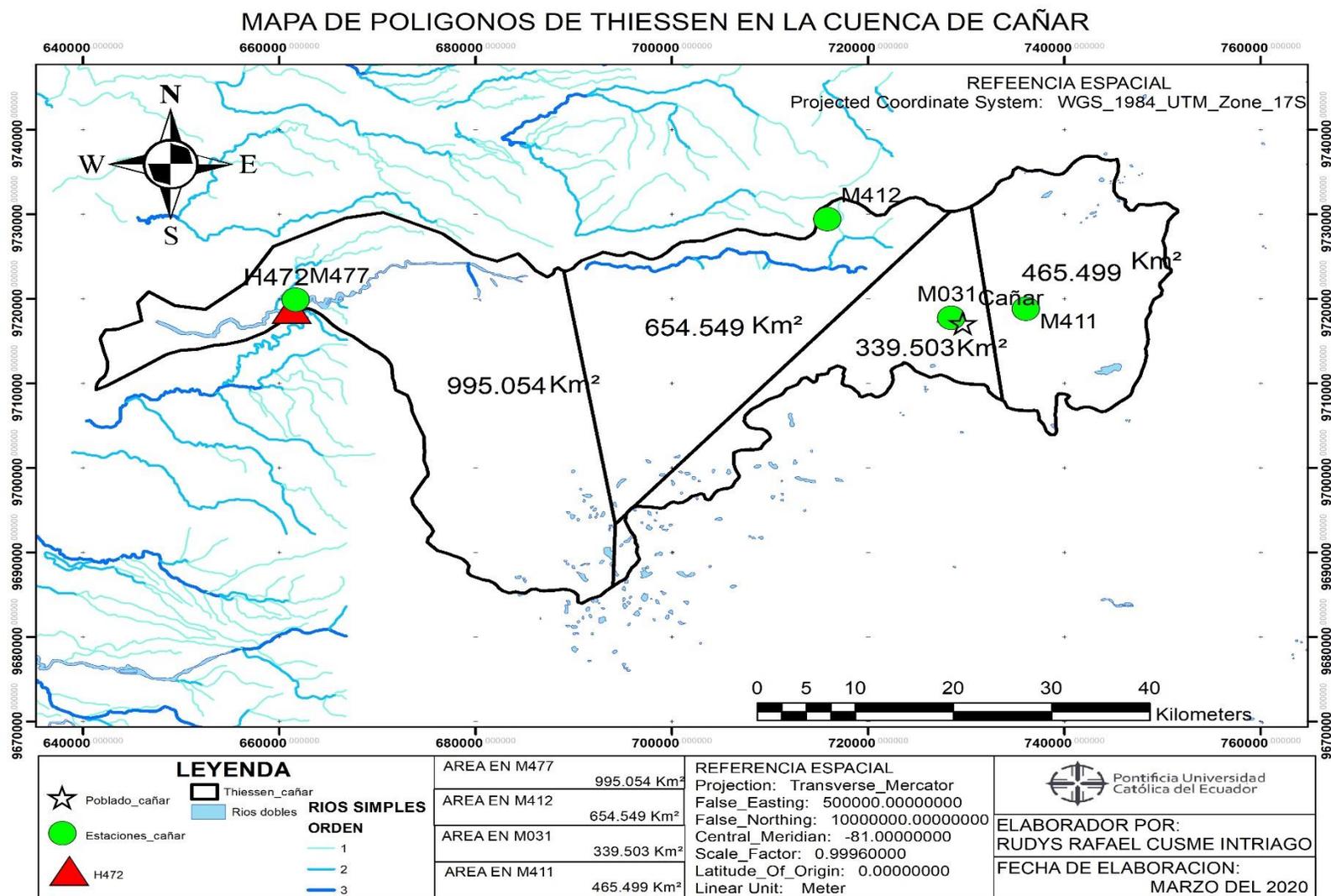


Figura 4. Mapa de polígonos de Thiessen en la cuenca de Cañar.

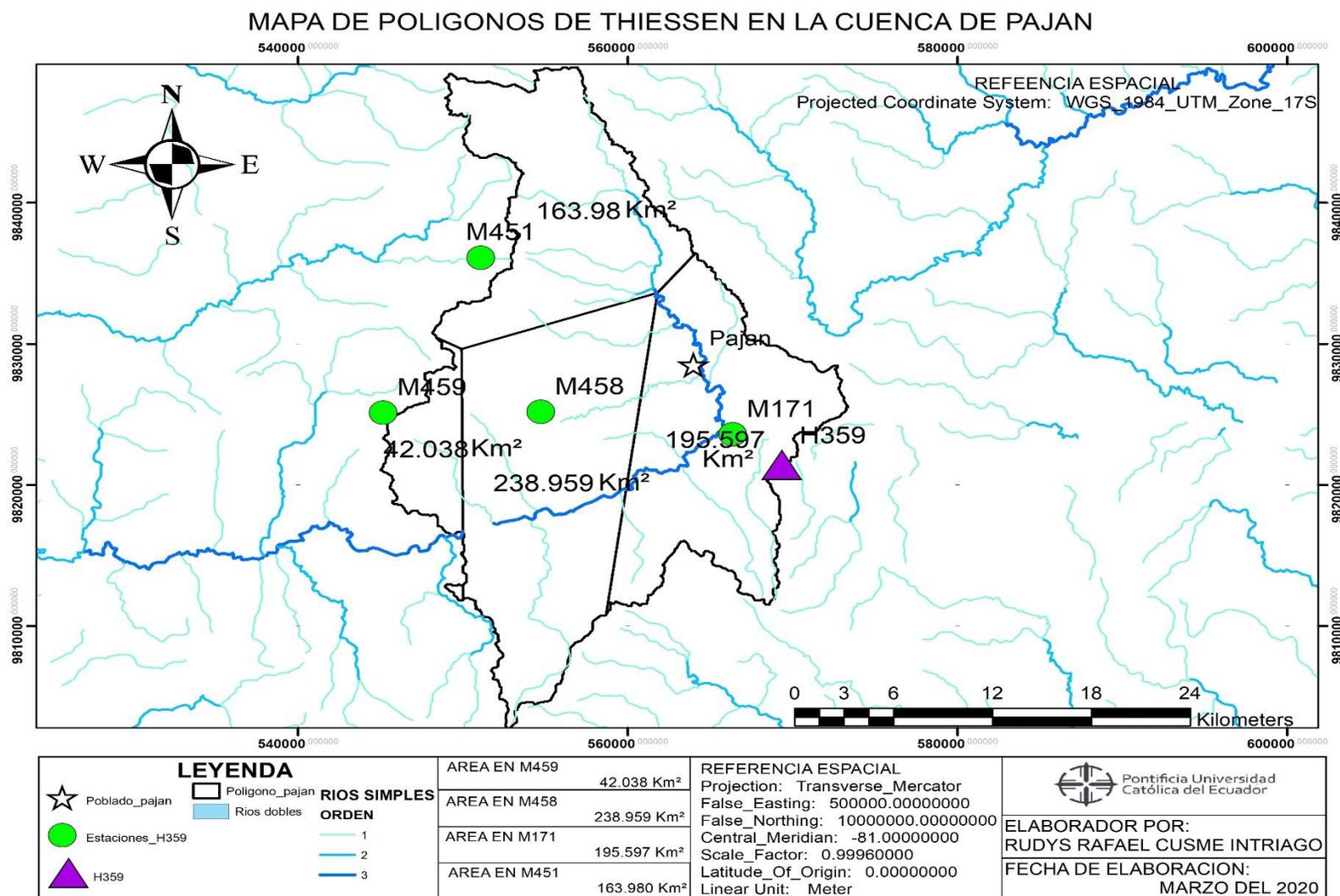


Figura 5. Mapa de polígonos de Thiessen en la cuenca de Paján.

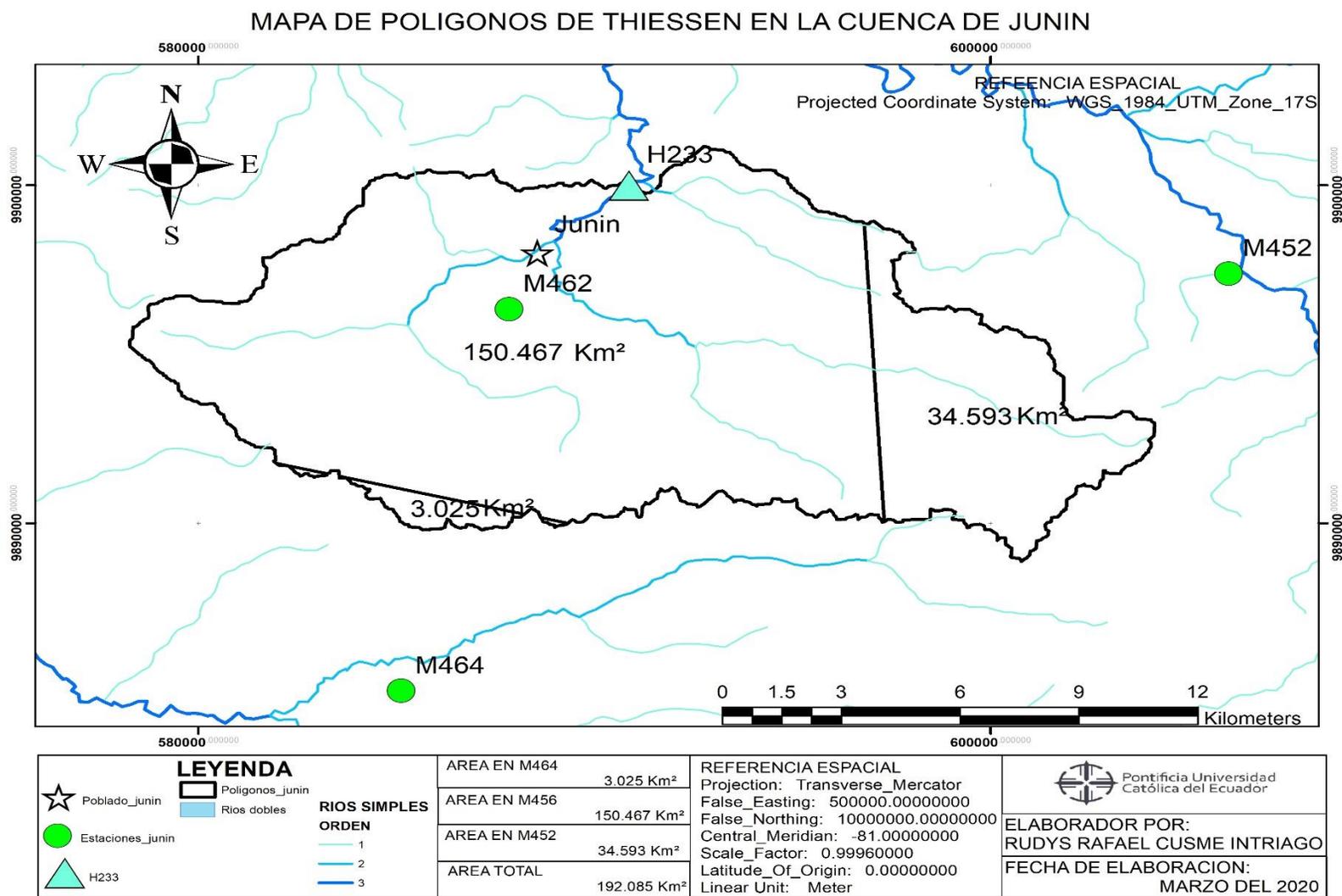
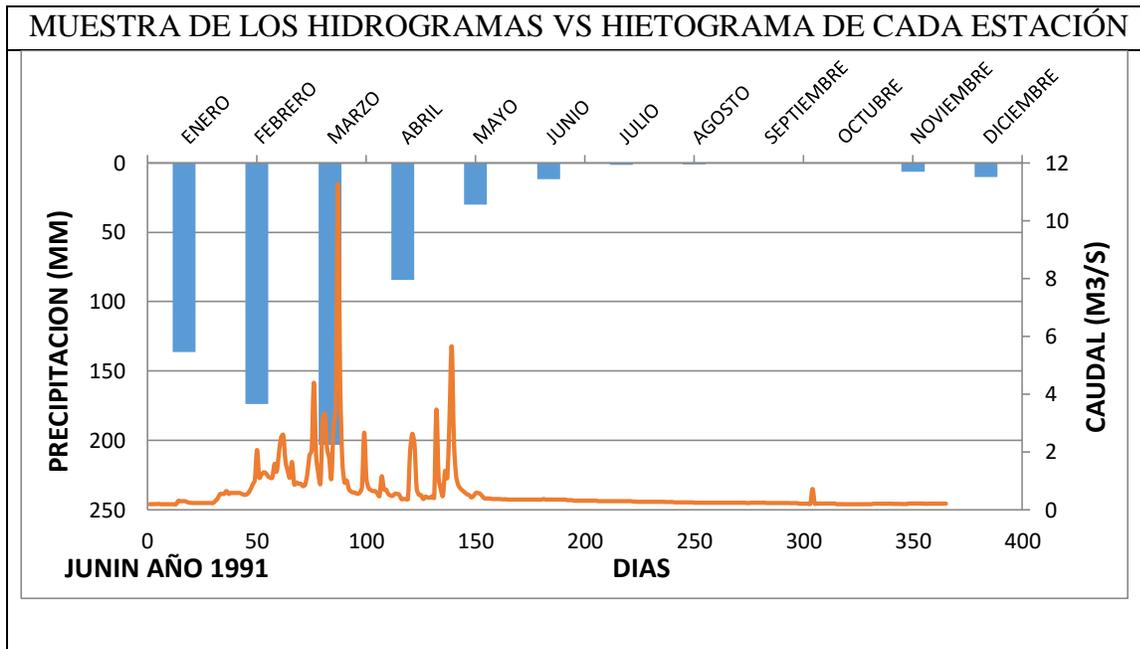
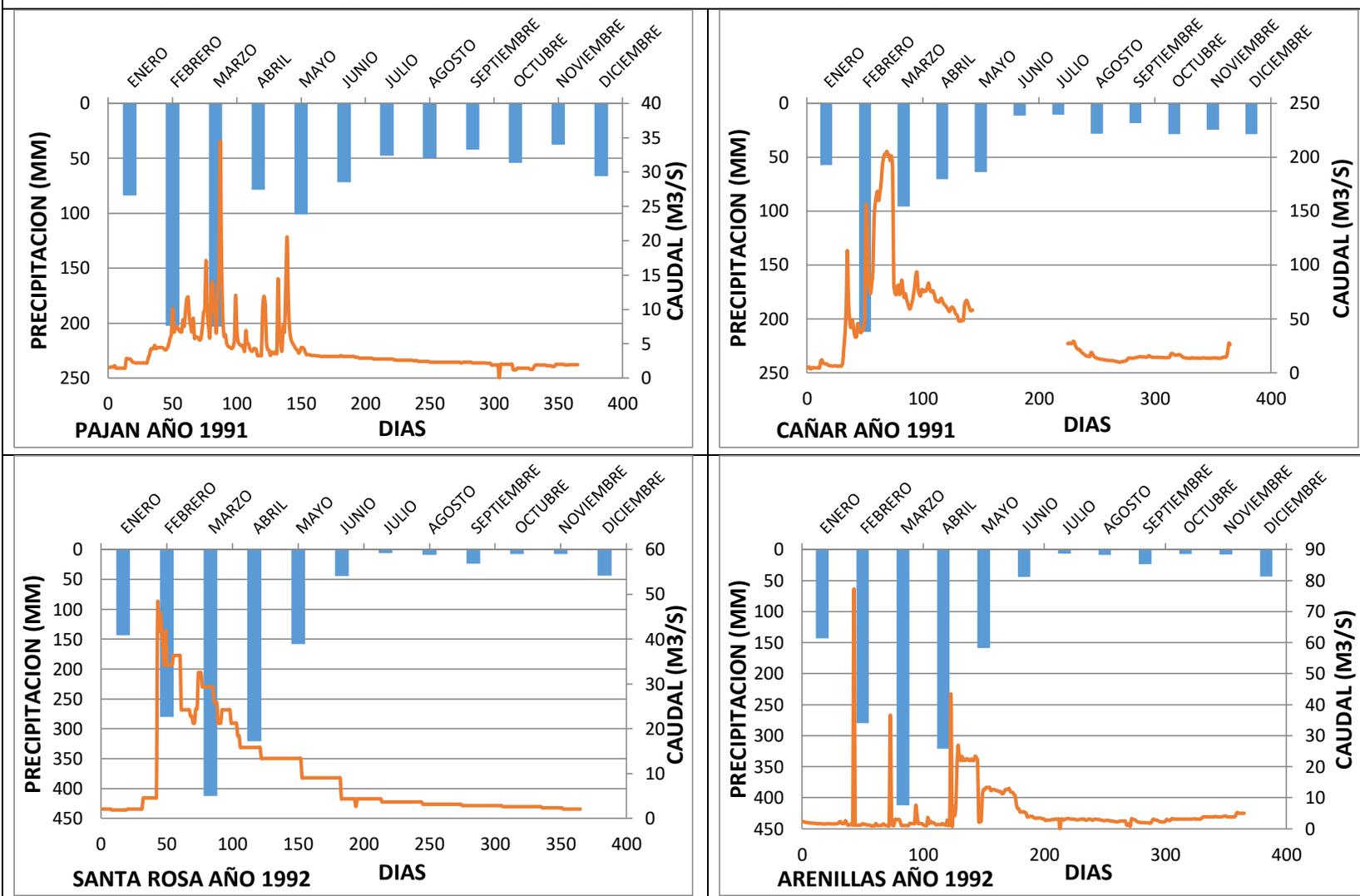


Figura 6. Mapa de polígonos de Thiessen en la cuenca de Junín.

Con la ejecución de los polígonos de Thiessen en el caso **c** y el promedio del caso **b**, se realizó la selección de las gráficas de los hidrogramas e hietograma. A los hidrogramas seleccionados se les grafica el hietograma anual de estaciones meteorológicas, pluviométricas y pluviográficas correspondientes, ubicadas aguas arriba de la estación hidrológica. El hietograma se ubica en un eje **X** secundario en la parte superior de la misma grafica del hidrogramas, el eje **Y** se manifiesta de forma inversa las precipitaciones en la gráfica, es decir los valores de 0.00 están en la parte superior del gráfico y conforme incrementa los valores estos van quedando en la parte media e inferior del gráfico.



MUESTRA DE LOS HIDROGRAMAS VS HIETOGRAMA DE CADA ESTACIÓN HIDROLÓGICA



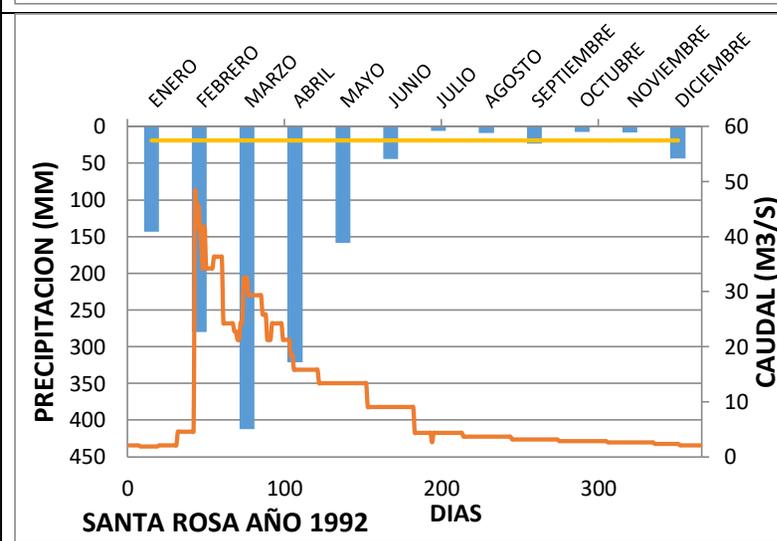
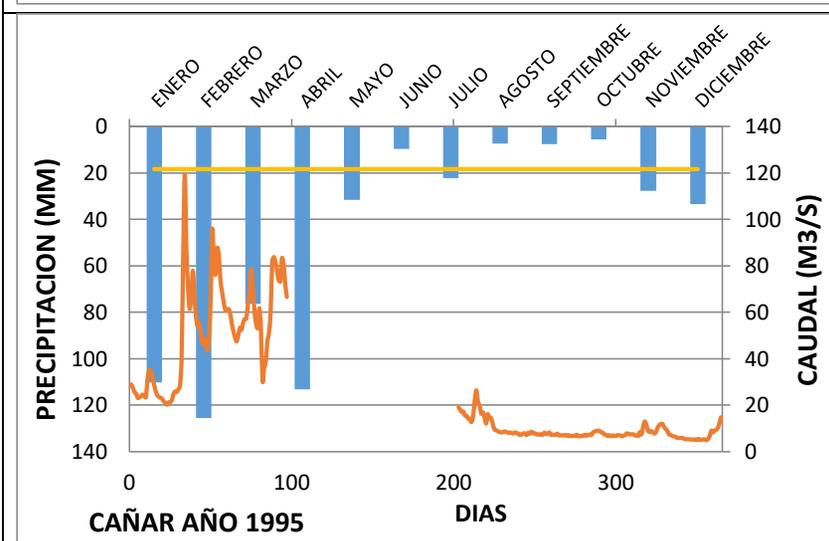
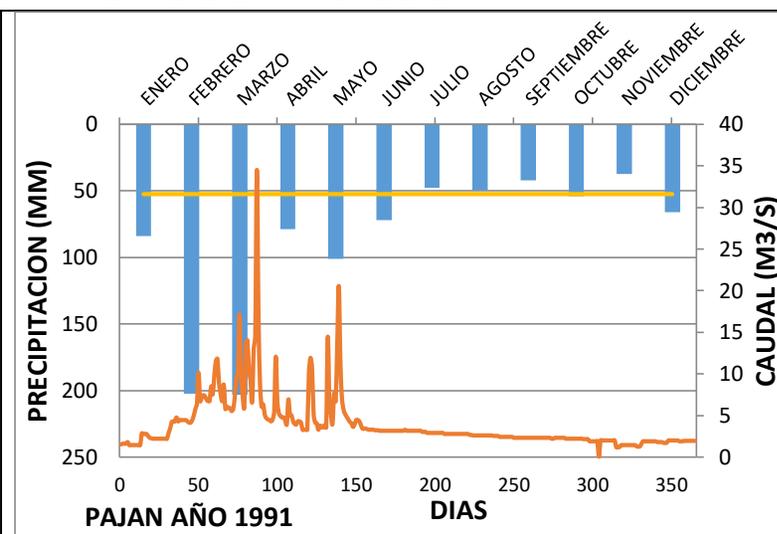
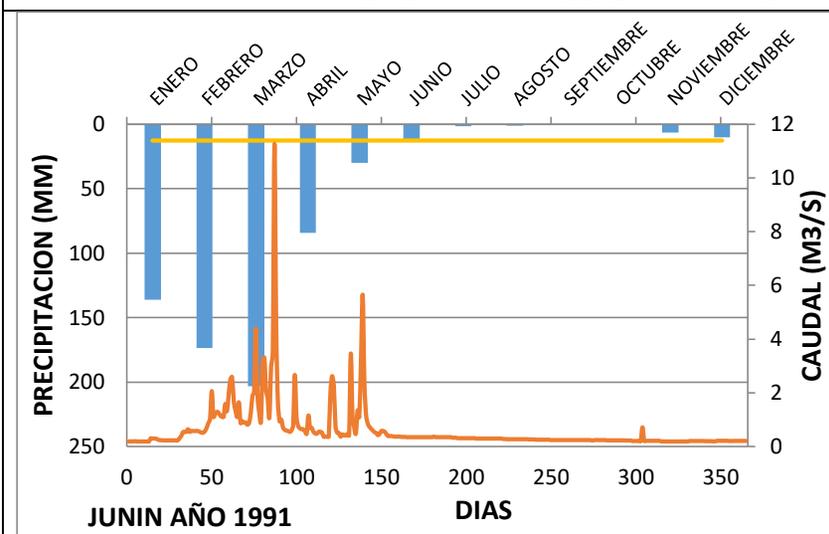
Cada cuenca hidrográfica presenta características potencialmente diferentes incluyendo su recesión, por ende, se debe seleccionar criterios de recesión para cada cuenca. Para establecer los criterios de recesión se empezó a definir umbrales que den inicio a la recesión del flujo base, descartando la recesión del flujo de tormenta y flujo sub- superficial, también se debe definir el punto N en el tiempo donde termina la recesión del flujo base.

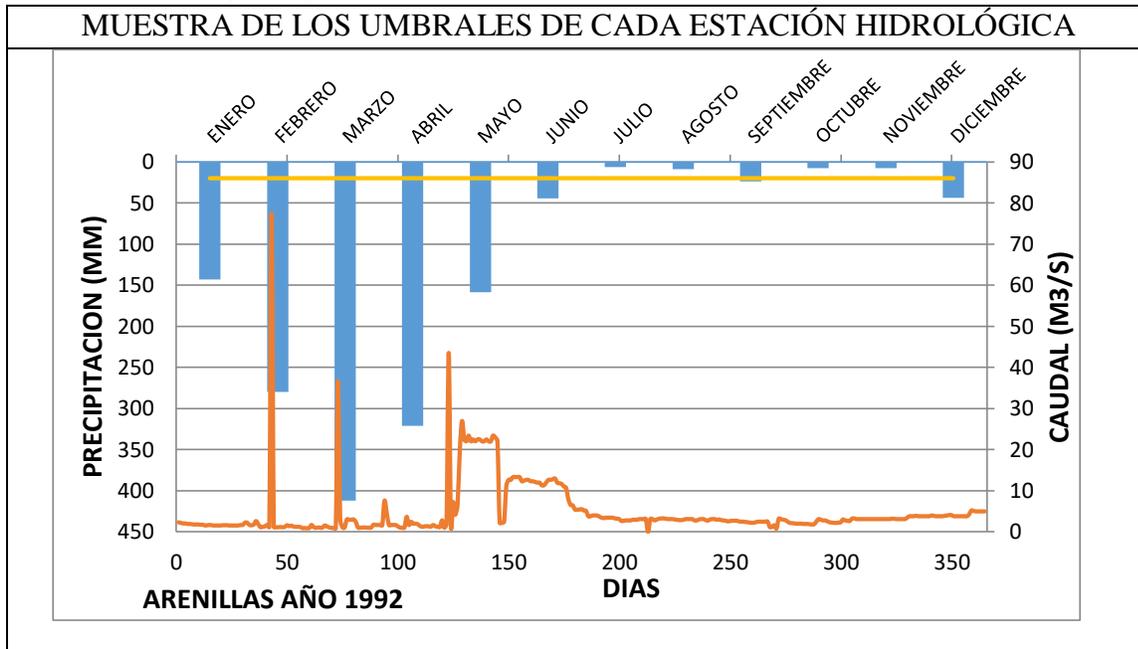
Para determinar el umbral según Tallaksen, L, (1995) se procede con las gráficas de hidrogramas y hietograma de la siguiente forma:

- i. Se observa cual fue el último pulso de precipitación mensual que tiene un claro efecto (incremento) sobre el hidrogramas.
- ii. Se selecciona como umbral de inicio de recesión al pulso mensual que ya no provoca un cambio en la recesión de flujo base en el hidrogramas anual.
- iii. Este mismo umbral se utiliza para definir el final de la recesión y por ende la duración de la recesión. Se considera entonces que, si se tiene un pulso mensual de lluvia, se interrumpe la recesión ya que este pulso tendería a generar una alteración en el hidrogramas. Se toman los caudales del periodo de recesión donde el ultimo caudal del periodo será aquel que se encuentre en la mitad del mes que produjo el pulso que excedió el umbral.

Se aplicó este criterio para los años seleccionados, lo cual nos indica que tenemos umbrales por cada año. Entonces se realizó un promedio a los umbrales para obtener un solo umbral que abarque toda la cuenca. A continuación, se presentan las siguientes graficas de acuerdo a los años seleccionadas anteriormente para presentar un claro ejemplo del criterio.

MUESTRA DE LOS UMBRALES DE CADA ESTACIÓN HIDROLÓGICA





Esto se define como un criterio de lluvia mensual, con lo cual se encontró la constante de recesión por medio de la ecuación de Bako, M. & Owoade, A, (1988) la ecuación es la siguiente:

$$\text{Log}(Q_t) = \text{Log}(Q_0) + t * \text{Log}(K) \quad \text{Ec.1}$$

Donde:

$Q_t$  = Flujo de salida en cualquier momento.

$Q_0$  = Flujo de salida en el momento inicial.

$K$  = Constantes de recesión.

$t$  = Tiempo

**Criterio por medio de la sensibilidad de la constante K**

Para determinar donde comienza la recesión se tomó en consideración las gráficas de los hidrogramas de la siguiente forma (Bako, M. & Owoade, A, 1988):

- i. Se observó cual fue el pico del hidrogramas que dio una recesión más prolongada en el año de observación.
- ii. Se observó el final de la recesión.
- iii. Se determinó el tiempo de la recesión entre el pico y el final.

Se debe tomar en consideración que en un año se puede presentar más de una recesión. Este segundo criterio se trabajó de la misma forma que el primero, utilizando la ecuación de (Bako, M. & Owoade, A, 1988) expresada previamente.

**Generar la constante K**

Para generar K tenemos la ecuación de Bako, M. & Owoade, A, (1988), que despejándola tenemos:

$$K = 10 \frac{\text{Log}(Qt) - \text{Log}(Qo)}{t}$$

De esta manera encontramos la constante de recesión para ambos criterios expresados anteriormente, sin embargo, es necesario hallar una constante por cada cuenca, no una serie de constante por años. Para eso se utilizó una fórmula que proviene del artículo de (Bako, M; Hunt, D., 1988) que describe un promedio de pendientes de las líneas de regresión del log (Qo), la ecuación para definir la constante de recesión K es la siguiente:

$$b = \frac{\sum_{i=0}^k \left( \sum_{v=1}^{ni} U_{yiu} - 1/2(ni)(ni + 1)(Yi) \right)}{\sum_{i=0}^k (1/12)(ni^3 - ni)}$$

Donde:

b = Promedio de las líneas de regresión.

U = Números de flujos.

yi = Logaritmo del flujo inicial.

Yi = Promedio.

Ni = Numero de observaciones.

Determinando que **b** promedio es igual a la constante de recesión promedio, por este motivo aplicaremos este método para analizar y encontrar dicha constante para los bloques de años observados.

**Validación del método**

Para validar el método se analizó de forma inversa la ecuación de Bako, M. & Owoade, A, (1988), teniendo el resultado de la constante de recesión se procedió a encontrar el caudal final ( $Q_f$ ) despejando la ecuación que de la siguiente manera:

$$Q_f = 10^{\text{Log}(Q_o) + (t * \text{Log}(K))}$$

Con la finalidad de determinar la eficiencia del método de la recesión con respecto a las cuencas de las regiones costa y sierra del Ecuador, se graficará los caudales observados y simulados para validar dicho método.

**Capítulo 3****Resultados, discusión y conclusiones.**

En el presente estudio se logró obtener una tabla de resumen que indican los caudales y niveles de cada año de las estaciones hidrológicas realizada mediante porcentajes para una mejor comprensión de los datos.

Tabla 6.

*Porcentajes de las estaciones hidrológicas.*

Años	H233 Junín-Estero del palmar		H359 Pajan en Agua fría		H472 Cañar en Punto del Inca		H573 Santa Rosa en el Vado		H574 Arenillas en Arenillas	
	Nivel (%)	Caudal (%)	Nivel (%)	Caudal (%)	Nivel (%)	Caudal (%)	Nivel (%)	Caudal (%)	Nivel (%)	Caudal (%)
1990	100.000	100.000	N/D	N/D	N/D	N/D	91.507	91.507	N/D	N/D
1991	100.000	100.000	100.000	100.000	77.808	77.808	74.795	74.795	100.000	100.000
1992	100.000	100.000	50.000	50.000	65.574	65.847	100.000	100.000	100.000	100.000
1993	100.000	100.000	98.356	98.356	64.110	64.110	100.000	100.000	100.000	100.000
1994	100.000	100.000	100.000	100.000	90.411	90.411	100.000	100.000	100.000	100.000
1995	100.000	100.000	97.534	97.534	71.233	71.233	N/D	N/D	100.000	100.000
1996	100.000	99.727	98.907	98.907	N/D	N/D	N/D	N/D	100.000	100.000
1997	99.726	99.726	98.630	98.630	N/D	N/D	99.727	99.727	100.000	100.000
1998	83.288	83.288	100.000	100.000	N/D	N/D	98.904	98.904	100.000	100.000
1999	100.000	100.000	100.000	100.000	N/D	N/D	100.000	100.000	99.726	99.726
2000	99.727	99.727	99.727	99.727	N/D	N/D	100.000	100.000	91.803	91.803
2001		100.000	100.000	100.000	N/D	N/D	100.000	100.000	74.795	74.795
2002	97.808	81.096	99.726	99.726	N/D	N/D	98.904	98.904	100.000	100.000
2003	100.000	100.000	98.356	98.356	N/D	N/D	100.000	100.000	100.000	100.000
2004	78.689	78.689	99.454	99.454	N/D	N/D	99.727	99.727	100.000	100.000
2005	91.507	91.507	87.671	87.671	79.726	80.000	100.000	100.000	99.726	99.726
2006	91.507	91.507	100.000	100.000	98.630	98.630	100.000	100.000	100.000	100.000
2007	N/D	N/D	99.726	99.178	98.630	98.630	100.000	100.000	100.000	100.000
2008	N/D	N/D	99.454	98.907	99.727	99.727	100.000	100.000	100.000	100.000
2009	N/D	N/D	100.000	100.000	99.178	98.630	100.000	100.000	100.000	100.000
2010	N/D	N/D	100.000	100.000	96.438	96.438	99.726	99.726	91.781	91.781
2011	N/D	N/D	83.288	92.877	96.164	96.164	100.000	100.000	100.000	100.000
2012	N/D	N/D	99.454	99.180	87.432	86.339	100.000	100.000	99.454	99.454
2013	N/D	N/D	74.795	74.795	87.945	88.493	99.726	100.000	99.726	100.000

Tabla 7.

*Leyenda de los porcentajes de las estaciones hidrológicas.*

<b>NOMBRE Y APELLIDOS:</b>	RUDYS RAFAEL CUSME INTRIAGO
<b>LEYENDA</b>	
<b>COLOR:</b>	<b>SIGNIFICADO:</b>
NEGRO	DATOS DEL INAMHI SIN ALTERAR
ROJO	DATOS DE NIVELES FORMADOS CON CURVA DE DESCARGA
AZUL	MAYOR AL 50% DE DATOS DEL INAMHI SIN ALTERAR Y DATOS GENERADOS CON CURVAS DE DESCARGA
VERDE	MENOR AL 50% DE DATOS DEL INAMHI SIN ALTERAR Y DATOS GENERADOS CON CURVAS DE DESCARGA

Luego de encontrar los porcentajes de datos hidrológicos se logró obtener una tabla de resumen que indica las precipitaciones de cada año de las estaciones meteorológicas realizada mediante porcentajes para una mejor comprensión de los datos.

Tabla 8.

*Porcentajes de las estaciones meteorológicas.*

Años	M452 Zapote	M462 Junin	M464 Rio Chamote	M171 Zapotillo	M451 El Anegado	M458 Colimes	M459 San Pablo	M031 Cañar	M411 Ingapirca	M412 Sucalpamba	M477 Puerto Inca	M773 Piñas	M179 Arenillas
	Prec. (%)	Prec. (%)	Prec. (%)	Prec. (%)	Prec. (%)	Prec. (%)	Prec. (%)	Prec. (%)	Prec. (%)	Prec. (%)	Prec. (%)	Prec. (%)	Prec. (%)
1990	100.000	100.000	83.333	100.000	100.000	100.000	100.000	91.667	N/D	100.000	100.000	100.000	100.000
1991	100.000	83.333	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	91.667	83.333	100.000
1992	100.000	100.000	100.000	100.000	58.333	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000
1993	58.333	100.000	91.667	100.000	91.667	100.000	100.000	100.000	66.667	100.000	83.333	100.000	91.667
1994	N/D	N/D	N/D	100.000	N/D	N/D	N/D	91.667	N/D	N/D	N/D	N/D	100.000
1995	100.000	83.333	100.000	100.000	91.667	100.000	100.000	100.000	N/D	91.667	91.667	100.000	100.000
1996	91.667	100.000	100.000	100.000	100.000	83.333	91.667	100.000	N/D	91.667	100.000	66.667	66.667
1997	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	75.000	100.000	75.000	75.000	100.000	91.667	N/D
1998	50.000	100.000	66.667	100.000	100.000	100.000	91.667	91.667	100.000	100.000	100.000	100.000	N/D
1999	100.000	83.333	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	91.667	100.000	100.000	N/D
2000	75.000	83.333	100.000	100.000	75.000	75.000	91.667	91.667	66.667	100.000	75.000	50.000	N/D
2001	N/D	100.000	58.333	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	83.333	100.000	N/D	N/D
2002	N/D	83.333	100.000	100.000	75.000	91.667	83.333	91.667	100.000	83.333	75.000	N/D	N/D

Estimación de flujos bajos en cuencas ecuatorianas

30

2003	100.000	100.000	N/D	100.000	100.000	100.000	100.000	91.667	100.000	66.667	100.000	100.000	N/D
2004	100.000	100.000	91.667	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	91.667	75.000	100.000	N/D
2005	100.000	66.667	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	83.333	100.000	83.333	100.000	75.000	58.333
2006	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	91.667	100.000	100.000	100.000	100.000	91.667
2007	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	91.667	100.000	100.000
2008	25.000	91.667	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	75.000
2009	100.000	100.000	100.000	83.333	83.333	100.000	100.000	100.000	100.000	83.333	83.333	100.000	N/D
2010	75.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	N/D	100.000	100.000	50.000
2011	N/D	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	91.667	100.000	100.000	91.667	91.667	100.000	N/D
2012	41.667	N/D	100.000	100.000	91.667	100.000	N/D	100.000	100.000	100.000	100.000	91.667	N/D

Con la recolección de datos se trabajó en la definición del criterio adecuado para encontrar la constante de recesión de la mejor forma.

Para el criterio de lluvias mensuales, las constantes de recesión se encontraron por cada estación hidrológica.

Tabla 9.

*Constante (K) por el método de lluvias mensual para la estación de Junín.*

H233 JUNIN EN EL PALMAR				
AÑO	CAUDAL INICIAL (Qo) (m <sup>3</sup> /s)	CAUDAL FINAL (Q) (m <sup>3</sup> /s)	TIEMPO (T) (DIAS)	CONSTANTE DE RECESION (K)
1991	0.351	0.213	189	0.997342
1992	2.671	1.959	153	0.997977
2004	0.756	0.776	153	1.000166
2006	1.752	0.900	214	0.996892

Tabla 10.

*Constante (K) por el método de lluvias mensual para la estación de Pajan.*

H359 PAJAN EN AGUA FRIA				
AÑO	CAUDAL INICIAL (Qo) (m <sup>3</sup> /s)	CAUDAL FINAL (Q) (m <sup>3</sup> /s)	TIEMPO (T) (DIAS)	CONSTANTE DE RECESION (K)
1991	2.918	2.015	184	0.997989
1995	1.289	0.063	200	0.985052
2001	3.029	1.773	200	0.997326
2006	0.128	0.063	184	0.996174
2011	4.908	0.513	214	0.989502

Tabla 11.

*Constante (K) por el método de lluvias mensual para la estación de Cañar.*

H472 CAÑAR EN PUERTO INCA				
AÑO	CAUDAL INICIAL (Qo) (m <sup>3</sup> /s)	CAUDAL FINAL (Q) (m <sup>3</sup> /s)	TIEMPO (T) (DIAS)	CONSTANTE DE RECESION (K)
1995	8.350	11.269	91	1.003300
2005	5.638	0.716	121	0.983092
2006	4.499	5.167	122	1.001135

Tabla 12.

*Constante (K) por el método de lluvias mensual para la estación de Santa Rosa.*

H573 SANTA ROSA EN EL VADO				
AÑO	CAUDAL INICIAL (Qo) (m3/s)	CAUDAL FINAL (Q) (m3/s)	TIEMPO (T) (DIAS)	CONSTANTE DE RECESION (K)
1992	4.358	3.160	62	0.994829
	2.857	2.351	61	0.996810
2005	6.889	4.158	229	0.997798
2007	1.048	0.472	31	0.974597
2008	0.966	0.572	31	0.983238
	0.387	0.251	32	0.986561
	0.966	0.686	31	0.989019
2010	1.032	0.288	153	0.991693

Tabla 13.

*Constante (K) por el método de lluvias mensual para la estación de Arenillas.*

H574 ARENILLAS EN ARENILLAS				
AÑO	CAUDAL INICIAL (Qo) (m3/s)	CAUDAL FINAL (Q) (m3/s)	TIEMPO (T) (DIAS)	CONSTANTE DE RECESION (K)
1992	3.451	2.267	62	0.993245
	2.519	4.089	61	1.007973
1993	2.788	2.197	62	0.996165
	2.060	2.484	61	1.003073
1995	3.110	1.864	184	0.997222
2008	6.889	5.740	31	0.994131
	6.743	6.306	32	0.997908
	6.743	7.187	31	1.002059
2010	6.889	8.102	184	1.000882

Para el criterio de la sensibilidad, la constante de recesión (K) de una serie de flujos son los siguientes:

Tabla 14.

*Constante (K) por el método la sensibilidad para Junín.*

H233 JUNIN EN EL PALMAR					
AÑO	DIAS	CAUDAL INICIAL (Q <sub>0</sub> ) (m <sup>3</sup> /s)	CAUDAL FINAL (Q) (m <sup>3</sup> /s)	TIEMPO (T) (DIAS)	CONSTANTE DE RECESION (K)
1991	140	5.662	2.419	1	0.427242
	146	5.662	0.536	6	0.675056
	152	5.662	0.551	11	0.809092
	158	5.662	0.372	16	0.843500
	164	5.662	0.361	21	0.877204
	170	5.662	0.351	26	0.898614
	176	5.662	0.351	31	0.914242
	182	5.662	0.351	36	0.925698
	188	5.662	0.351	41	0.934455
	194	5.662	0.332	46	0.940224
	200	5.662	0.315	51	0.944901
	206	5.662	0.298	56	0.948776
	212	5.662	0.298	61	0.952875

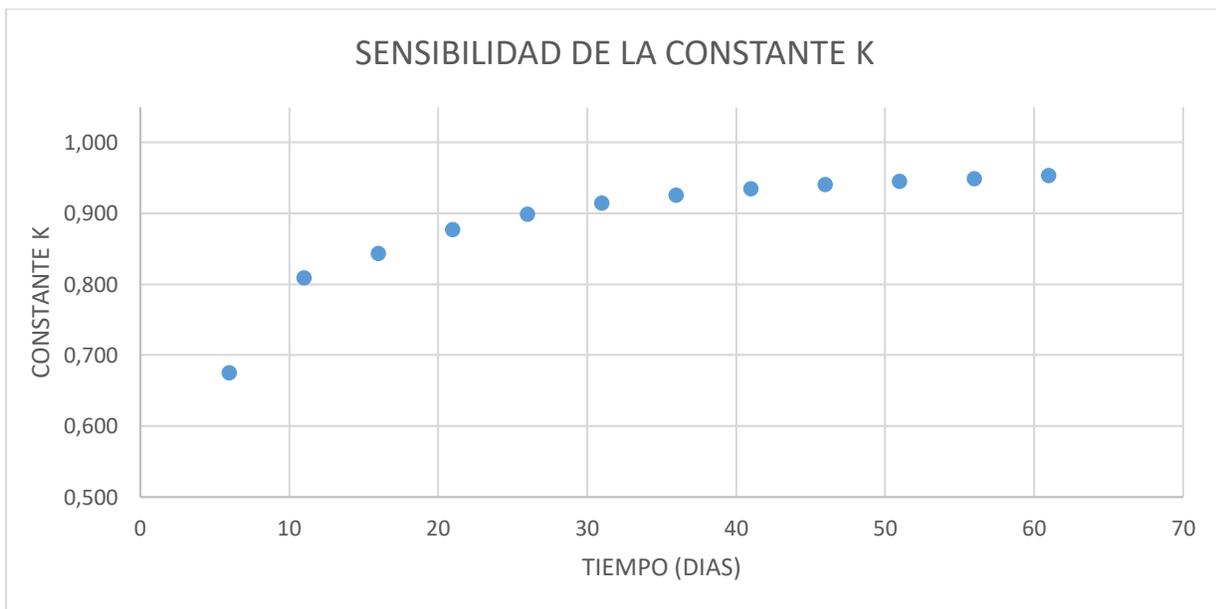


Figura 7. Sensibilidad de la constante K para la estación de Junín..

Tabla 15.

Constante (K) por el método la sensibilidad para Pajan.

H359 PAJAN EN AGUA FRIA					
AÑO	DIAS	CAUDAL INCIAL (Qo) (m3/s)	CAUDAL FINAL (Q) (m3/s)	TIEMPO (T) (DIAS)	CONSTANTE DE RECESION (K)
1991	140	20.564	11.279	1	0.548491
	146	20.564	4.228	6	0.768251
	152	20.564	4.304	11	0.867466
	158	20.564	3.303	16	0.892002
	164	20.564	3.237	21	0.915727
	170	20.564	3.172	26	0.930632
	176	20.564	3.172	31	0.941486
	182	20.564	3.172	36	0.949404
	188	20.564	3.172	41	0.955434
	194	20.564	3.044	46	0.959318
	200	20.564	2.918	51	0.962436
	206	20.564	2.795	56	0.964991
	212	20.564	2.795	61	0.967814

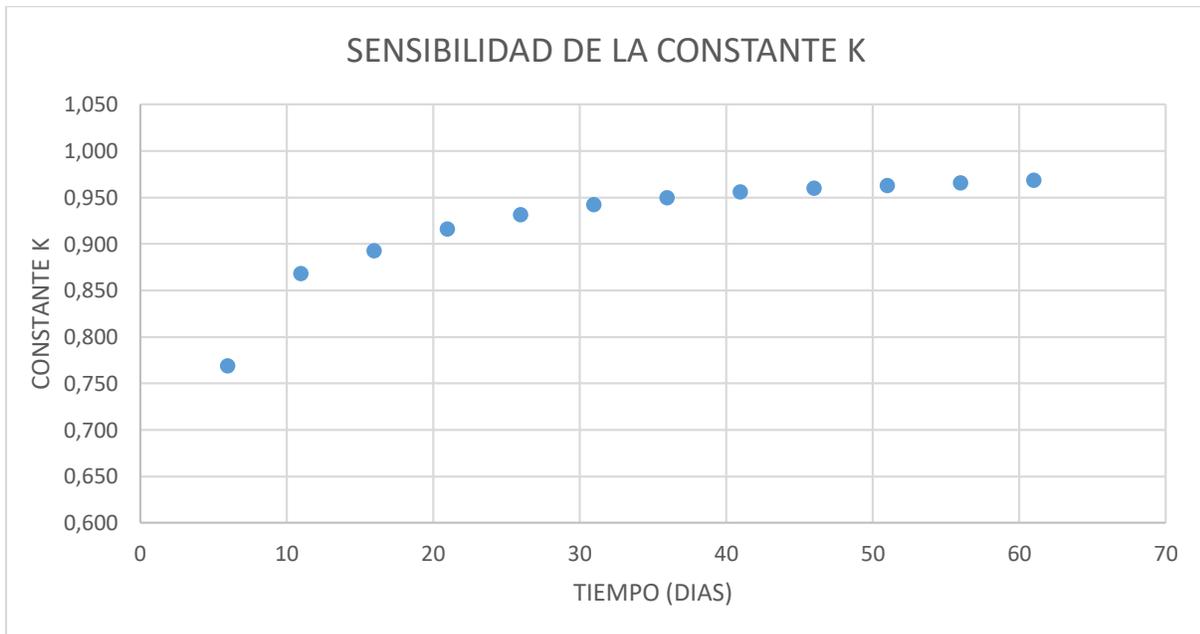


Figura 8. Sensibilidad de la constante K para la estación de Pajan..

Tabla 16.

Constante (K) por el método la sensibilidad para Cañar.

H472 CAÑAR EN PTO. INCA					
AÑO	DIAS	CAUDAL INICIAL (Qo) (m3/s)	CAUDAL FINAL (Q) (m3/s)	TIEMPO (T) (DIAS)	CONSTANTE DE RECESION (K)
1995	215	26.280	21.193	1	0.806431
	221	26.280	15.951	6	0.920154
	227	26.280	8.799	11	0.905317
	233	26.280	8.103	16	0.929103
	239	26.280	7.694	21	0.943184
	245	26.280	6.961	26	0.950188
	251	26.280	7.250	31	0.959309
	257	26.280	7.563	36	0.965993
	263	26.280	7.090	41	0.968551
	269	26.280	6.996	46	0.971639
	275	26.280	6.670	51	0.973472
	281	26.280	7.096	56	0.976891
	287	26.280	8.461	61	0.981592

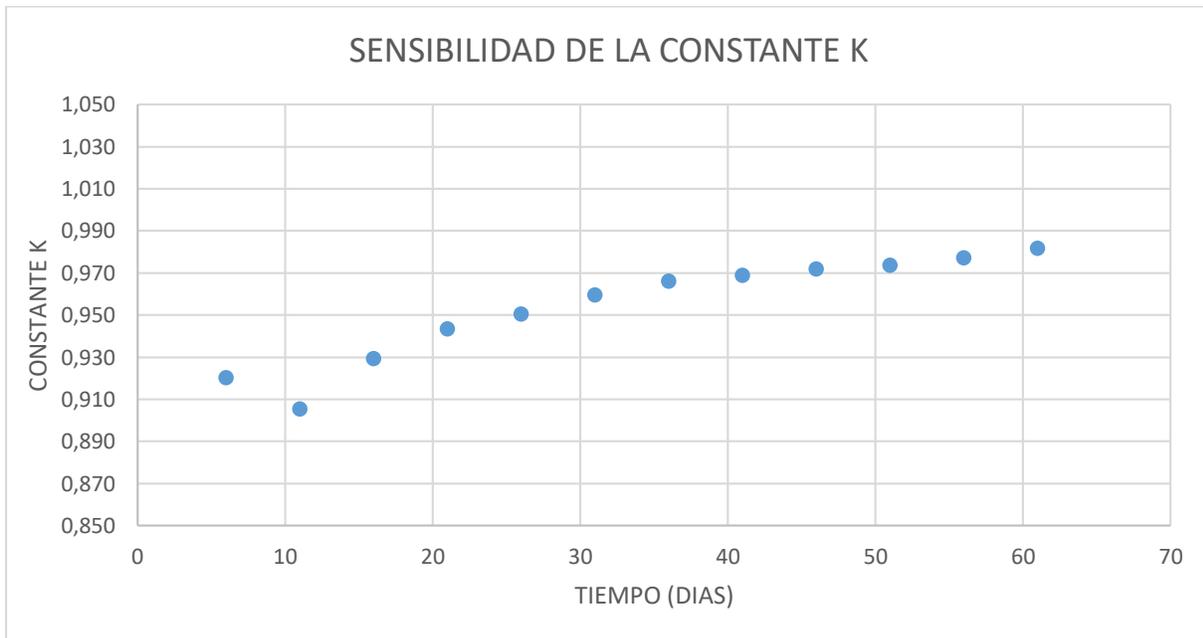


Figura 9. Sensibilidad de la constante K para la estación de Cañar.

Tabla 17.

Constante (K) por el método la sensibilidad para Santa Rosa.

H573 SANTA ROSA EN EL VADO					
AÑO	DIAS	CAUDAL INICIAL (Qo) (m3/s)	CAUDAL FINAL (Q) (m3/s)	TIEMPO (T) (DIAS)	CONSTANTE DE RECESION (K)
2005	86	26.277	19.489	1	0.741675
	92	26.277	15.152	6	0.912324
	98	26.277	15.152	11	0.951181
	104	26.277	11.415	16	0.949224
	110	26.277	9.765	21	0.953956
	116	26.277	9.765	26	0.962643
	122	26.277	9.765	31	0.968573
	128	26.277	6.889	36	0.963495
	134	26.277	6.889	41	0.967874
	140	26.277	6.889	46	0.971316
	146	26.277	5.658	51	0.970339
	152	26.277	5.658	56	0.972951
	158	26.277	5.658	61	0.975140

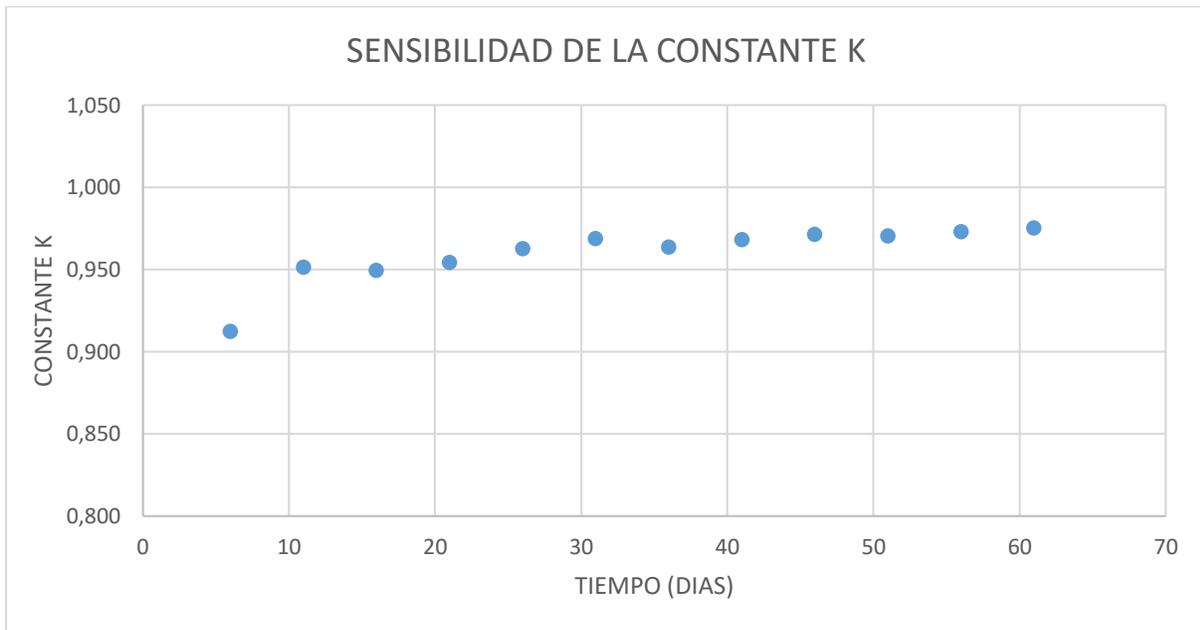


Figura 10. Sensibilidad de la constante K para la estación de Santa Rosa.

Tabla 18.

Constante (K) por el método la sensibilidad para Arenillas.

H574 ARENILLAS EN ARENILLAS					
AÑO	DIAS	CAUDAL INICIAL (Q <sub>0</sub> ) (m <sup>3</sup> /s)	CAUDAL FINAL (Q) (m <sup>3</sup> /s)	TIEMPO (T) (DIAS)	CONSTANTE DE RECESION (K)
2010	124	41.547	40.006	1	0.962909
	130	41.547	21.852	6	0.898446
	136	41.547	12.995	11	0.899730
	142	41.547	11.394	16	0.922324
	148	41.547	11.226	21	0.939588
	154	41.547	11.743	26	0.952563
	160	41.547	11.048	31	0.958172
	166	41.547	10.539	36	0.962613
	172	41.547	9.707	41	0.965159
	178	41.547	9.705	46	0.968882
	184	41.547	8.415	51	0.969175
	190	41.547	7.487	56	0.969862
	196	41.547	6.596	61	0.970281

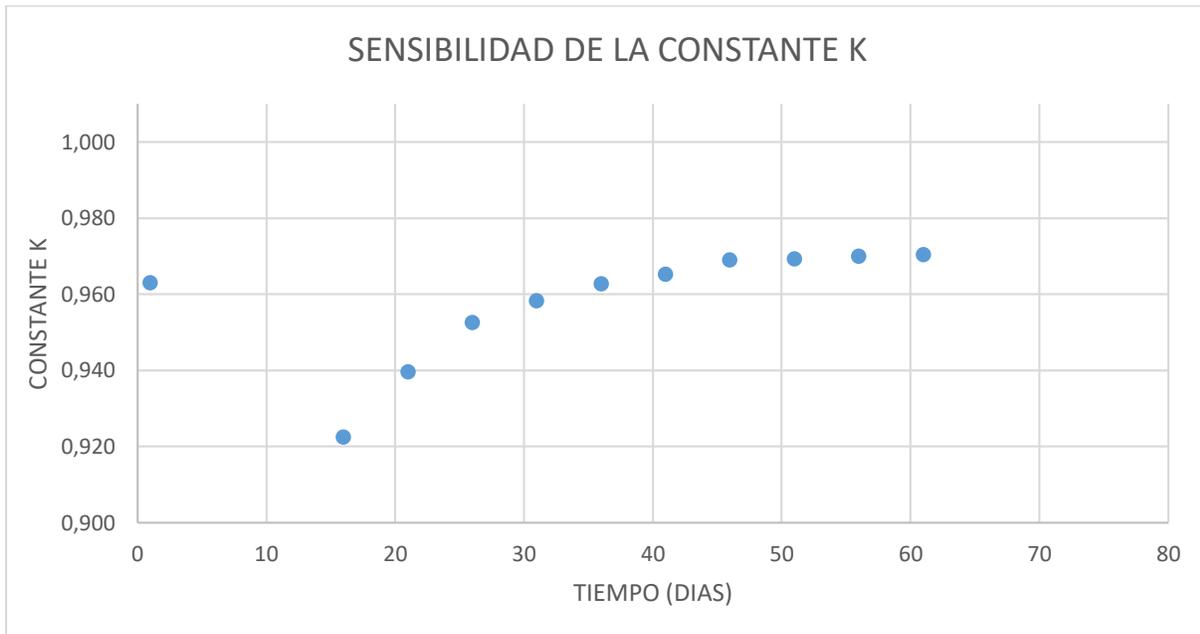


Figura 11. Sensibilidad de la constante K para la estación de Arenillas.

Con estos resultados de los dos criterios, se pudo determinar que el criterio de lluvias mensuales era el mejor para proseguir con los siguientes cálculos del método estadístico de la constante de recesión. Con el inicio y fin de la recesión resultante del por el criterio de lluvias mensuales se realizó la serie de datos que generaron las pendientes de regresión las cuales son las siguientes:

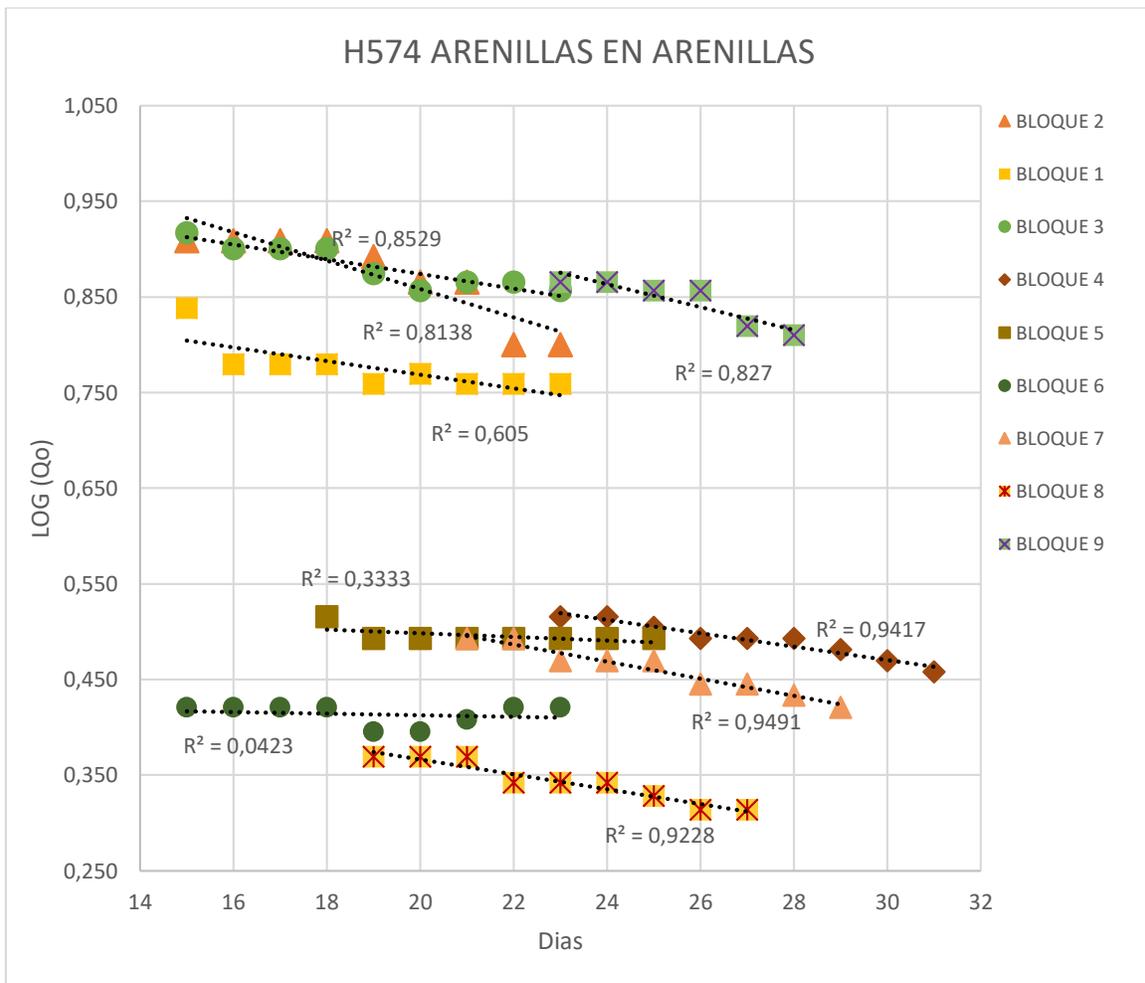


Figura 12. Pendientes de regresiones para la estación de Arenillas.

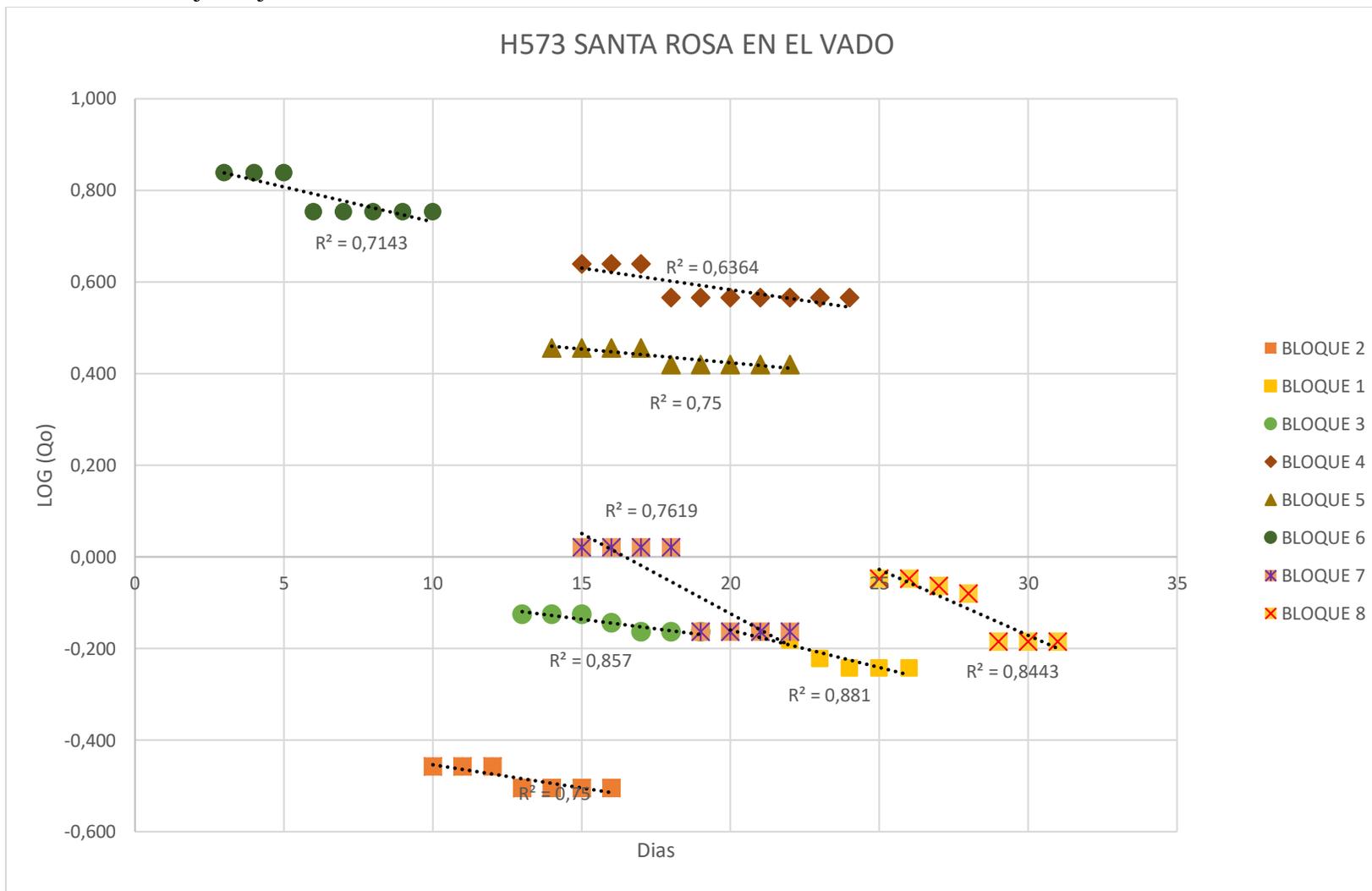


Figura 13. Pendientes de regresiones para la estación de Santa Rosa.

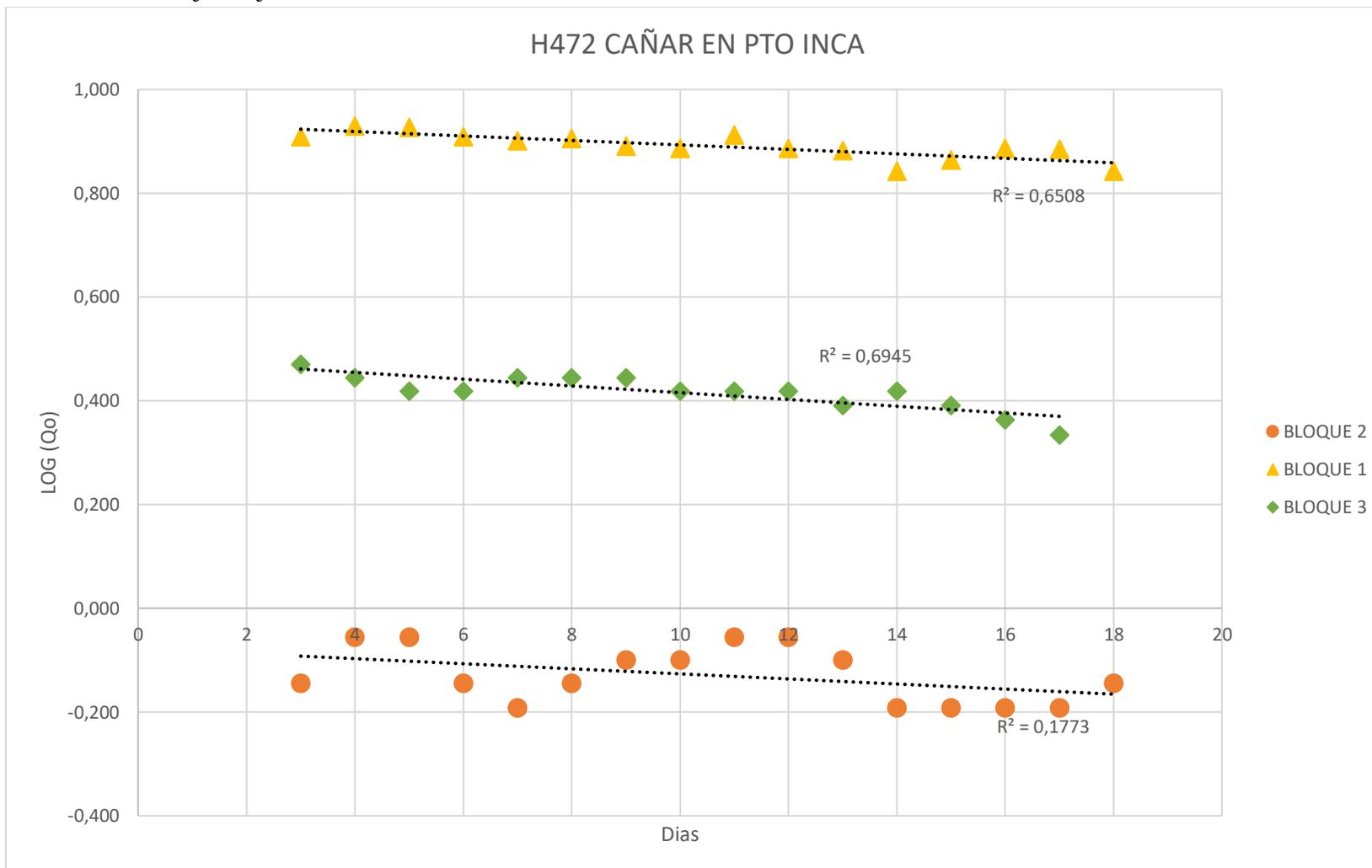


Figura 14. Pendientes de regresiones para la estación de Cañar.

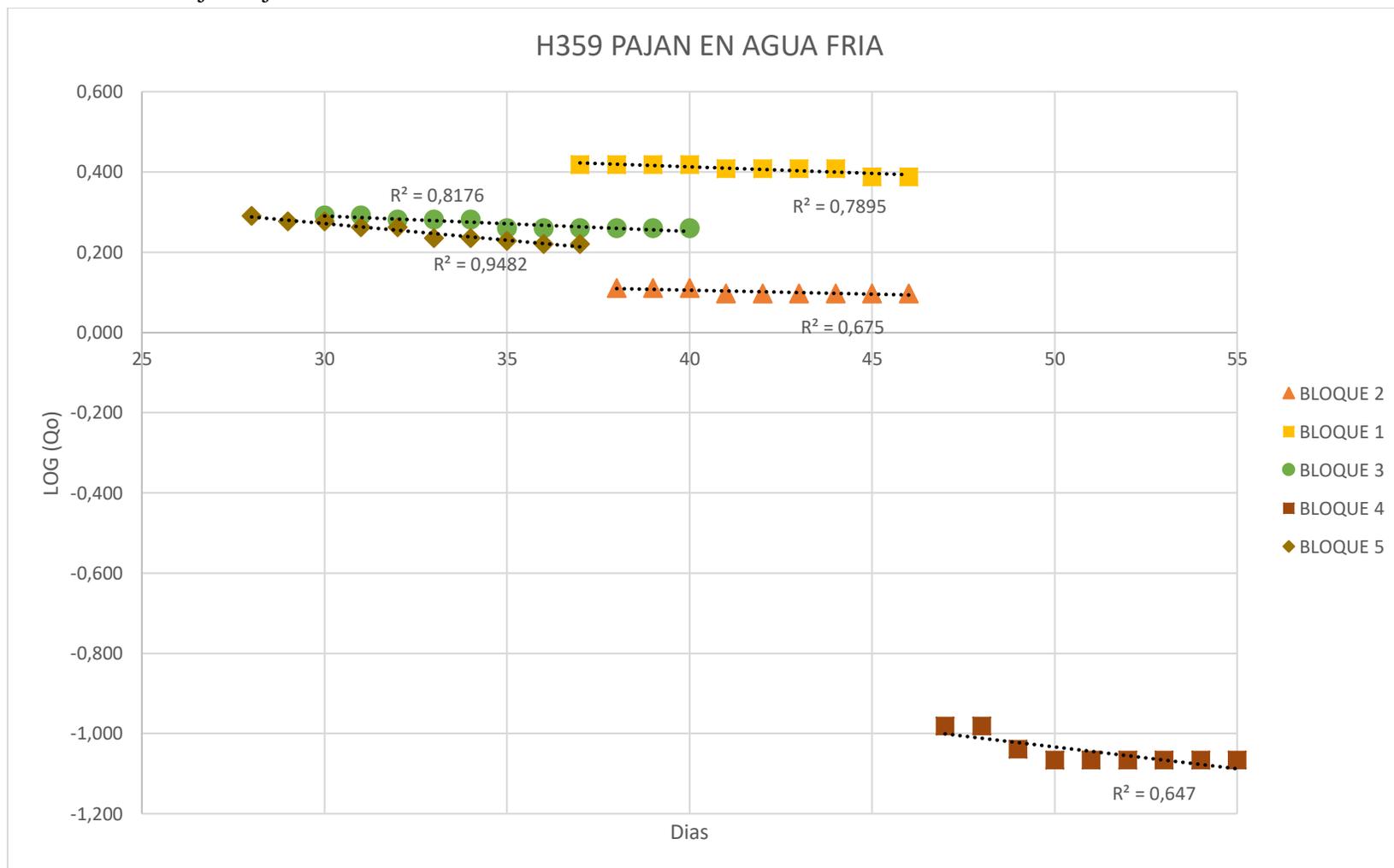


Figura 15. Pendientes de regresiones para la estación de Pajan.

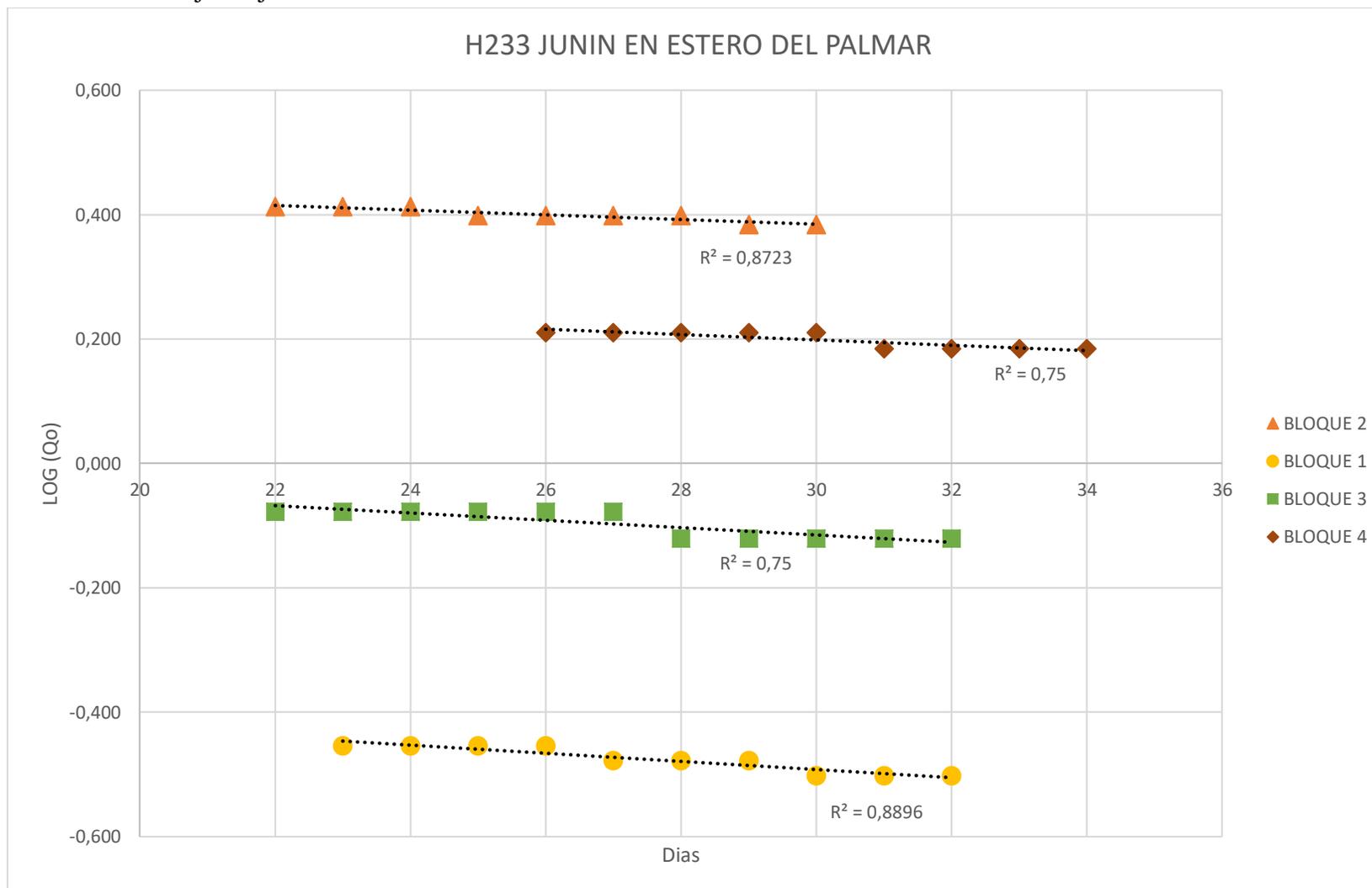


Figura 16. Pendientes de regresiones para la estación de Junín

Con la serie de datos de dichas pendientes de regresión encontraremos una sola constante de recesión para cada estación hidrológica aplicando la fórmula de Bako, M; Hunt, D. (1988), entonces tenemos el siguiente resultado resumen de la constante de recesión debido a que las tablas son bien extensas.

Tabla 19.

*Constante (K) por cada estación hidrológica.*

CÓDIGO	NOMBRE DE LA ESTACIÓN	CONSTANTE DE RECESIÓN (K)
H233	JUNIN EN ESTERO DEL PALMAR	0.98766
H359	PAJAN EN AGUA FRIA	0.98757
H472	CAÑAR EN PTO. INCA	0.98683
H573	SANTA ROSA EN EL VADO	0.96851
H574	ARENILLAS EN ARENILLAS	0.98312

Los resultados de la constante de recesión (K) son aproximadamente buenos en el sentido metodológico, se puede decir que si se adaptó bien el método de derivación de recesión a las cuencas del Ecuador. Con este resultado se valida la herramienta predictiva encontrando los valores del Qf a una serie de datos diferentes con los que se procesó la constante de recesión. Se validó con la apreciación de tener la misma cantidad de años seleccionados los cuales se mostrarán a continuación:

Tabla 20.

Validación del método en la estación de Junín en el año 1990.

H233 JUNIN EN EL PALMAR						
AÑO	CAUDAL INICIAL (Qo) (m3/s)	CONSTANTE DE RECESION (K)	CAUDAL FINAL OBSERVADO (Q) (m3/s)	LOG Qo	TIEMPO (T) (DIAS)	CAUDAL FINAL SIMULADO (Q) (m3/s)
1990	3.222	0.9877	3.078	0.5081	1	3.1820
	3.222		2.259		2	3.1428
	3.222		1.558		3	3.1040
	3.222		1.294		4	3.0657
	3.222		1.187		5	3.0279
	3.222		0.682		15	2.6743
	3.222		0.551		25	2.3620
	3.222		0.521		35	2.0862
	3.222		0.361		50	1.7317
	3.222		0.332		65	1.4374
	3.222		0.315		95	0.9903
	3.222		0.283		125	0.6823
	3.222		0.361		155	0.4701
	3.222		0.315		185	0.3239
	3.222		0.244		215	0.2232
	3.222		0.192		247	0.1500

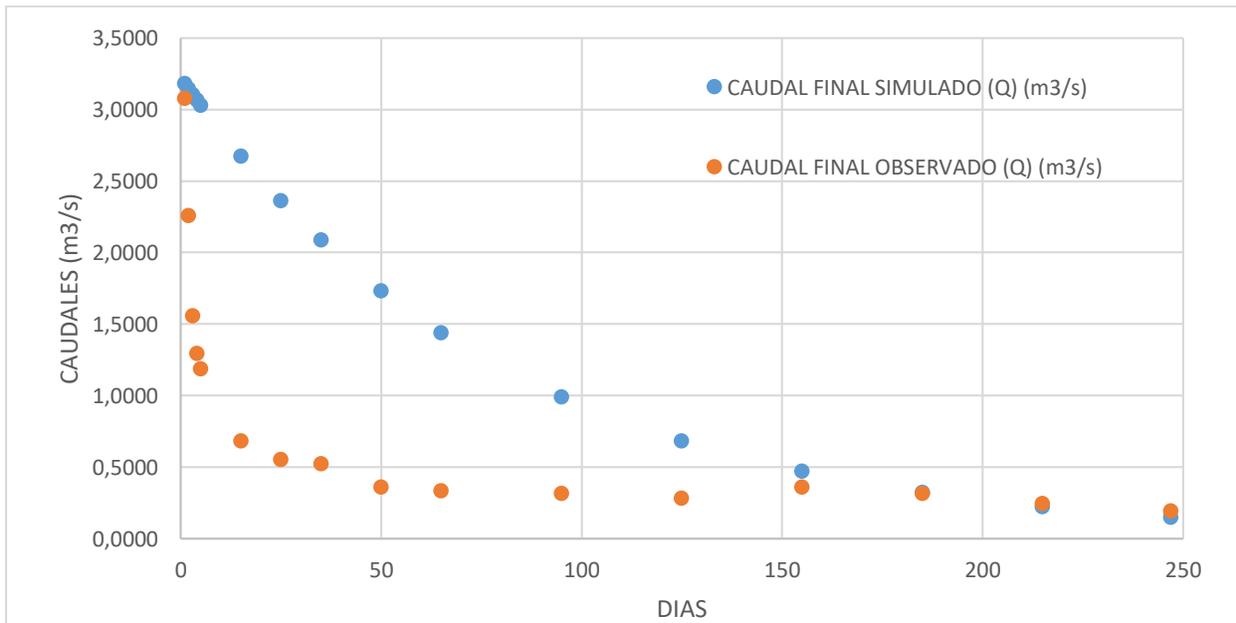


Figura 17. Caudal simulado vs Caudal observado en la estación de Junín en el año 1990.

Tabla 21.

Validación del método en la estación de Pajan en el año 1996.

H359 PAJAN EN AGUA FRIA						
AÑO	CAUDAL INICIAL (Qo) (m3/s)	CONSTANTE DE RECESION (K)	CAUDAL FINAL OBSERVADO (Q) (m3/s)	LOG Qo	TIEMPO (T) (DIAS)	CAUDAL FINAL SIMULADO (Q) (m3/s)
1996	2.444	0.9876	2.170	0.3881	1	2.4134
	2.444		2.170		2	2.3834
	2.444		2.224		3	2.3538
	2.444		0.924		4	2.3245
	2.444		0.924		5	2.2956
	2.444		0.679		15	2.0257
	2.444		0.651		25	1.7875
	2.444		0.924		35	1.5773
	2.444		0.651		50	1.3074
	2.444		0.707		65	1.0837
	2.444		0.432		95	0.7446
	2.444		0.370		125	0.5116
	2.444		0.206		155	0.3515
	2.444		0.234		185	0.2415
	2.444		0.138		215	0.1659
	2.444		0.432		236	0.1276

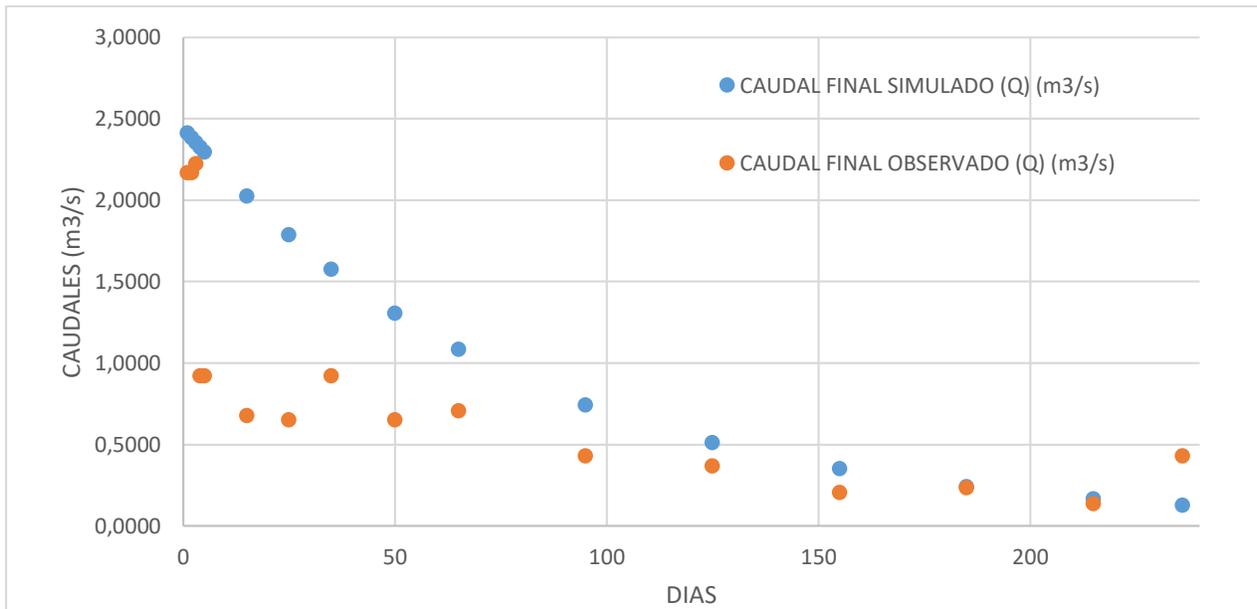


Figura 18. Caudal simulado vs Caudal observado en la estación de Pajan en el año 1996.

Tabla 22.

Validación del método en la estación de Cañar en el año 2009.

H472 CAÑAR EN PTO. INCA						
AÑO	CAUDAL INICIAL (Qo) (m3/s)	CONSTANTE DE RECESION (K)	CAUDAL FINAL OBSERVADO (Q) (m3/s)	LOG Qo	TIEMPO (T) (DIAS)	CAUDAL FINAL SIMULADO (Q) (m3/s)
2009	66.232	0.9877	51.055	1.8211	1	65.4147
	66.232		45.647		2	64.6074
	66.232		38.793		3	63.8101
	66.232		37.158		4	63.0227
	66.232		33.614		5	62.2449
	66.232		25.807		15	54.9764
	66.232		18.543		25	48.5567
	66.232		16.084		35	42.8866
	66.232		12.208		50	35.5983
	66.232		10.549		65	29.5487
	66.232		5.413		95	20.3590
	66.232		5.903		125	14.0273
	66.232		6.401		155	9.6647
	66.232		5.735		185	6.6590
	66.232		10.144		202	5.3918

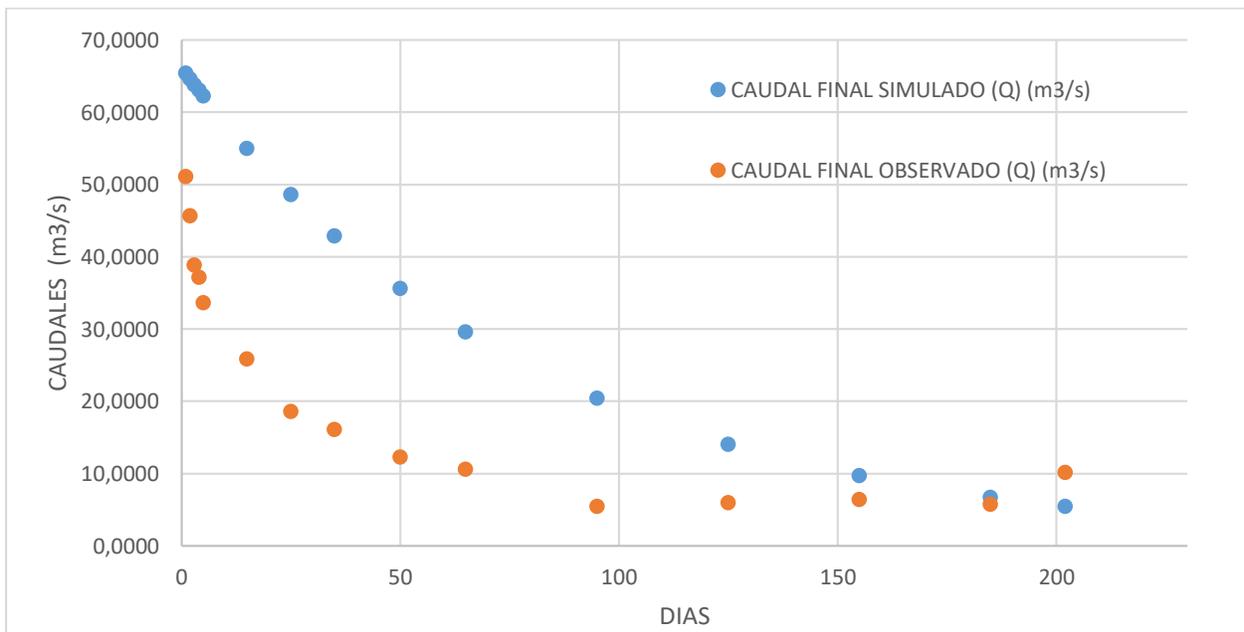


Figura 19. Caudal simulado vs Caudal observado en la estación de Cañar en el año 2009.

Tabla 23.

Validación del método en la estación de Santa Rosa en el año 1998.

H573 SANTA ROSA EN EL VADO						
AÑO	CAUDAL INICIAL (Qo) (m3/s)	CONSTANTE DE RECESION (K)	CAUDAL FINAL OBSERVADO (Q) (m3/s)	LOG Qo	TIEMPO (T) (DIAS)	CAUDAL FINAL SIMULADO (Q) (m3/s)
1998	108.294	0.9685	90.033	2.0346	1	104.8844
	108.294		79.420		2	101.5820
	108.294		59.798		3	98.3836
	108.294		50.851		4	95.2859
	108.294		24.927		5	92.2857
	108.294		3.852		15	67.0182
	108.294		4.329		25	48.6689
	108.294		3.410		35	35.3436
	108.294		3.243		50	21.8725
	108.294		3.003		65	13.5359
	108.294		1.294		95	5.1840
	108.294		1.103		125	1.9854
	108.294		1.050		155	0.7604
	108.294		0.944		185	0.2912
	108.294		0.944		215	0.1115
	108.294		0.944		245	0.0427
	108.294		0.944		272	0.0180

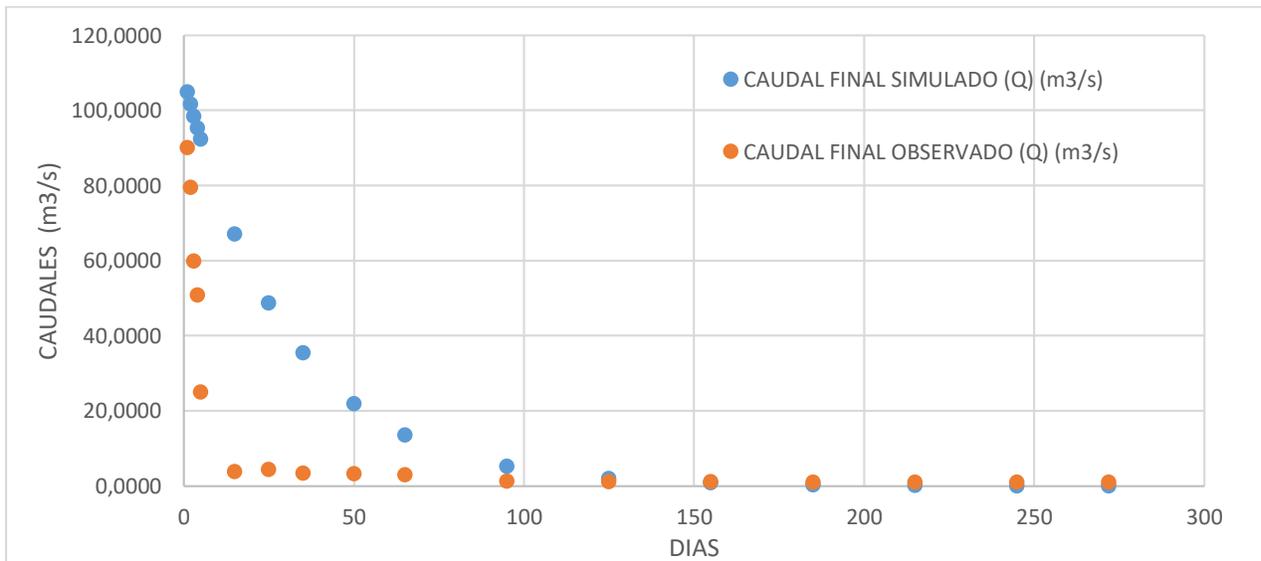


Figura 20. Caudal simulado vs Caudal observado en la estación de Santa Rosa en el año 1998.

Tabla 24.

Validación del método en la estación de Arenillas en el año 2009.

H574 ARENILLAS EN ARENILLAS						
AÑO	CAUDAL INICIAL (Qo) (m3/s)	CONSTANTE DE RECESION (K)	CAUDAL FINAL OBSERVADO (Q) (m3/s)	LOG Qo	TIEMPO (T) (DIAS)	CAUDAL FINAL SIMULADO (Q) (m3/s)
2009	25.114	0.9831	21.428	1.3999	1	24.6901
	25.114		19.965		2	24.2734
	25.114		17.936		3	23.8638
	25.114		14.665		4	23.4610
	25.114		10.879		5	23.0650
	25.114		9.541		15	19.4550
	25.114		9.053		25	16.4099
	25.114		4.790		35	13.8415
	25.114		7.038		50	10.7225
	25.114		4.272		65	8.3064
	25.114		7.489		95	4.9847
	25.114		7.641		125	2.9914
	25.114		7.489		155	1.7951
	25.114		7.794		185	1.0773
	25.114		8.103		215	0.6465
	25.114		8.103		241	0.4153

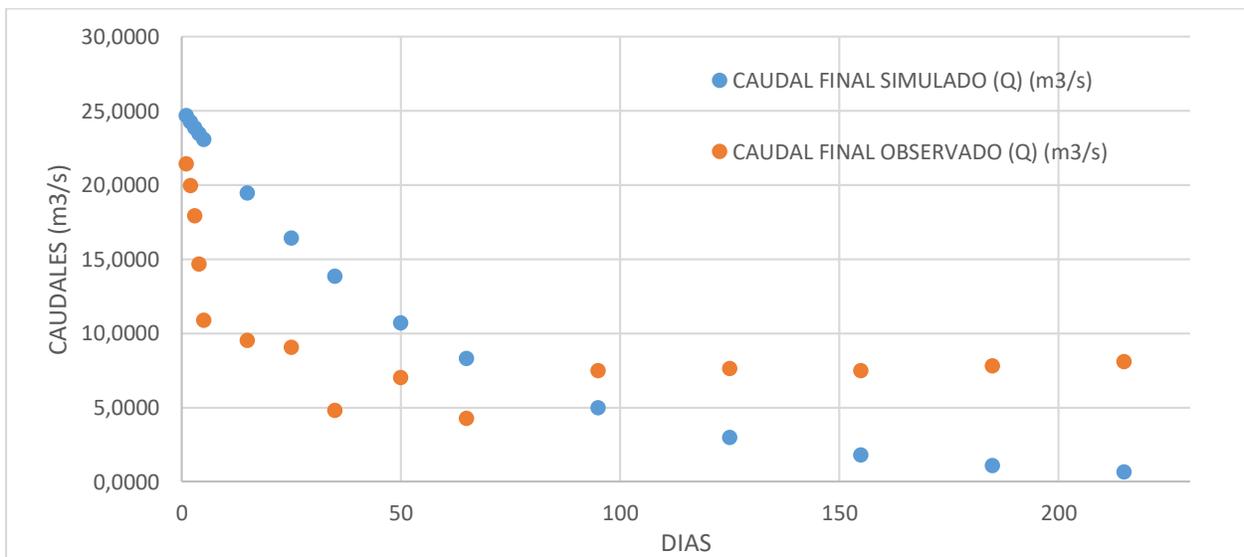


Figura 21. Caudal simulado vs Caudal observado en la estación de Arenillas en el año 2009.

**Discusión**

El método de la derivación de recesión de flujos bajos, es método estadístico e investigativo lo que aquí en Ecuador es un poco complicado por la deficiencia de información que se puede extraer de la página oficial del INAHMI. Sin embargo, la aplicabilidad a los diferentes sectores del Ecuador se podría seguir demostrando con más estudios relacionados al tema.

La fusión de ambos artículos de Bako, M. & Owoade, A, (1988) y Bako, M; Hunt, D. (1988), es una buena guía ya que ambos artículos presentan una forma de encontrar la constante de recesión, donde el presente estudio se enfocó mejor por la de Bako & Hunt (1988). Aunque se encontró una diferencia como que en Bako, M. & Owoade, A, (1988) se presenta el tema de la Varianza, pero en Bako, M; Hunt, D. (1988), utilizan  $U$  que es el número del flujo, lo que permitió que la constante de recesión sea un poco mejor para las estaciones hidrológicas.

Los resultados de las constantes de recesión para cada estación fueron favorables ya que se presentaron las respuestas que se esperaban, pero en la validación no suficientemente satisfactorio como se esperaba por el motivo que era la forma de verificar que el método en si funcionaba correctamente para Ecuador.

**Conclusiones**

En conclusión, la presente investigación se realizó de una manera adecuada para generar sus resultados esperados y determinar la validación del método de derivación de recesión de flujos bajos en las cuencas del Ecuador. Sin importar las problemáticas generadas por algunas deficiencias que pueden existir, se continuo y se puede validar el método para algunos sectores del Ecuador.

Además, constatar que en la parte de Manabí (cuencas de Junín y Pajan) sus cuencas son similares, pero en la parte de El Oro (cuencas de Santa Rosa y Arenillas) sus cuencas han presentado una validación del método de recesión de maneras diferentes, debido a que en la cuenca de Santa Rosa no se pudo validar correctamente debido a que la constante  $K$  no tubo los resultados esperados. En el caso de Cañar se manejó de forma individual.

**Bibliografía**

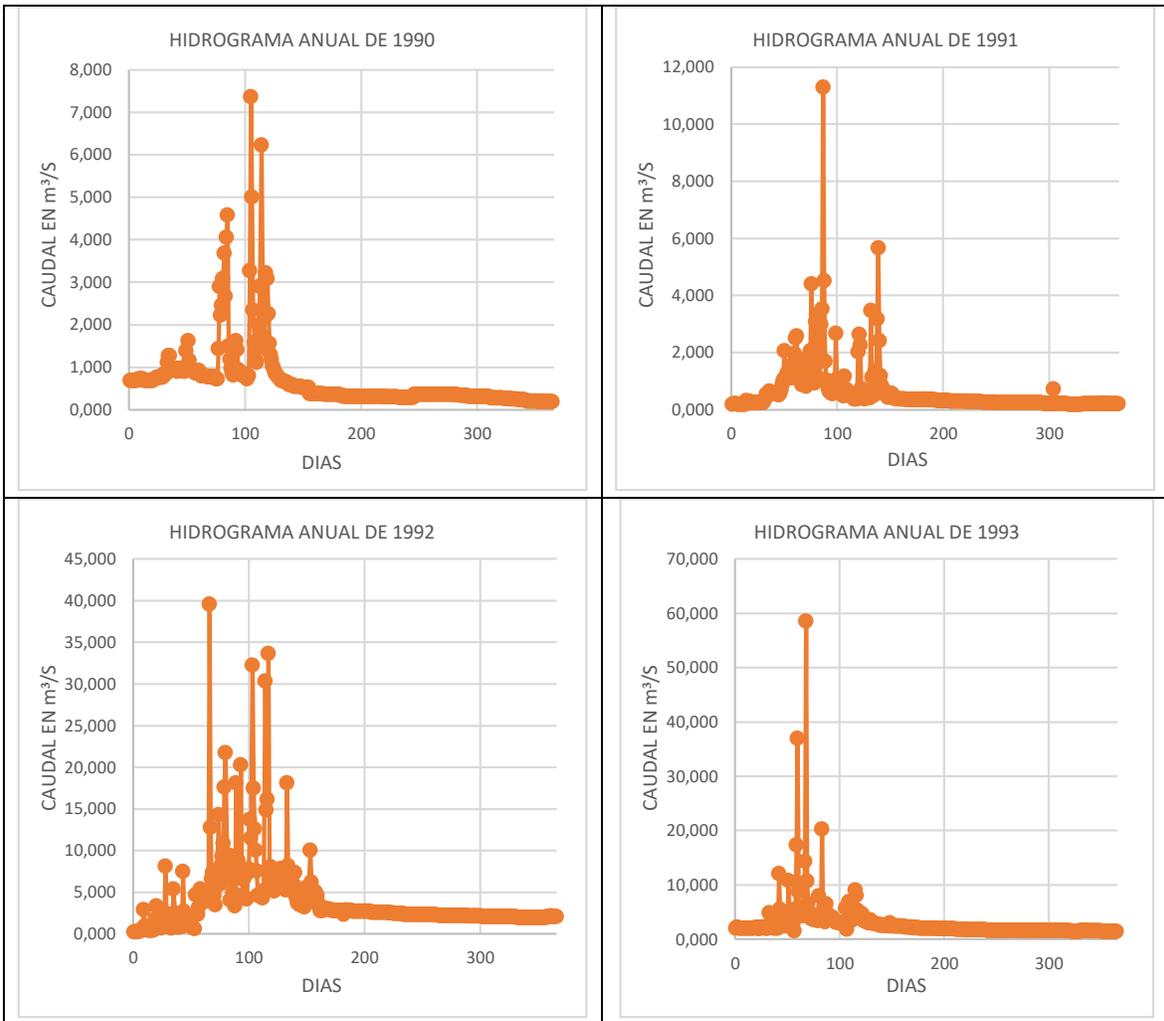
- Andrade L. (2014). *Variabilidad Climática y Caudales Mínimos en los Andes Ecuatorianos*. Obtenido de Revista Politécnica. Vol. 33 Núm. 1: [http://revistapolitecnica.epn.edu.ec/ojs2/index.php/revista\\_politecnica2/article/view/89](http://revistapolitecnica.epn.edu.ec/ojs2/index.php/revista_politecnica2/article/view/89)
- Andrade, A, Zapata, X, & Manciat, P. (2017). *Recarga potencial del acuífero de la sub-cuenca del Río Chambo provincia de Chimborazo–Ecuador, bajo una perspectiva de la hidrología física*. Obtenido de MEMORIAS DEL V CONGRESO (p. 18): [https://www.researchgate.net/profile/Santiago\\_Vasco-Morales/publication/337730669\\_VCongresoREDU/links/5de73f8ba6fdcc2837035f8e/VCongresoREDU.pdf#page=19](https://www.researchgate.net/profile/Santiago_Vasco-Morales/publication/337730669_VCongresoREDU/links/5de73f8ba6fdcc2837035f8e/VCongresoREDU.pdf#page=19)
- Baeza, D, & García de Jalón. (1999). *Cálculo de caudales de mantenimiento en ríos de la cuenca del Tajo a partir de variables climáticas y de sus cuencas*. Obtenido de Limnetica, 16, 69-84.: <http://www.limnetica.org/Limnetica/Limne16/Limnetica-vol16-pag69-84.pdf>
- Bako, M. , & Owoade, A. (1988). *Field application of a numerical method for the derivation of baseflow recession constant*. Obtenido de Hydrological processes, 2(4), 331-336.: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/hyp.3360020404>
- Bako, M; Hunt, D. (1988). *Derivation of baseflow recession constant using computer and numerical analysis*. Obtenido de Hydrological sciences journal, 33(4), 357-367.: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/02626668809491259>
- Díaz, H, & Torres, J. (2000). *Importancia de los ríos en el entorno ambiental*. Obtenido de Revista del Instituto de Investigación de la Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica y Geográfica, 3(5), 57-63: <https://revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe/index.php/iigeo/article/view/2539>
- EarthExplorer. (s.f.). *USGS*. Obtenido de Science for a changing world: <https://earthexplorer.usgs.gov/>
- Franz Z. (2016). *Descargar principales shapefiles del Ecuador*. Obtenido de Base Continua Escala 1:1.000.000 (IGM): <https://franzpc.com/descargar-shapefiles-shp-ecuador/>
- Gómez V, & Gómez S. (2016). *Baseflow analysis using master recession curves and numerical algorithms in mountain basins: Suratá's river and Oro's river*. Obtenido de (Santander, Colombia). Dyna, 83(196), 213-222: [http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0012-73532016000200028&script=sci\\_abstract&tlng=en](http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0012-73532016000200028&script=sci_abstract&tlng=en)
- Jaramillo, G, Veléz, J, Mesa, O, Ceballos, S, Zuluaga, D, & Hoyos, C. (2002). *Estimación de caudales mínimos para Colombia mediante regionalización y aplicación de la curva de recesión de caudales*. Obtenido de Meteorol. Colomb, 6, 73-80.: [https://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/55900970/06\\_08.pdf?response-content-disposition=inline%3B%20filename%3DESTIMACION\\_DE\\_CAUDALES\\_MINIMOS\\_PARA\\_COLO.pdf&X-Amz-Algorithm=AWS4-HMAC-SHA256&X-Amz-Credential=ASIATUSBJ6BAL4EX5O5I%2F20200507%2Fus-east](https://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/55900970/06_08.pdf?response-content-disposition=inline%3B%20filename%3DESTIMACION_DE_CAUDALES_MINIMOS_PARA_COLO.pdf&X-Amz-Algorithm=AWS4-HMAC-SHA256&X-Amz-Credential=ASIATUSBJ6BAL4EX5O5I%2F20200507%2Fus-east)
- LEY ORGÁNICA DE RECURSOS HÍDRICOS. (2014). *LEY ORGÁNICA DE RECURSOS HÍDRICOS, USOS Y APROVECHAMIENTO DEL AGUA*. Obtenido de Segundo Suplemento: <http://extwprlegs1.fao.org/docs/pdf/ecu165480.pdf>

- López J, Yucra H, Bárcena V, & Saavedra R . (2017). *MORFOLOGÍA Y TAXONOMÍA DE DINOFLAGELADOS TECADOS (PERIDINALES: PERIDINIACEAE) EN LA REPRESA TAHUIN (ORO, ECUADOR) Y POECHOS (SULLANA, PERÚ)*. . Obtenido de The Biologist, 15(1).: <http://revistas.unfv.edu.pe/index.php/rtb/article/view/146>
- Nuñez, G, Dominguez, M, Ramos, E, & Ramírez, A. (2011). *Modelación de las curvas de recesión de hidrogramas observados en una cuenca semiárida pequeña*. Obtenido de Agrociencia, 45(2), 157-164.: [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S1405-31952011000200002&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S1405-31952011000200002&script=sci_arttext)
- Ortiz R. (2017). *Ministerio del Ambiente de PERU*. Obtenido de Caracterización de sequías en la cuenca Puyango-Tumbes en base a los índices de flujo base y precipitación estandarizada.: <https://repositorio.igp.gob.pe/handle/IGP/3166>
- Sandoval W. (2018). *Universidad de las Fuerzas Armadas-ESPE*. Obtenido de Presas y Embalses: [https://www.researchgate.net/publication/326560488\\_Capitulo\\_1\\_Presas\\_y\\_Embalses](https://www.researchgate.net/publication/326560488_Capitulo_1_Presas_y_Embalses)
- SANTOS, J. (2019). *EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD DE RETENCIÓN DE CAUDAL PICO Y DEL FLUJO BASE DE LA MICROCUENCA “LAS FLORES” DE LA PARROQUIA SAN SEBASTIÁN, CANTÓN PICHINCHA*. Portoviejo: PUCEM.
- Tallaksen, L. (1995). *A review of baseflow recession analysis*. . Obtenido de Journal of hydrology, 165(1-4), 349-370.: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/002216949402540R>
- Torres T. (2019). *Universidad de Jaén*. Obtenido de REDES Y SERVICIOS DE OBRA CIVIL EN GRADO SUPERIOR DE PROYECTOS DE OBRA CIVIL: <http://tauja.ujaen.es/handle/10953.1/11643>

Apéndice

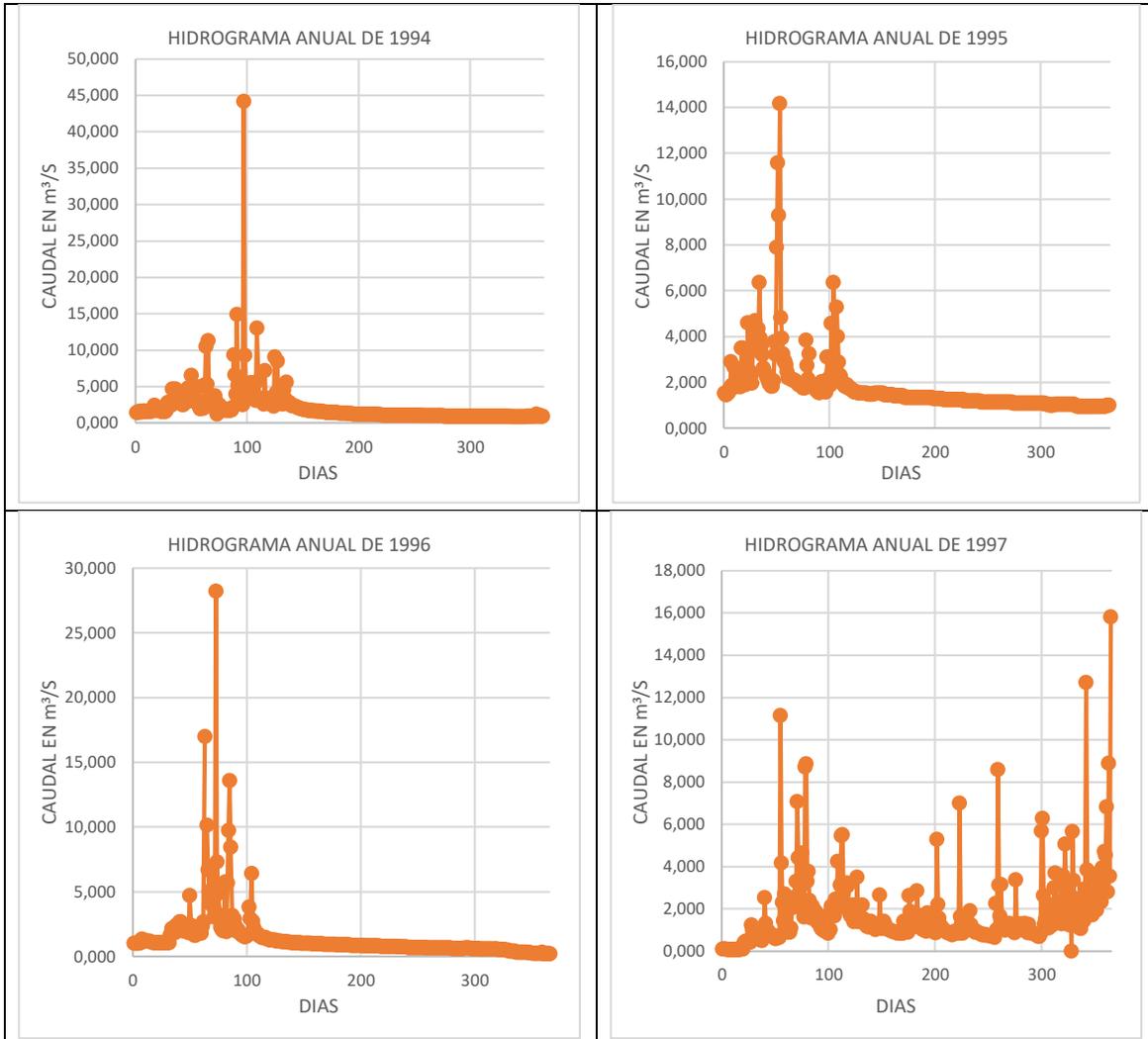


**HIDROGRAMA ANUAL DE JUNIN DEL PALMAR**



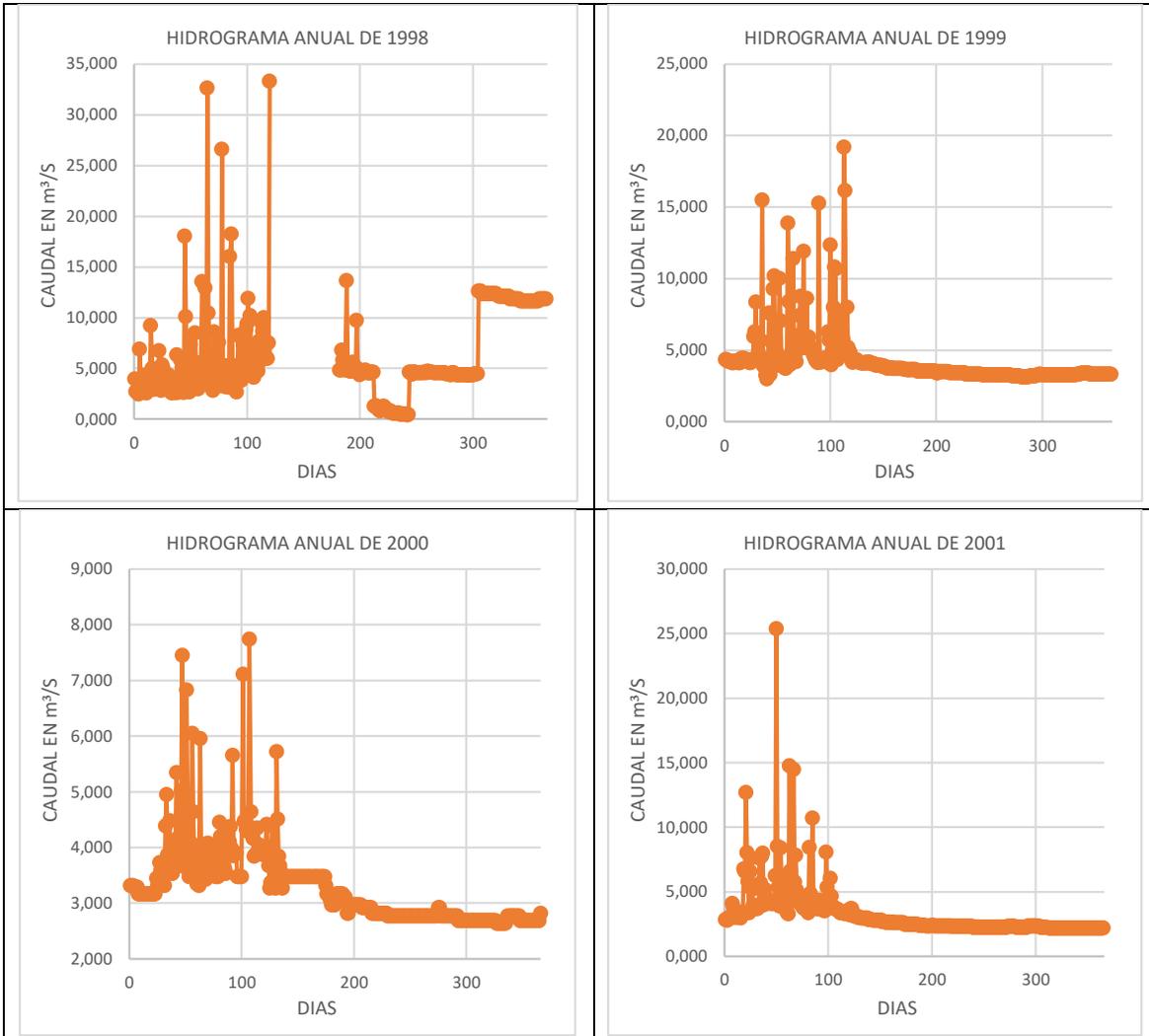


**HIDROGRAMA ANUAL DE JUNIN DEL PALMAR**



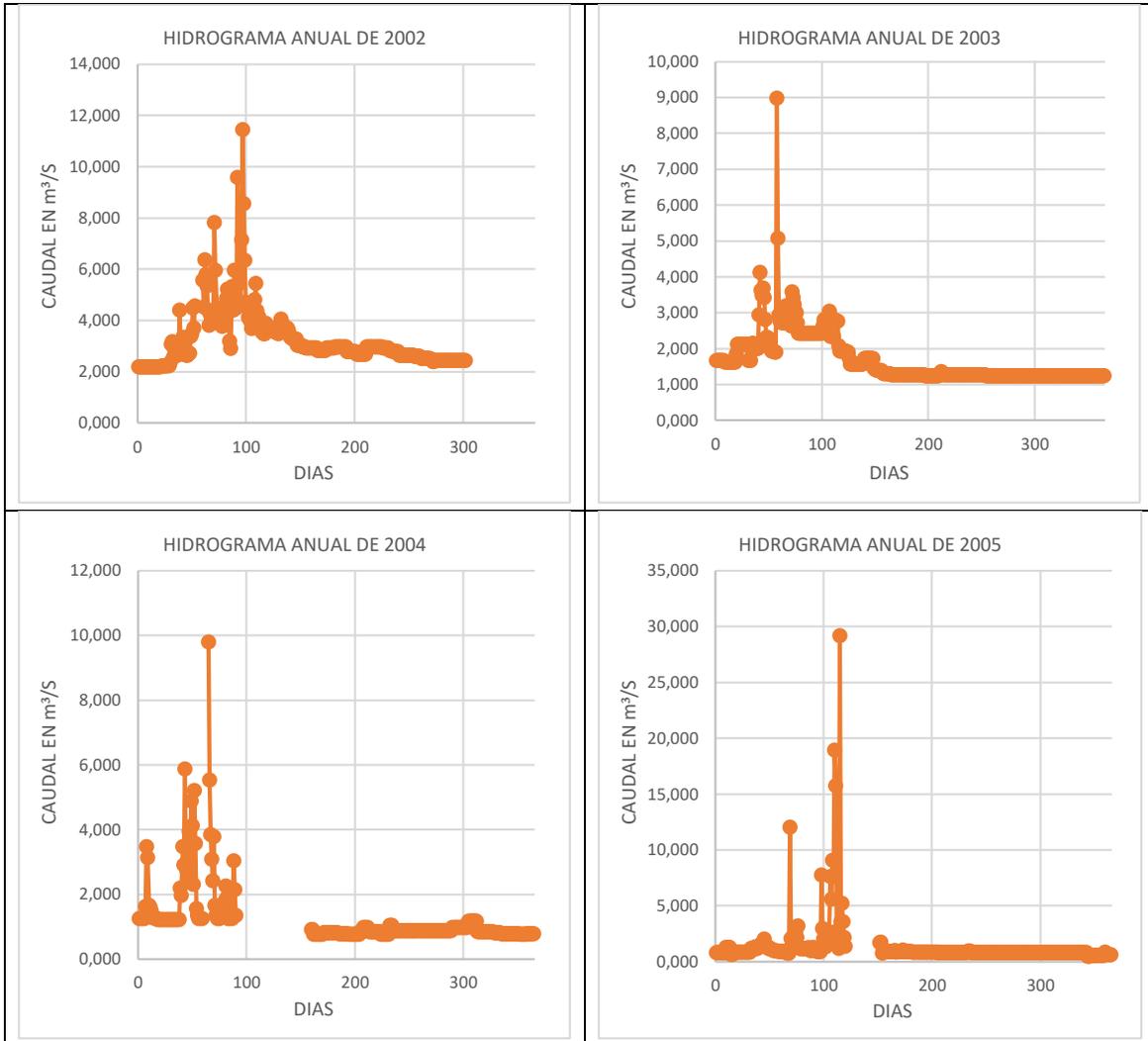


**HIDROGRAMA ANUAL DE JUNIN DEL PALMAR**



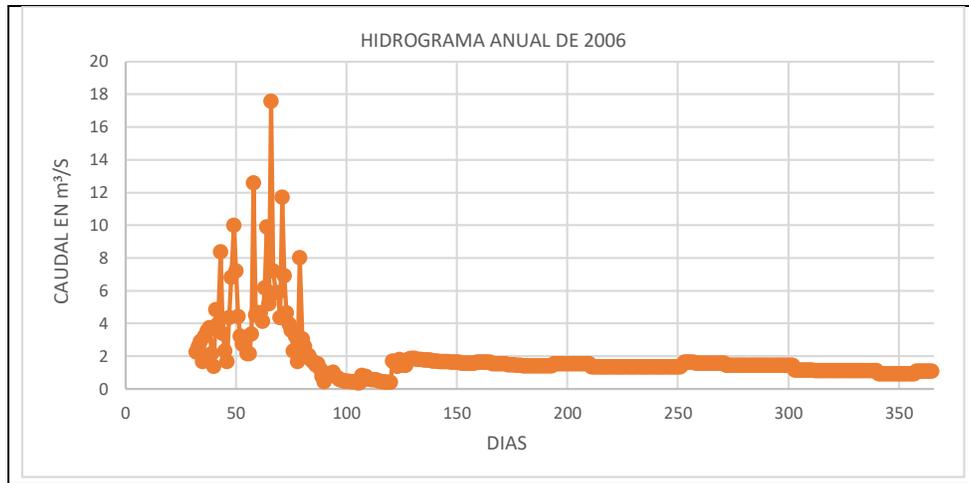


**HIDROGRAMA ANUAL DE JUNIN DEL PALMAR**



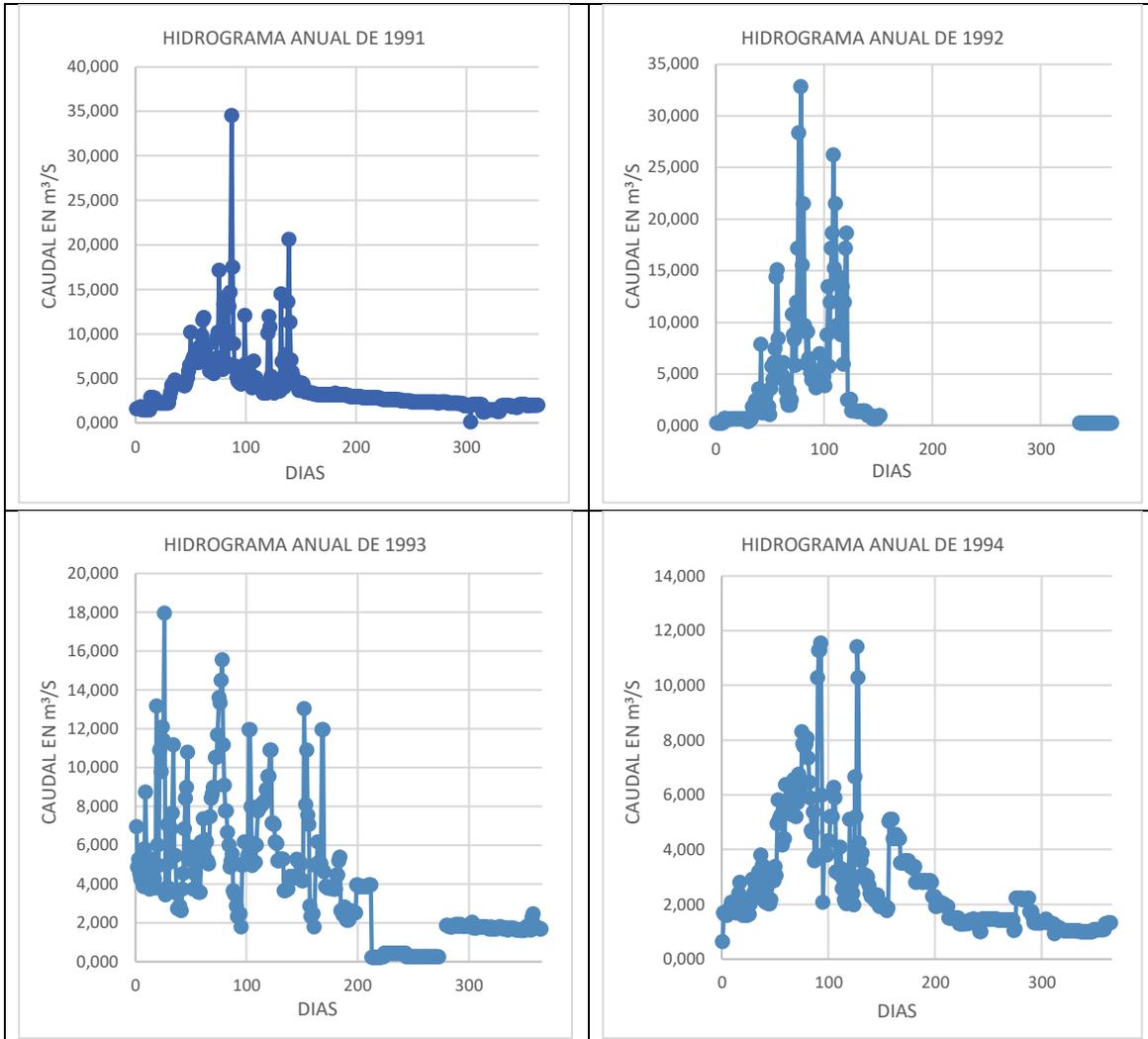


**HIDROGRAMA ANUAL DE JUNIN DEL PALMAR**



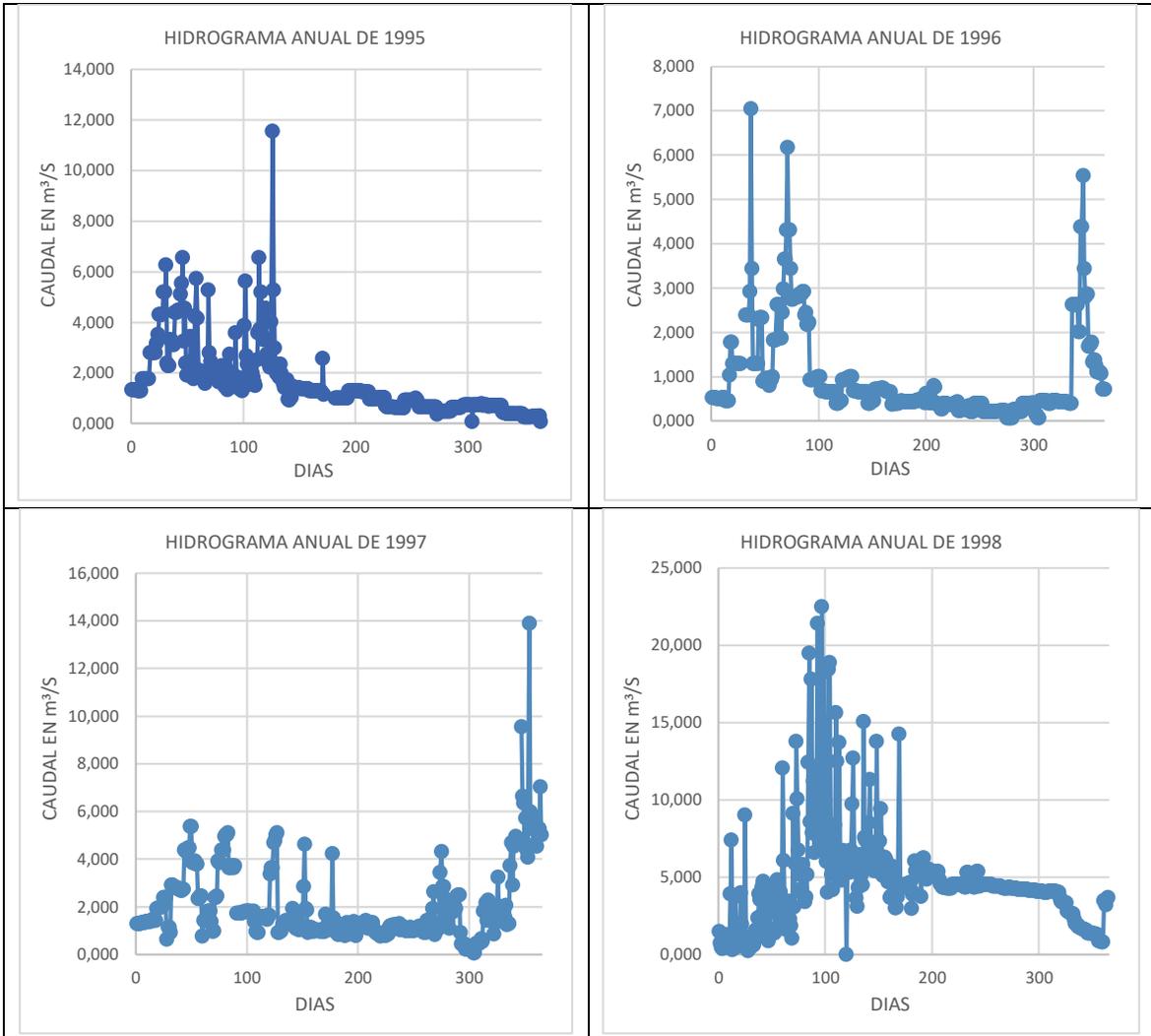


**HIDROGRAMA ANUAL DE PAJAN EN AGUA FRIA**



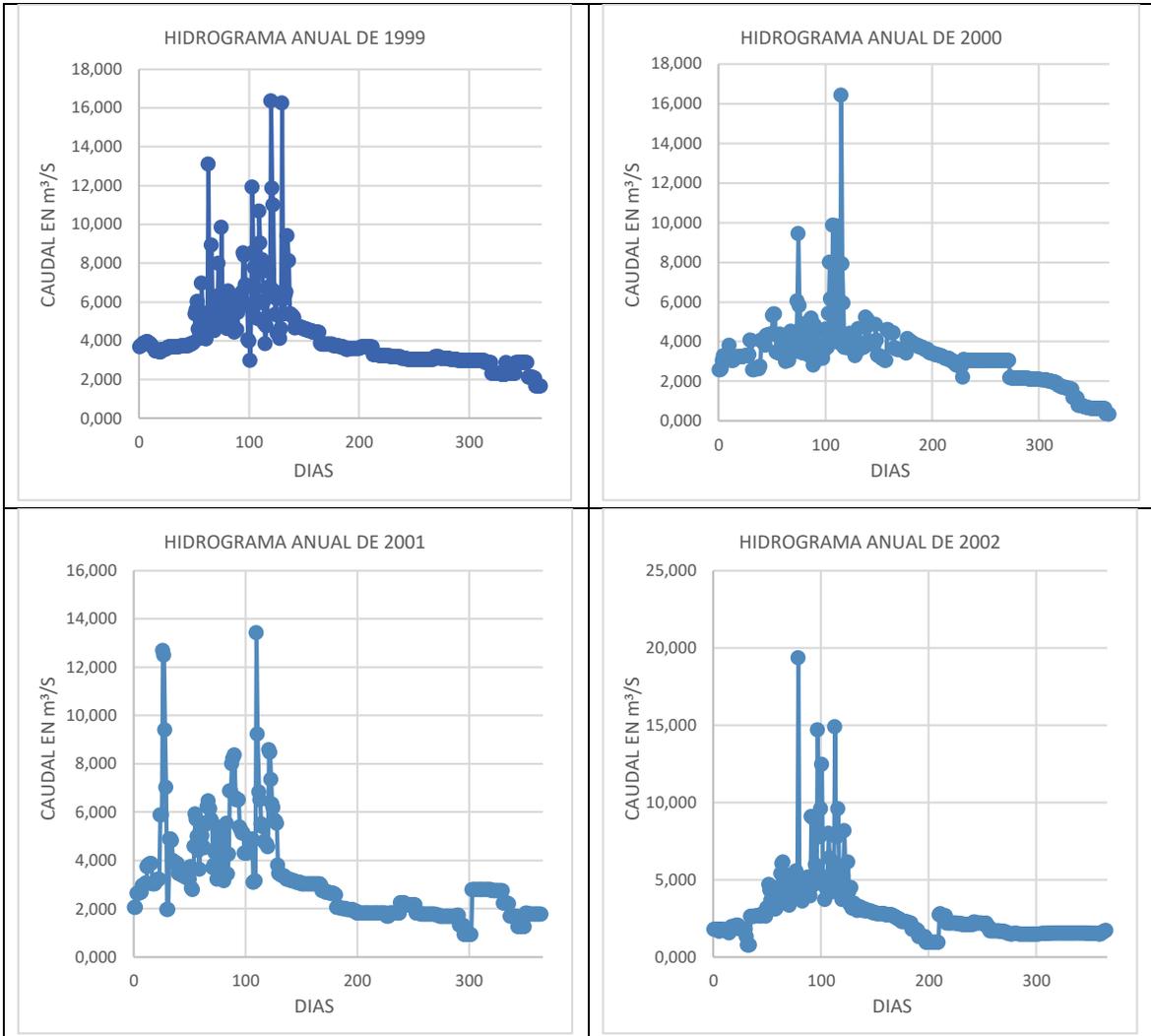


**HIDROGRAMA ANUAL DE PAJAN EN AGUA FRIA**



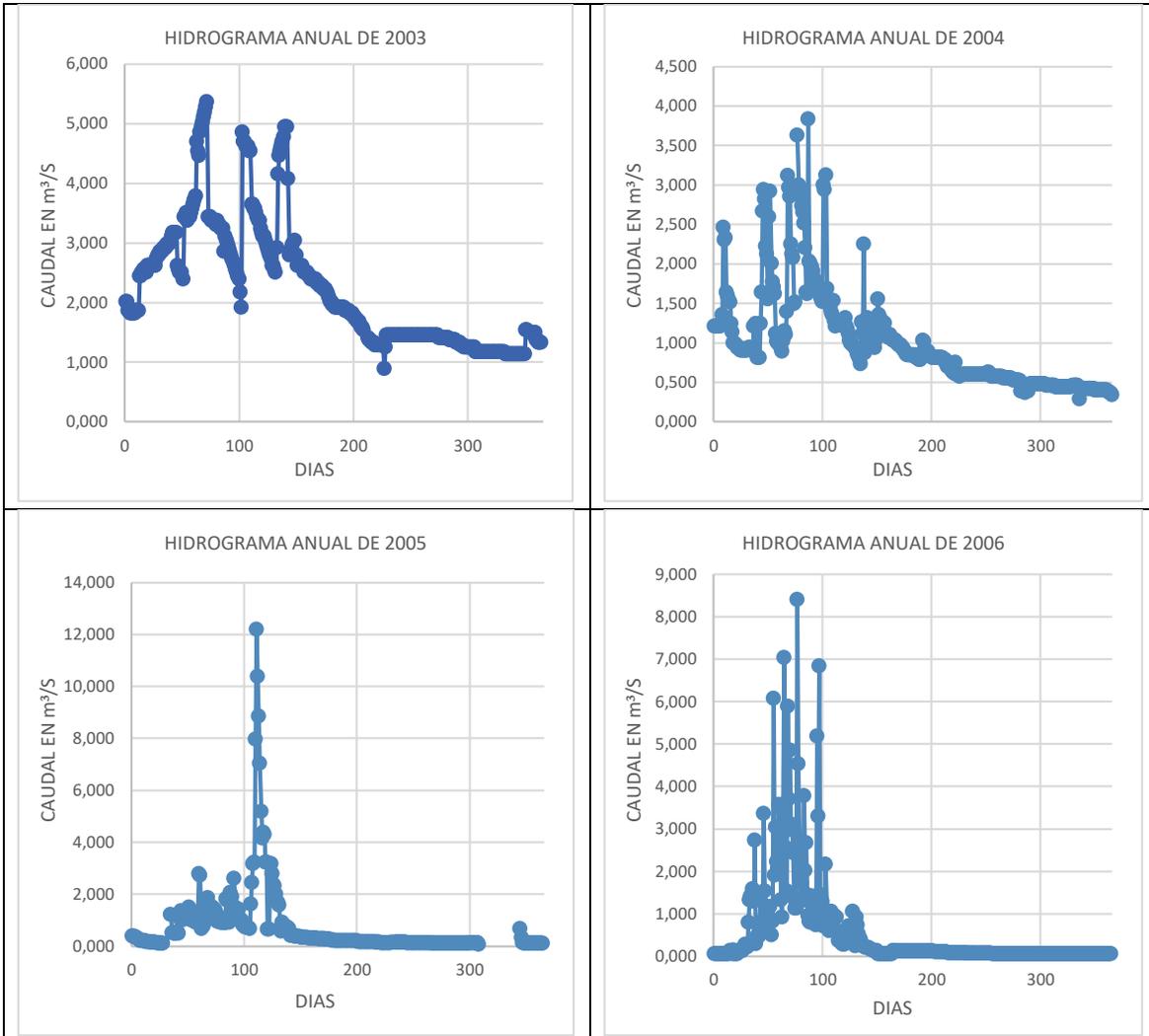


**HIDROGRAMA ANUAL DE PAJAN EN AGUA FRIA**



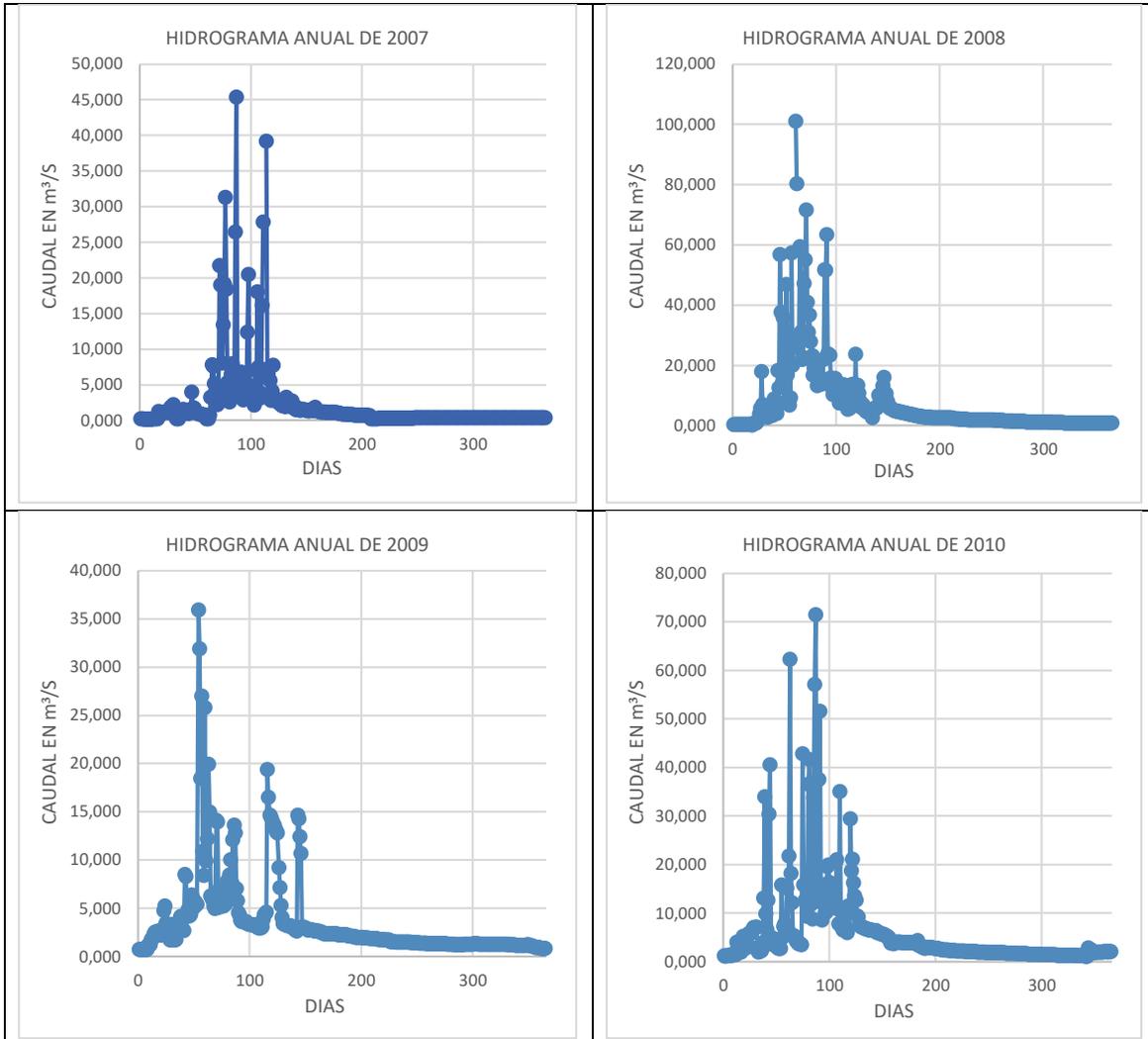


**HIDROGRAMA ANUAL DE PAJAN EN AGUA FRIA**



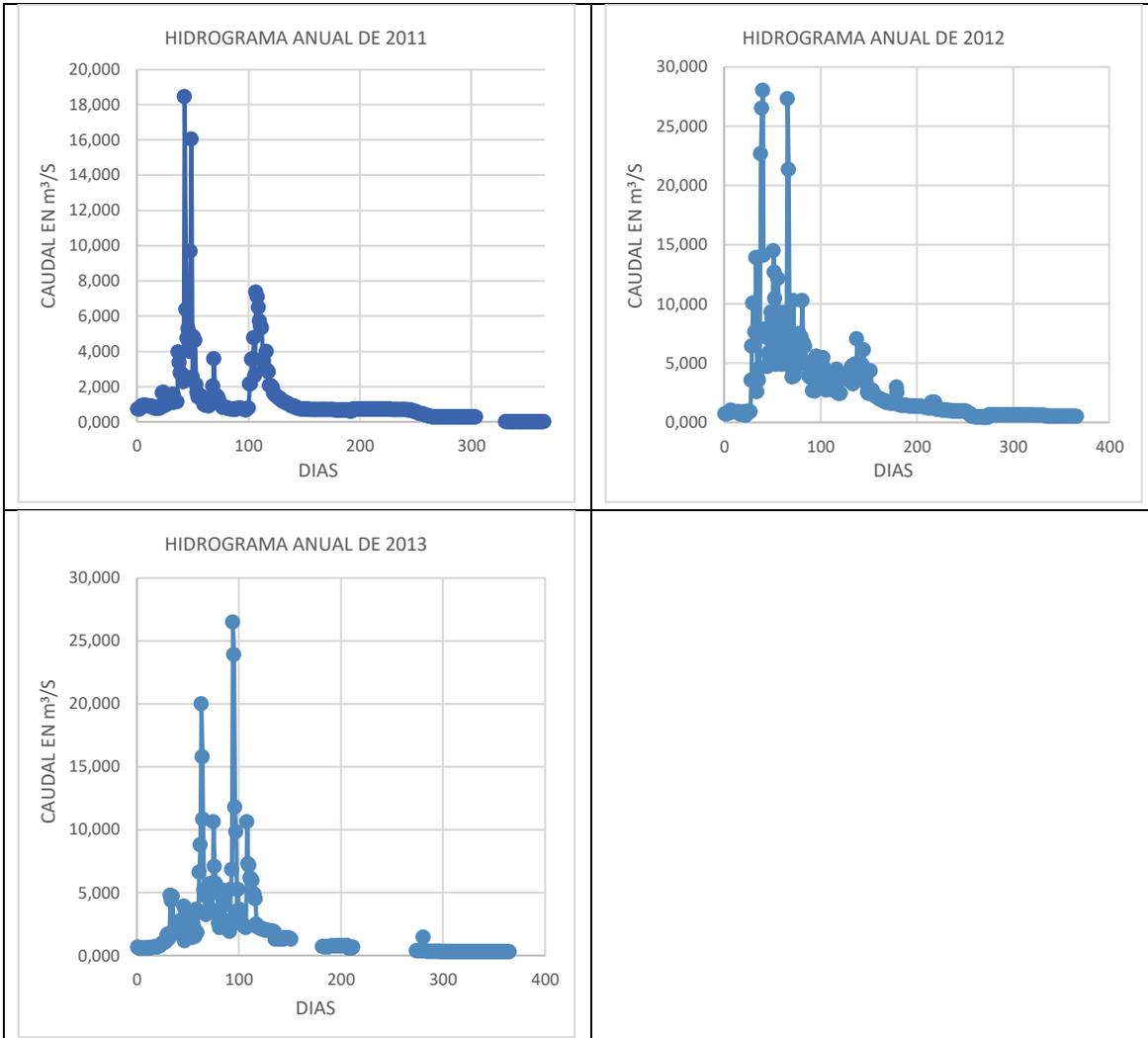


**HIDROGRAMA ANUAL DE PAJAN EN AGUA FRIA**



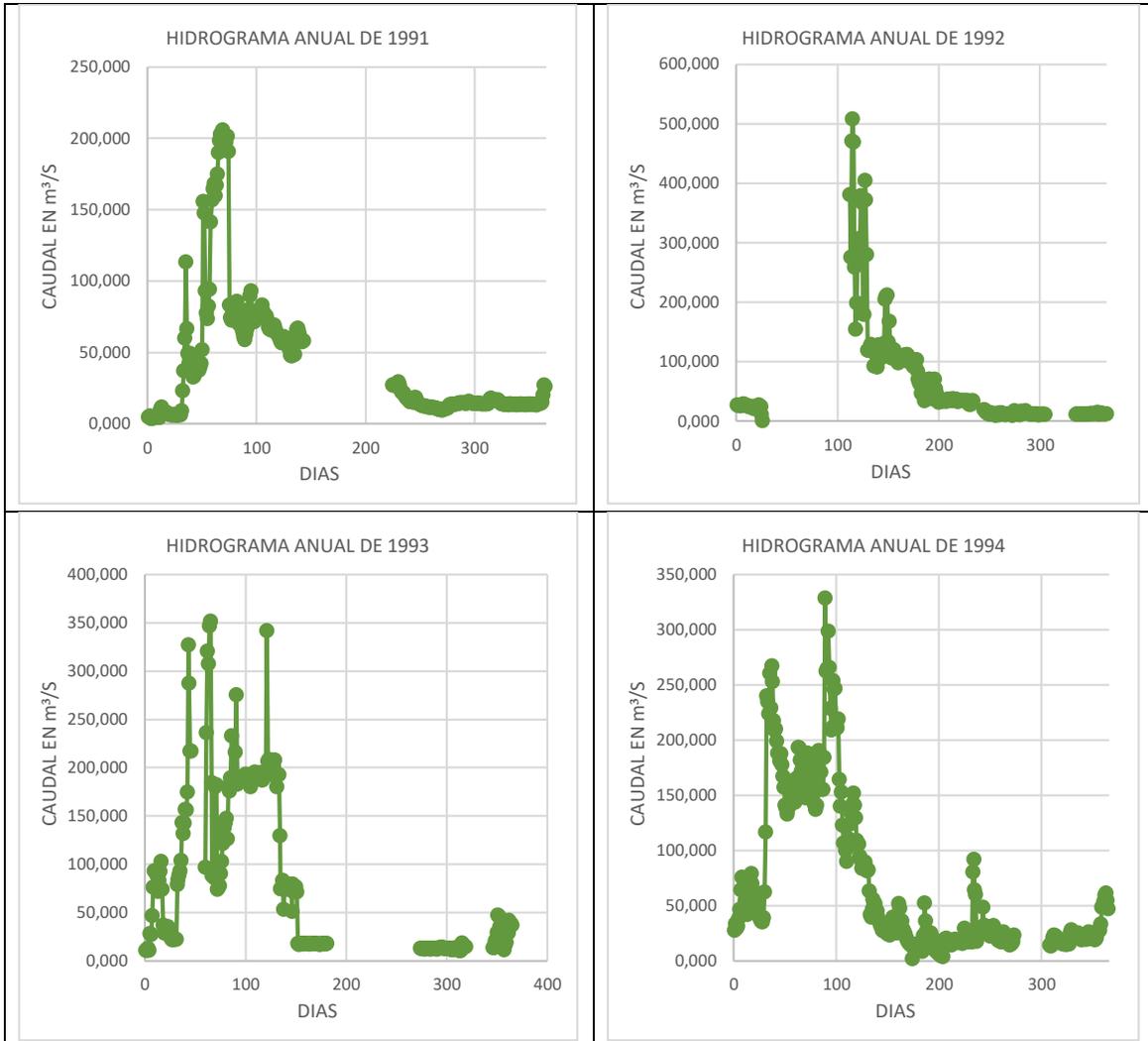


**HIDROGRAMA ANUAL DE PAJAN EN AGUA FRIA**



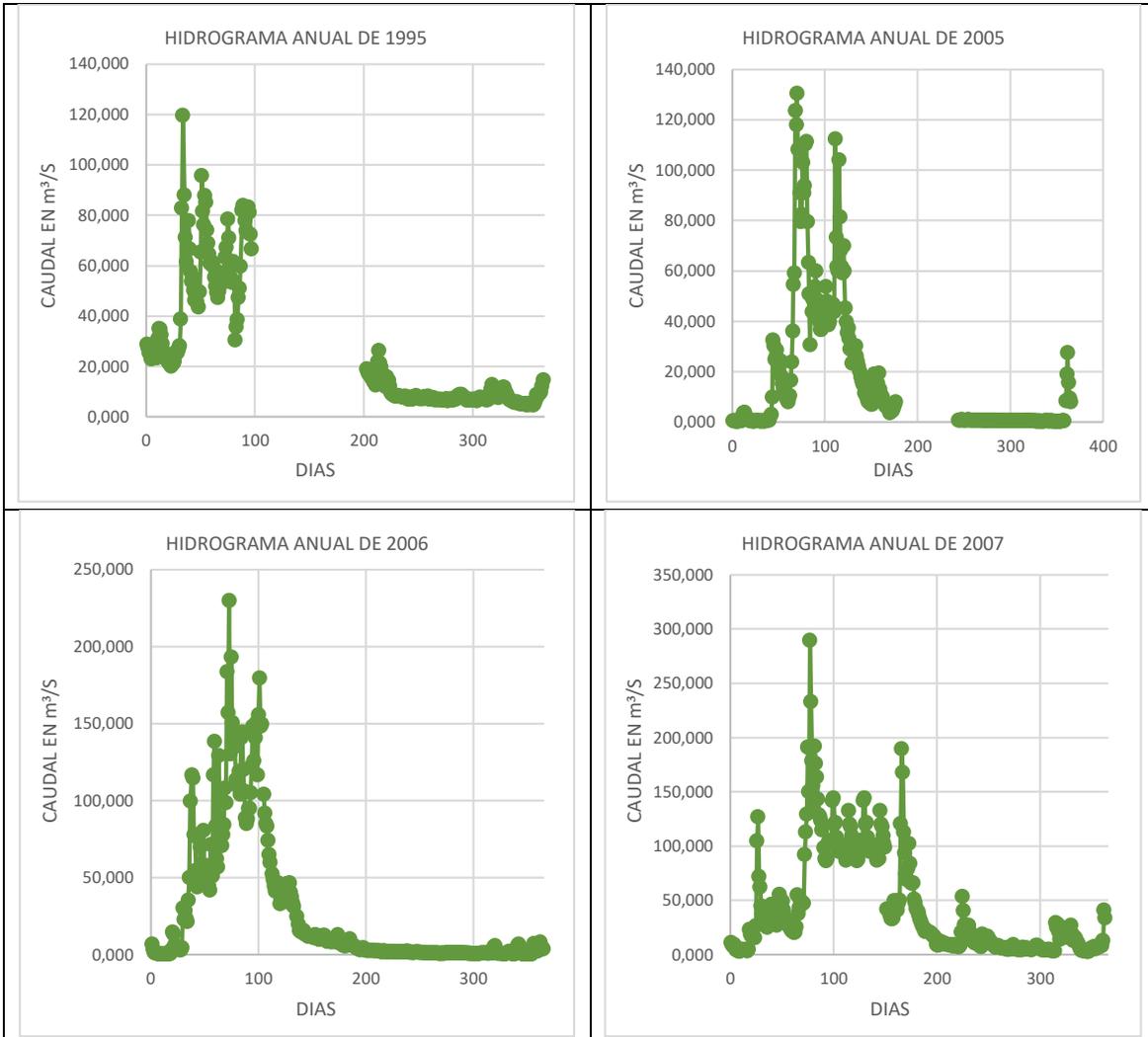


**HIDROGRAMA ANUAL DE CAÑAR EN PTO INCA**



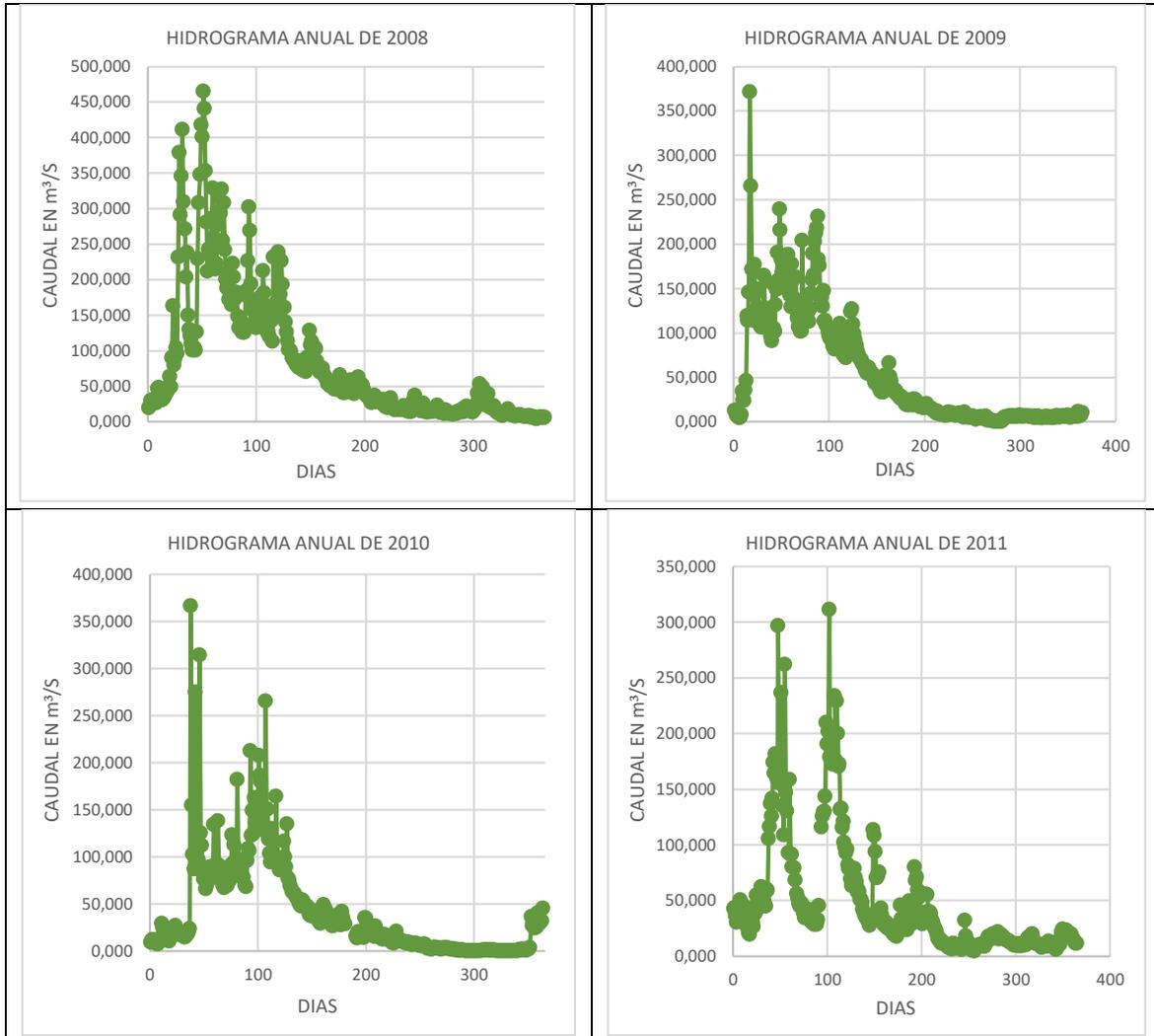


**HIDROGRAMA ANUAL DE CAÑAR EN PTO INCA**



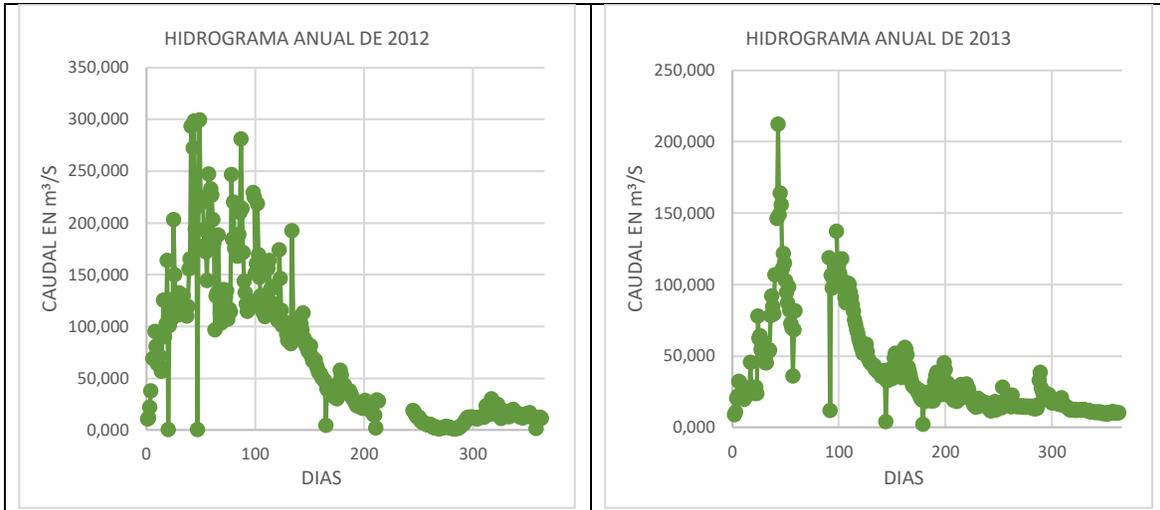


**HIDROGRAMA ANUAL DE CAÑAR EN PTO INCA**



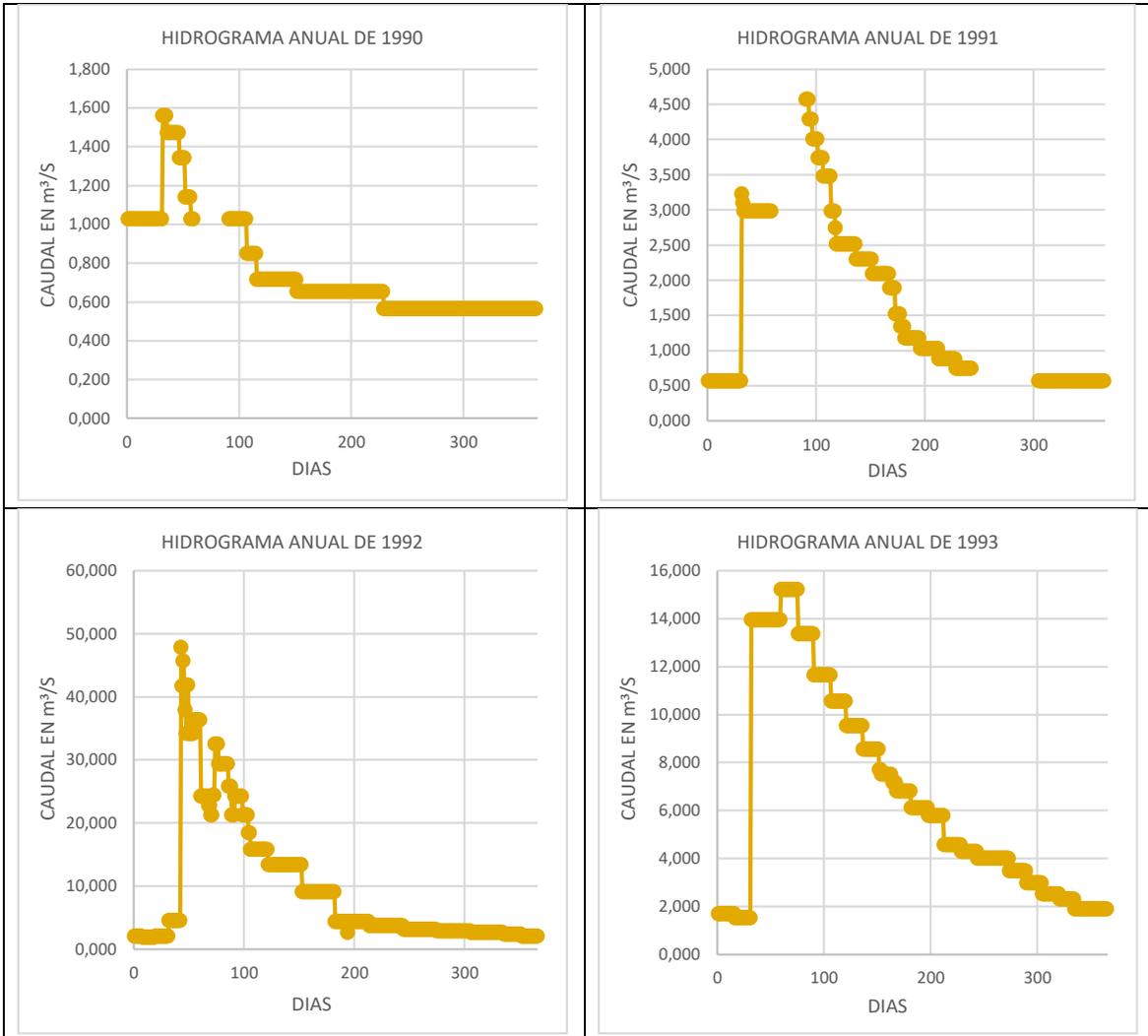


**HIDROGRAMA ANUAL DE CAÑAR EN PTO INCA**



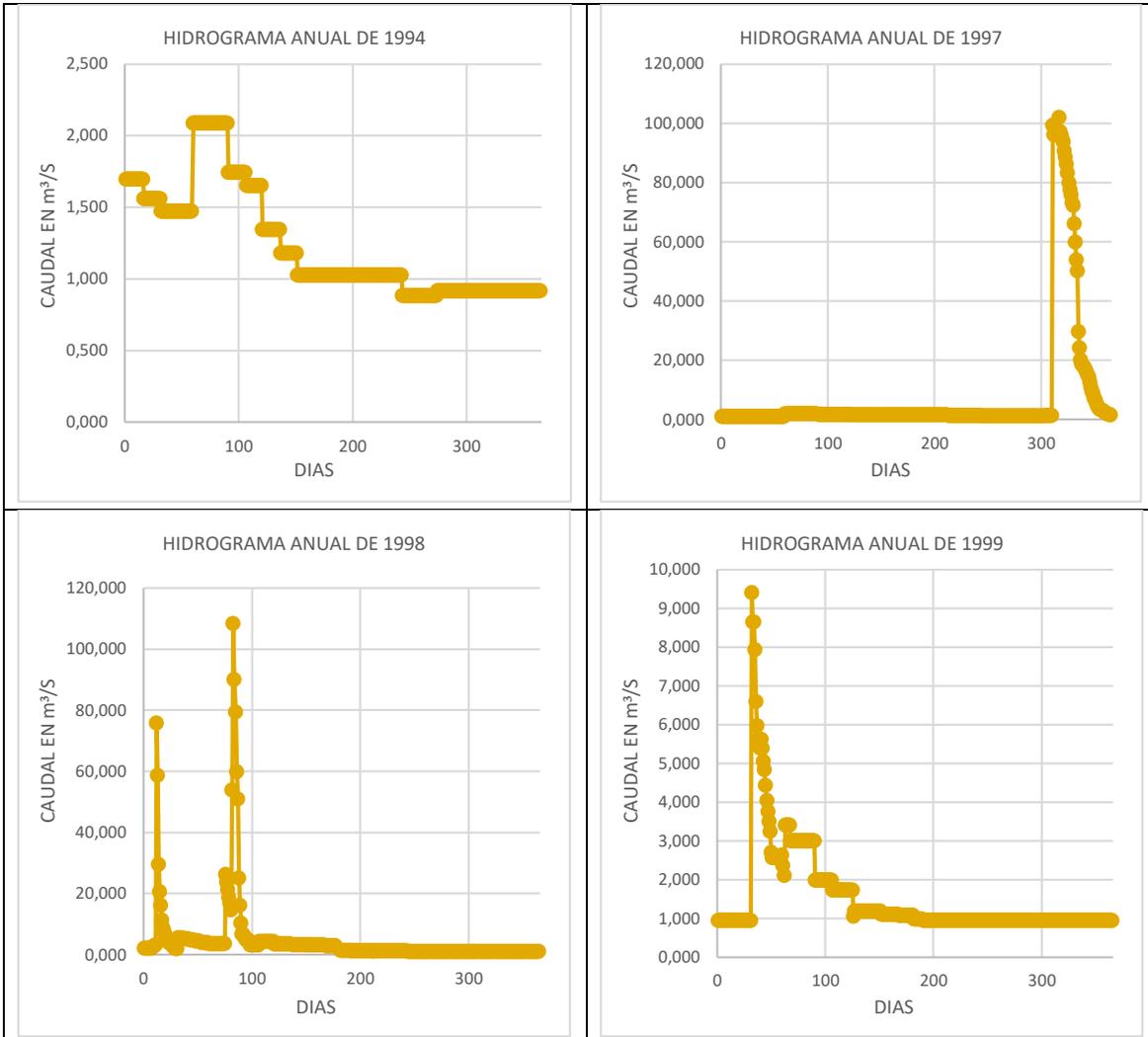


**HIDROGRAMA ANUAL DE SANTA ROSA EN EL VADO**



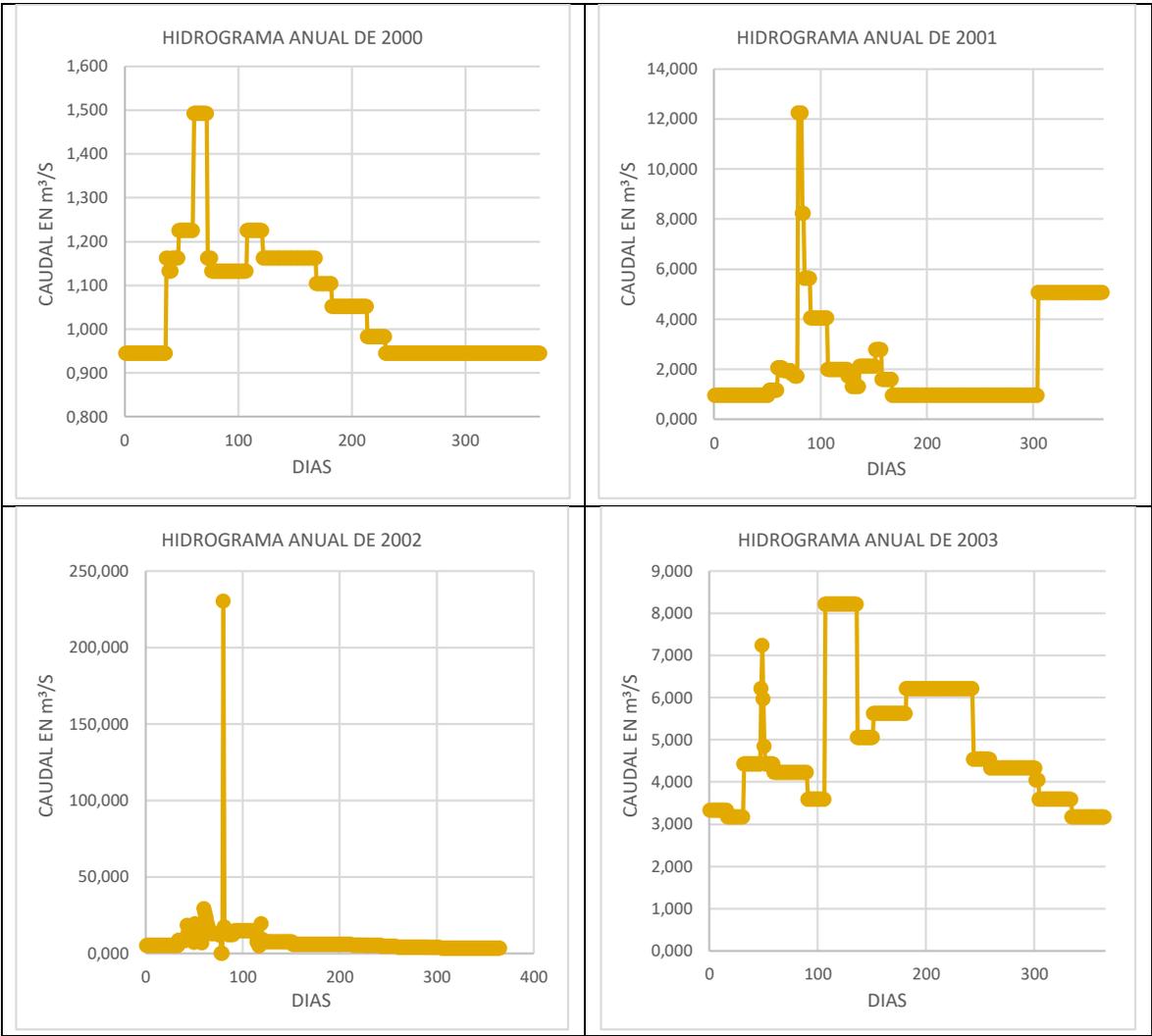


**HIDROGRAMA ANUAL DE SANTA ROSA EN EL VADO**



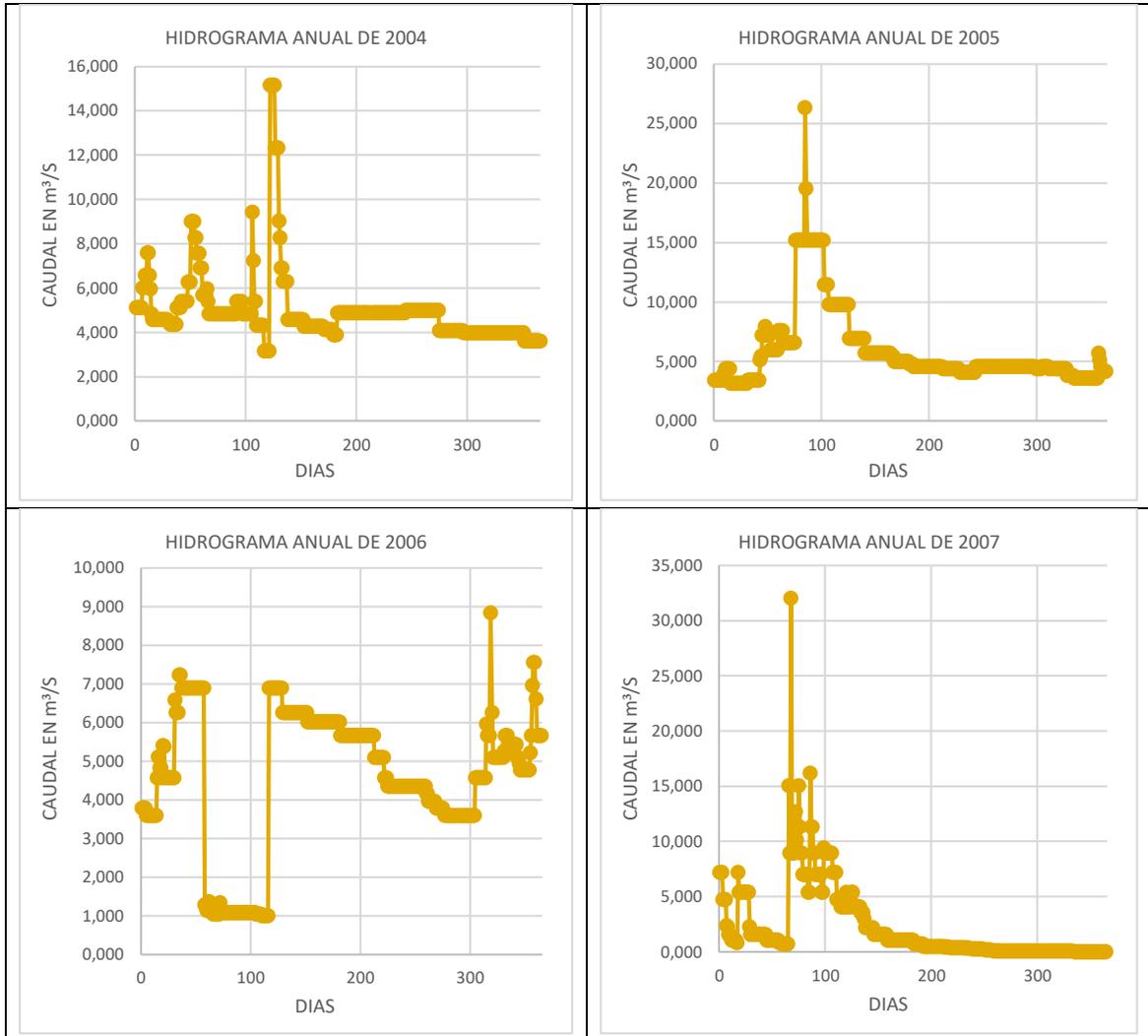


**HIDROGRAMA ANUAL DE SANTA ROSA EN EL VADO**



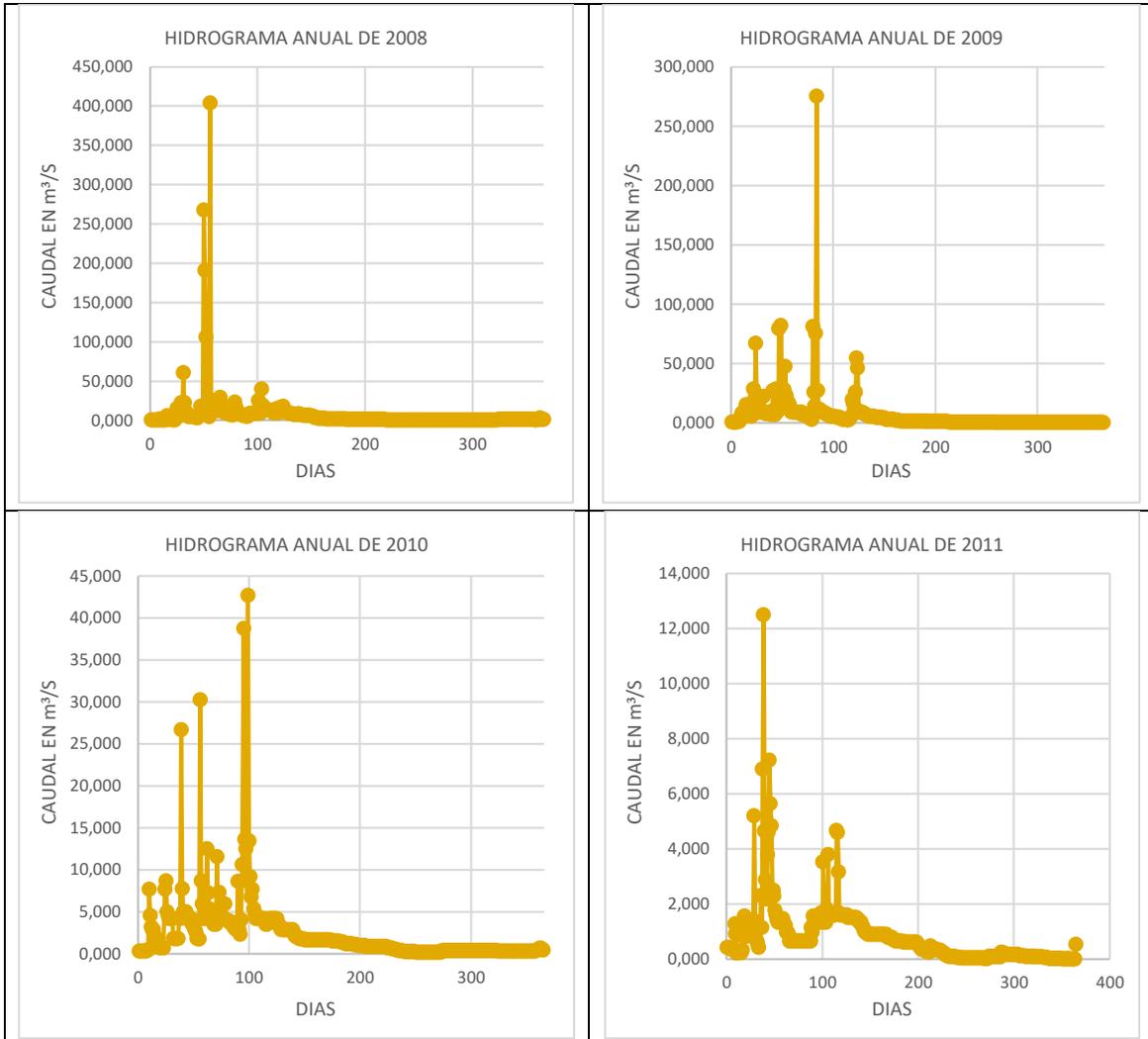


**HIDROGRAMA ANUAL DE SANTA ROSA EN EL VADO**



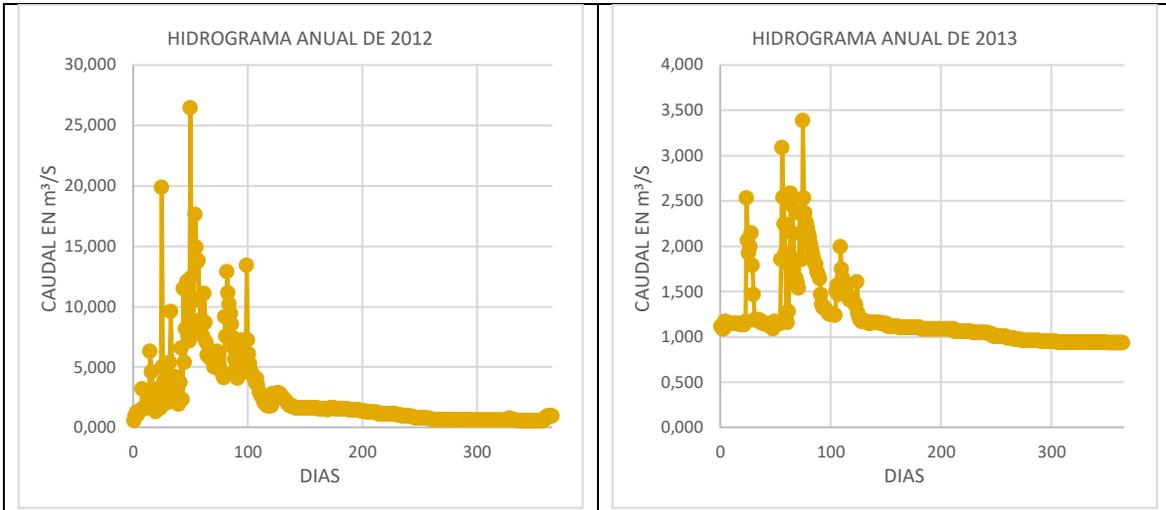


**HIDROGRAMA ANUAL DE SANTA ROSA EN EL VADO**



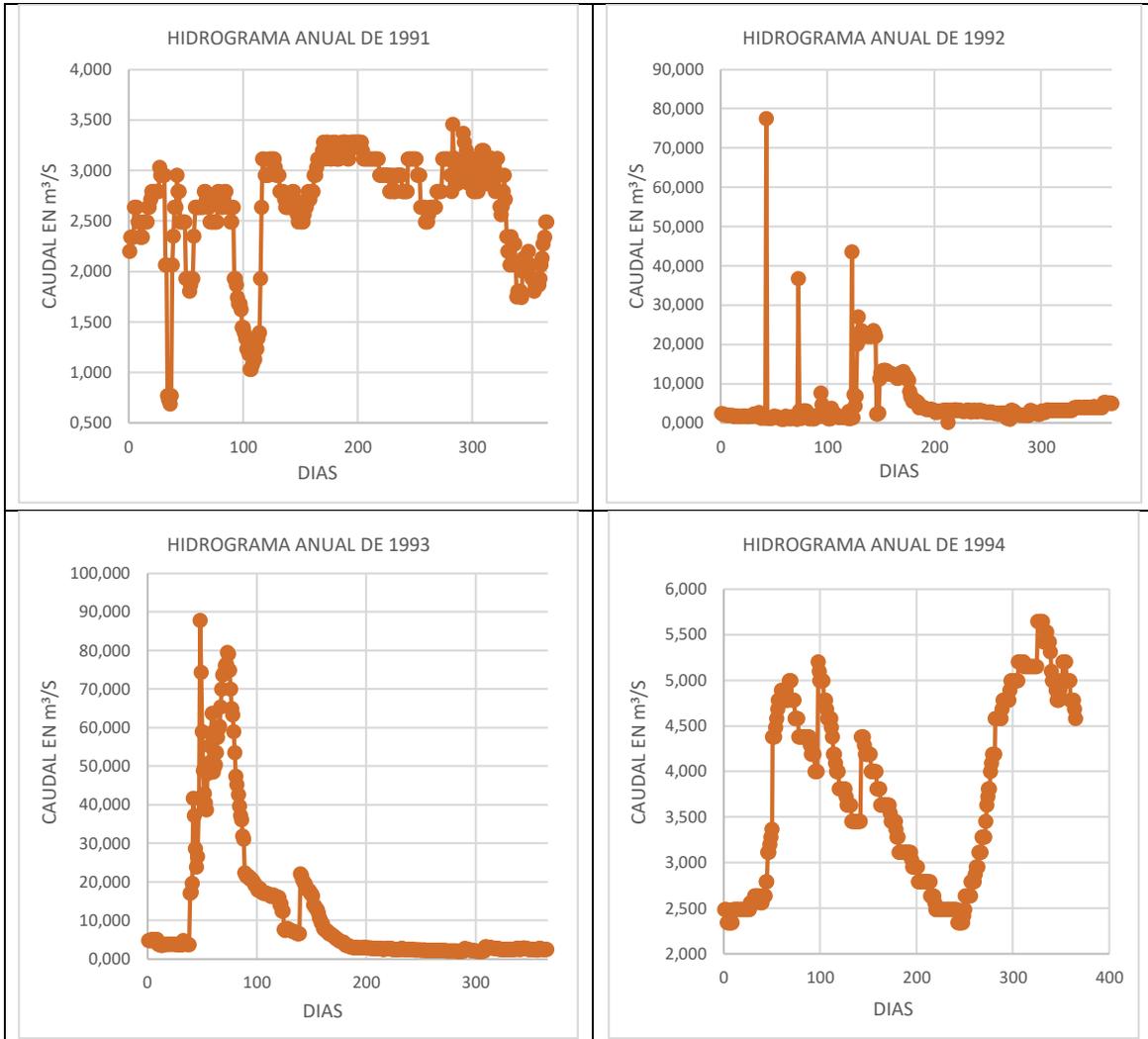


**HIDROGRAMA ANUAL DE SANTA ROSA EN EL VADO**



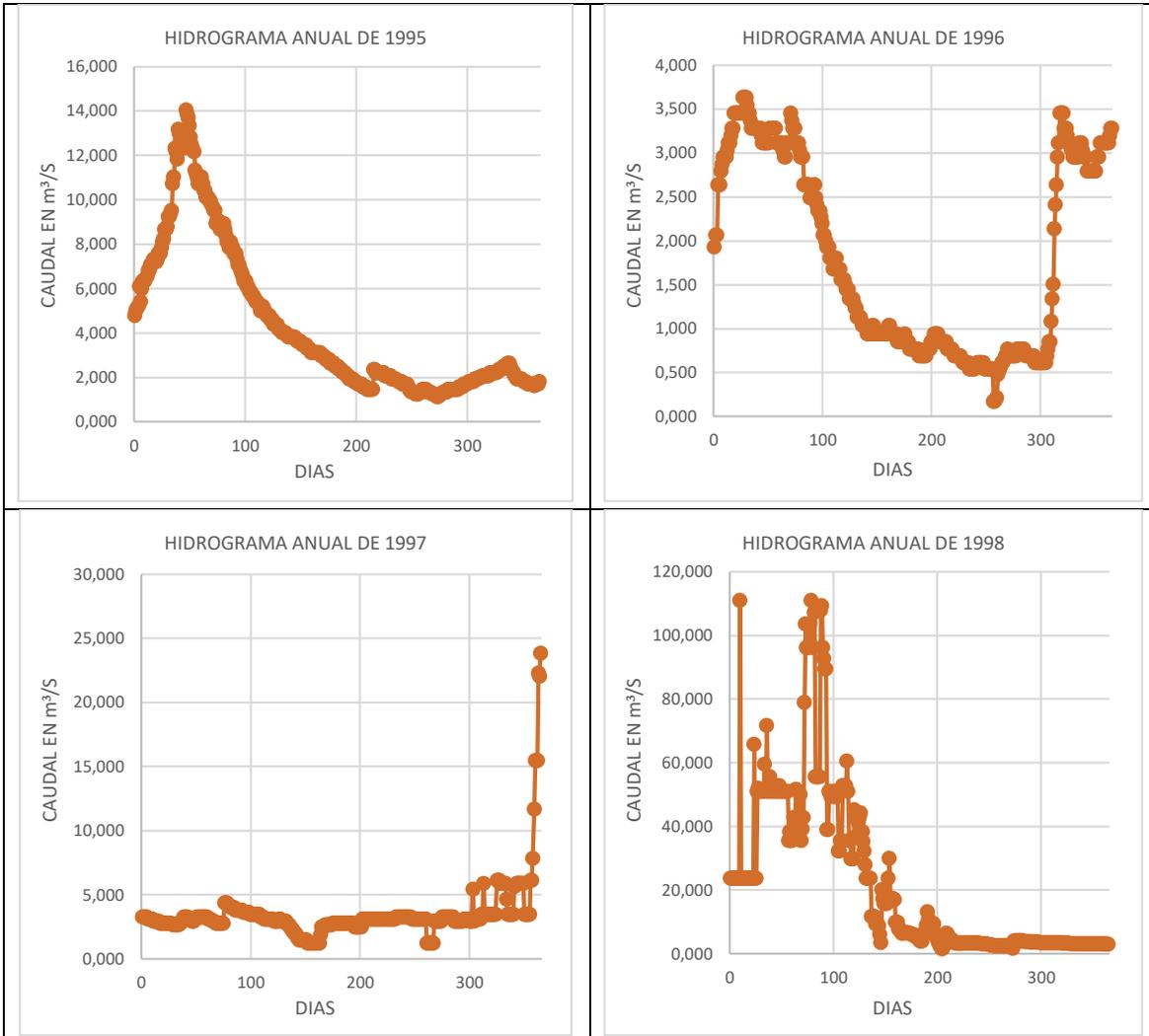


**HIDROGRAMA ANUAL DE ARENILLAS EN ARENILLAS**



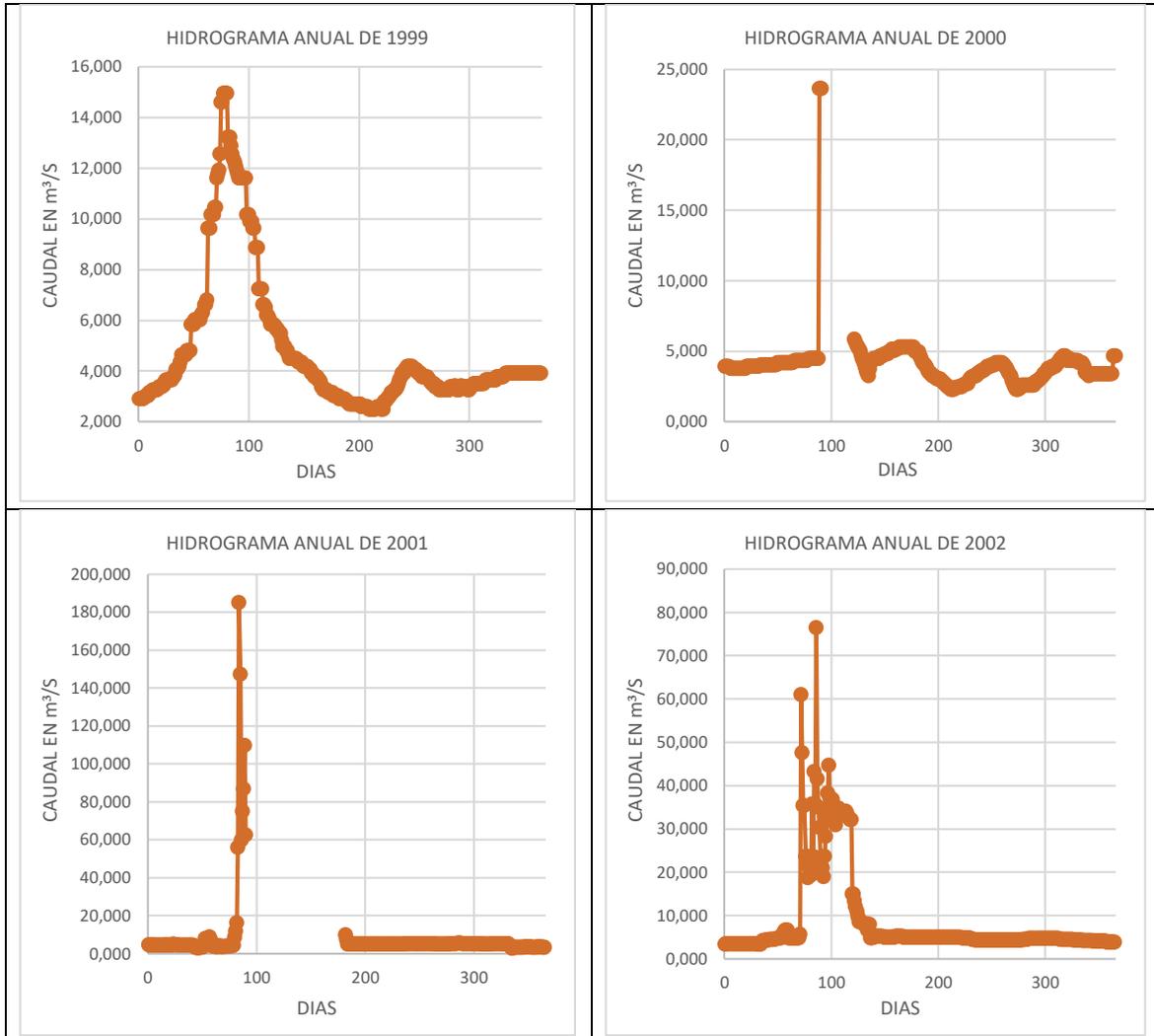


**HIDROGRAMA ANUAL DE ARENILLAS EN ARENILLAS**



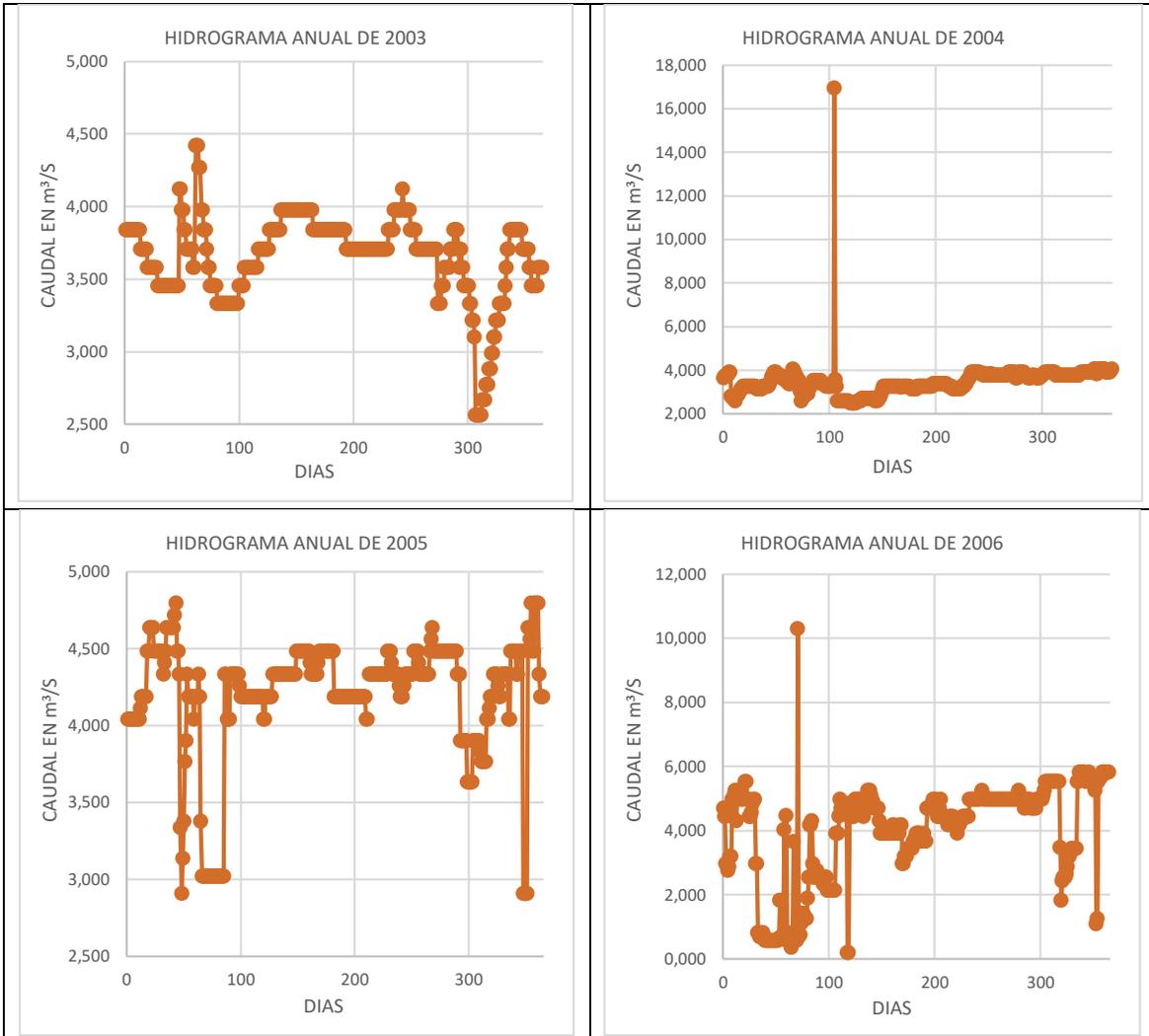


**HIDROGRAMA ANUAL DE ARENILLAS EN ARENILLAS**



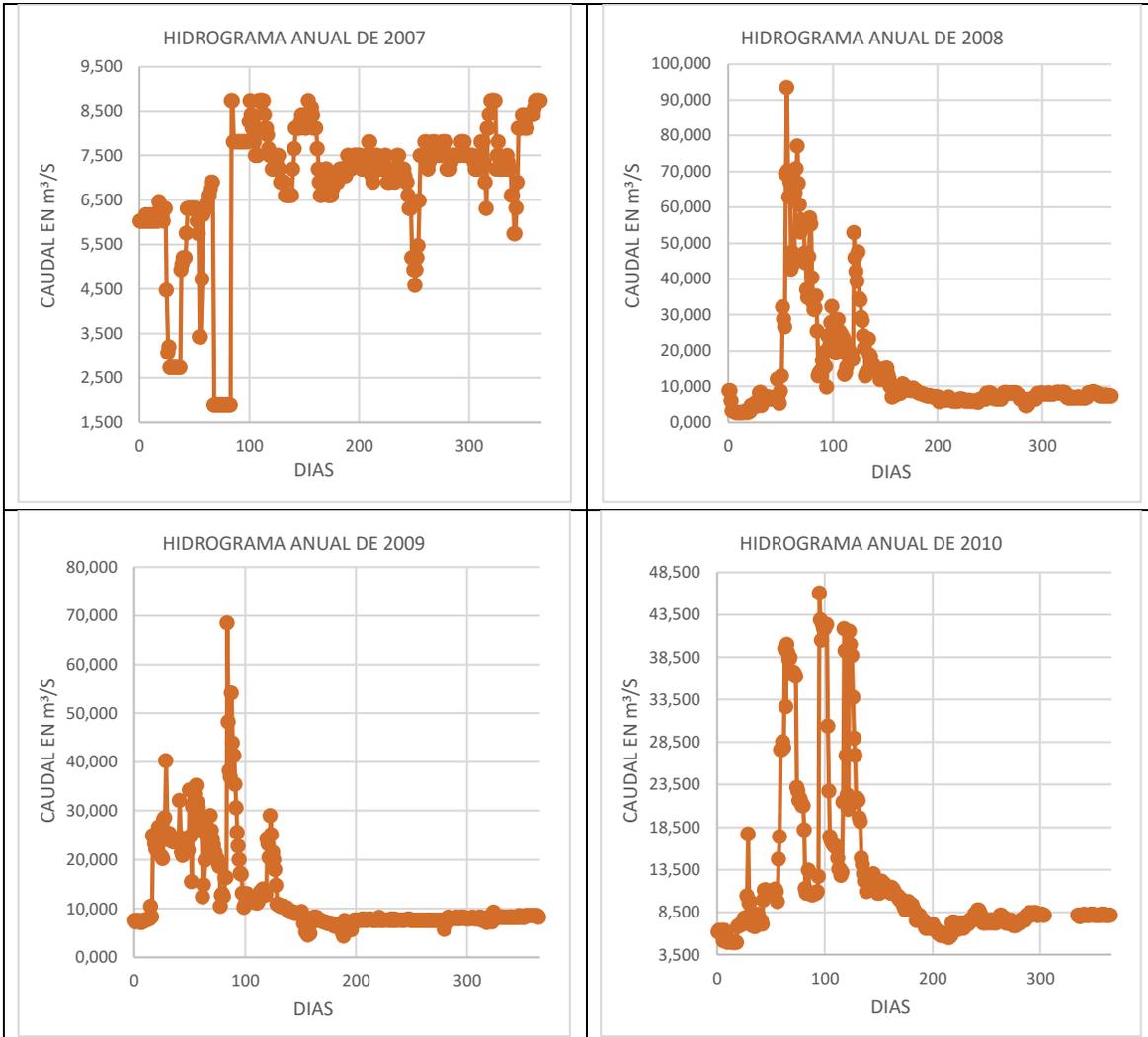


**HIDROGRAMA ANUAL DE ARENILLAS EN ARENILLAS**



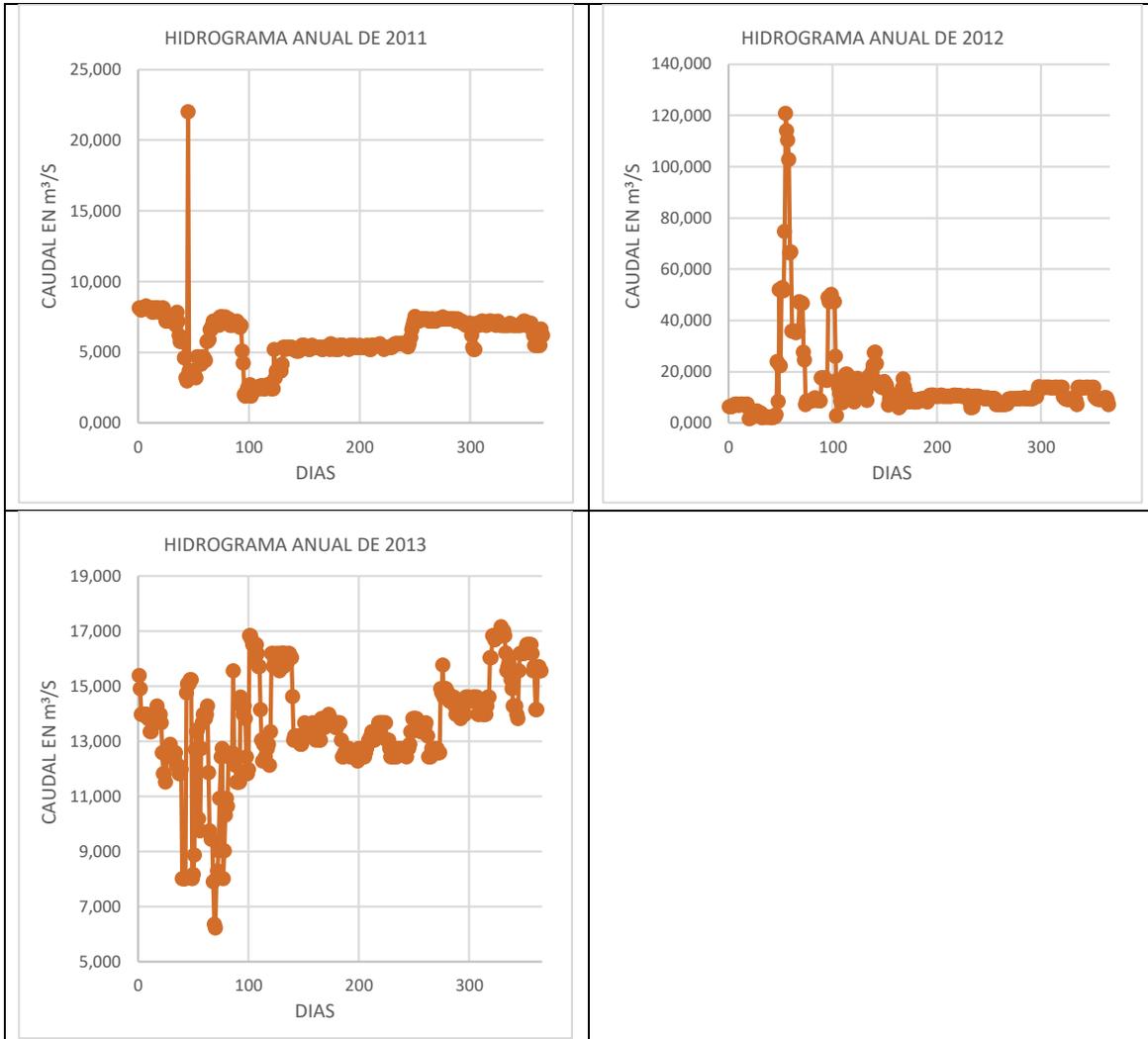


**HIDROGRAMA ANUAL DE ARENILLAS EN ARENILLAS**





**HIDROGRAMA ANUAL DE ARENILLAS EN ARENILLAS**





<b>METODOLOGIA APLICADA PARA JUNIN ESTERO DEL PALMAR</b>
--

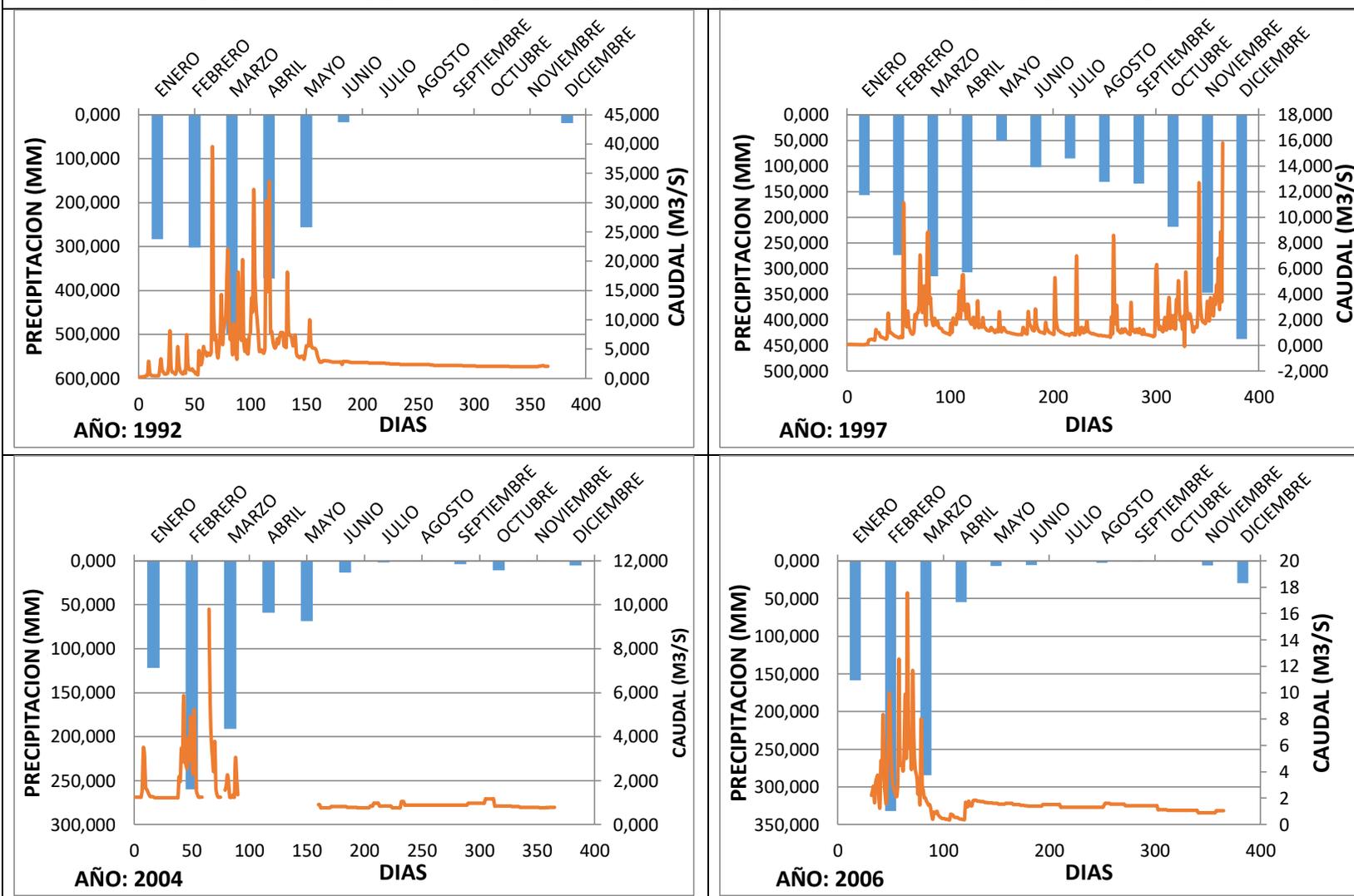
Precipitación ponderadas por medio de los polígonos de Thiessen
---

	Año 91	Año 92	Año 97	Año 04	Año 06
MESES	Prec. (mm)				
ENERO	136.303	283.479	156.457	122.014	158.481
A FEBRERO	173.631	302.133	274.239	259.717	332.003
MARZO	203.075	498.801	315.318	191.066	284.419
ABRIL	84.182	372.496	307.341	59.250	54.849
MAYO	29.926	256.687	50.502	68.378	6.641
JUNIO	11.733	16.696	102.467	13.528	5.791
JULIO	1.504	1.911	84.884	1.672	0.074
AGOSTO	1.104	0.079	130.962	0.334	2.679
SEPTIEMBRE	0.254	0.376	134.588	3.839	1.152
OCTUBRE	0.368	0.178	219.233	10.870	0.552
NOVIEMBRE	6.448	0.060	347.509	0.463	6.284
DICIEMBRE	10.284	19.428	437.843	5.152	29.494

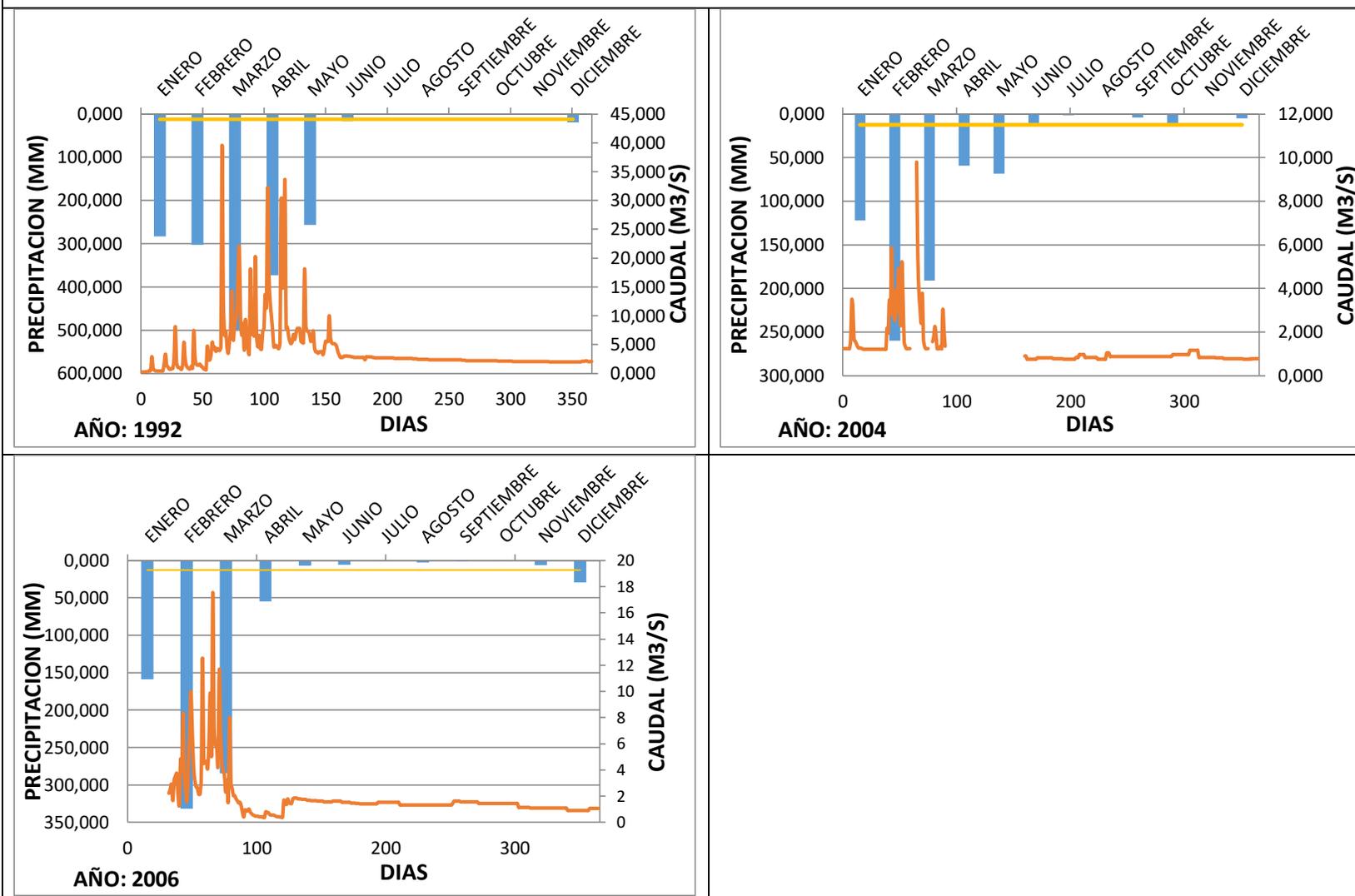
Determinación del umbral
--------------------------

AÑO	MES	UMBRAL	UNIDADES
1991	MAYO	11.73	mm/mes
1992	JUNIO	16.70	mm/mes
2004	JUNIO	13.53	mm/mes
2006	MAYO	6.64	mm/mes
<b>PROMEDIO</b>		<b>12.15</b>	mm/mes

MUESTRA DE LOS HIDROGRAMAS VS HIETOGRAMA PARA LA ESTACION DE JUNIN



MUESTRA DE LOS UMBRALES PARA LA ESTACION DE JUNIN ESTERO DEL PALMAR



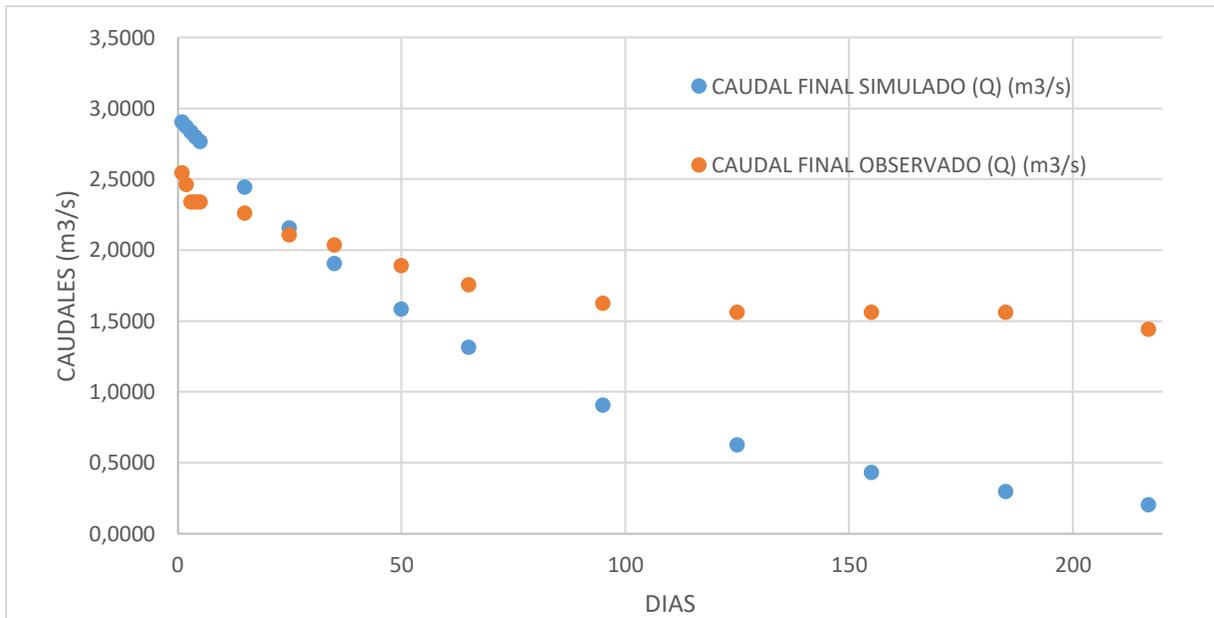
CALCULO DE LA CONSTANTE DE RECESIÓN (K)

H233 JUNIN EN ESTERO DEL PALMAR													
BLOQUE	DIAS	N DE FLUJO	CAUDAL INICIAL (Q <sub>0</sub> ) (m <sup>3</sup> /s)	LOG(Q <sub>0</sub> )	VARIANZA	PROMEDIO	U* <sub>yiu</sub>	(ni <sup>3</sup> -ni)	0.5*(ni) (ni+1)	0.5*(ni) (ni+1)* y <sub>i</sub>	Sum1	Log (K)	K
BLOQUE 1	188	1	0.351	-0.454	0.00040	-0.476	-0.454	990	55	-26.174	-0.5425		
	189	2	0.351	-0.454			-0.908						
	190	3	0.351	-0.454			-1.362						
	191	4	0.351	-0.454			-1.817						
	192	5	0.332	-0.478			-2.392						
	193	6	0.332	-0.478			-2.870						
	194	7	0.332	-0.478			-3.349						
	195	8	0.315	-0.502			-4.019						
	196	9	0.315	-0.502			-4.521						
	197	10	0.315	-0.502			-5.024						
BLOQUE 2	187	1	2.585	0.413	0.00011	0.400	0.413	720	45	17.987	-0.2310	-0.0054	0.98765
	188	2	2.585	0.413			0.825						
	189	3	2.585	0.413			1.238						
	190	4	2.501	0.398			1.593						
	191	5	2.501	0.398			1.991						
	192	6	2.501	0.398			2.389						
	193	7	2.501	0.398			2.787						
	194	8	2.419	0.384			3.069						
	195	9	2.419	0.384			3.453						
BLOQUE 3	187	1	0.836	-0.078	0.00047	-0.097	-0.078	1320	66	-6.433	-0.6527		
	188	2	0.836	-0.078			-0.155						
	189	3	0.836	-0.078			-0.233						

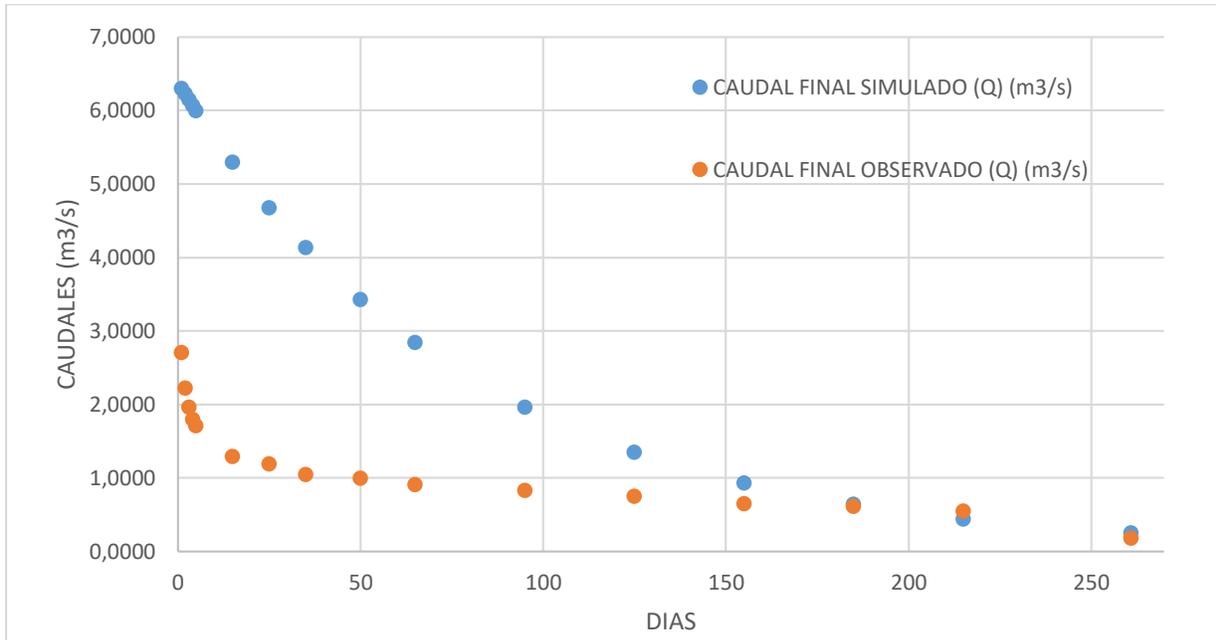


**VALIDACIÓN DEL MÉTODO PARA JUNIN ESTERO DEL PALMAR**

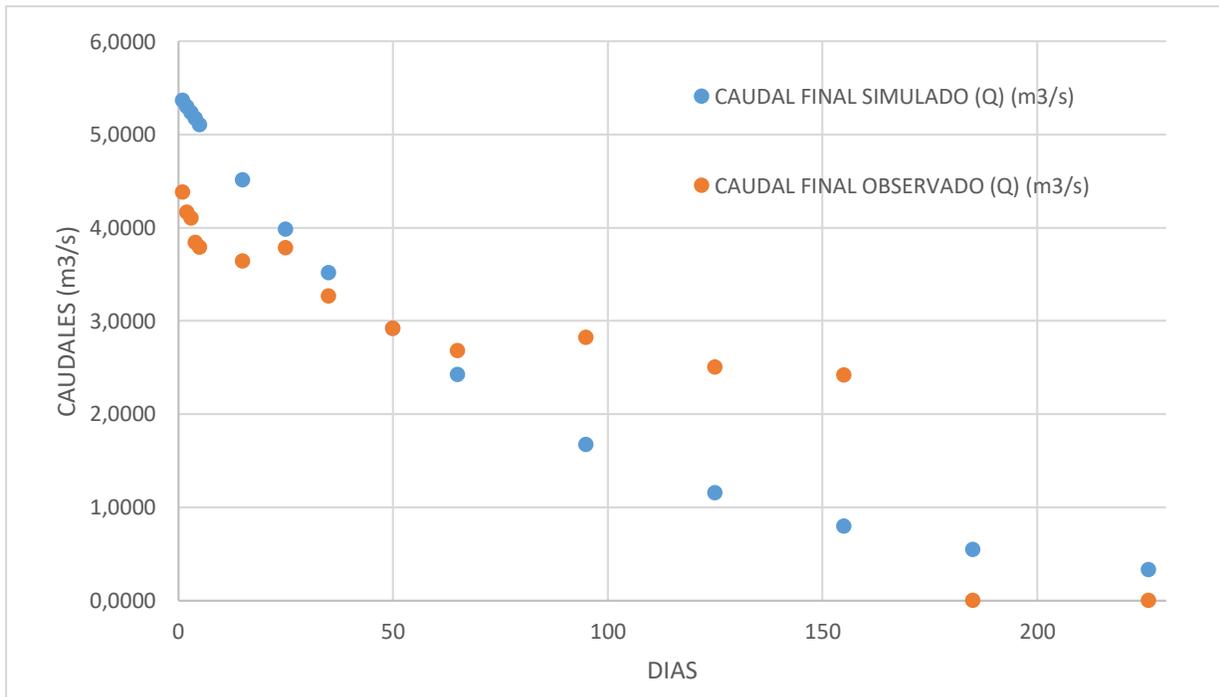
H233 JUNIN EN EL PALMAR						
AÑO	CAUDAL INICIAL (Q <sub>0</sub> ) (m <sup>3</sup> /s)	CONSTANTE DE RECESION (K)	CAUDAL FINAL OBSERVADO (Q) (m <sup>3</sup> /s)	LOG Q <sub>0</sub>	TIEMPO (T) (DIAS)	CAUDAL FINAL SIMULADO (Q) (m <sup>3</sup> /s)
1993	2.939	0.9877	2.543	0.4682	1	2.9024
	2.939		2.460		2	2.8666
	2.939		2.338		3	2.8312
	2.939		2.338		4	2.7963
	2.939		2.338		5	2.7618
	2.939		2.259		15	2.4393
	2.939		2.106		25	2.1544
	2.939		2.032		35	1.9029
	2.939		1.889		50	1.5795
	2.939		1.752		65	1.3111
	2.939		1.621		95	0.9033
	2.939		1.558		125	0.6224
	2.939		1.558		155	0.4288
	2.939		1.558		185	0.2955
	2.939		1.437		217	0.1986



H233 JUNIN EN EL PALMAR						
AÑO	CAUDAL INICIAL (Qo) (m3/s)	CONSTANTE DE RECESION (K)	CAUDAL FINAL OBSERVADO (Q) (m3/s)	LOG Qo	TIEMPO (T) (DIAS)	CAUDAL FINAL SIMULADO (Q) (m3/s)
1996	6.379	0.9877	2.704	0.8048	1	6.3003
	6.379		2.219		2	6.2225
	6.379		1.963		3	6.1457
	6.379		1.793		4	6.0699
	6.379		1.712		5	5.9950
	6.379		1.290		15	5.2949
	6.379		1.187		25	4.6766
	6.379		1.043		35	4.1305
	6.379		0.998		50	3.4286
	6.379		0.911		65	2.8459
	6.379		0.830		95	1.9608
	6.379		0.753		125	1.3510
	6.379		0.648		155	0.9308
	6.379		0.615		185	0.6413
	6.379		0.552		215	0.4419
	6.379		0.181		261	0.2496



H233 JUNIN EN EL PALMAR						
AÑO	CAUDAL INICIAL (Qo) (m3/s)	CONSTANTE DE RECESION (K)	CAUDAL FINAL OBSERVADO (Q) (m3/s)	LOG Qo	TIEMPO (T) (DIAS)	CAUDAL FINAL SIMULADO (Q) (m3/s)
2002	5.432	0.9877	4.380	0.7350	1	5.3650
	5.432		4.163		2	5.2988
	5.432		4.103		3	5.2334
	5.432		3.841		4	5.1688
	5.432		3.786		5	5.1050
	5.432		3.640		15	4.5089
	5.432		3.781		25	3.9824
	5.432		3.264		35	3.5173
	5.432		2.915		50	2.9196
	5.432		2.681		65	2.4234
	5.432		2.820		95	1.6697
	5.432		2.503		125	1.1504
	5.432		2.418		155	0.7927
	5.432		0.000		185	0.5461
	5.432		0.000		226	0.3282





<b>METODOLOGIA APLICADA PARA PAJAN EN AGUA FRIA</b>
---

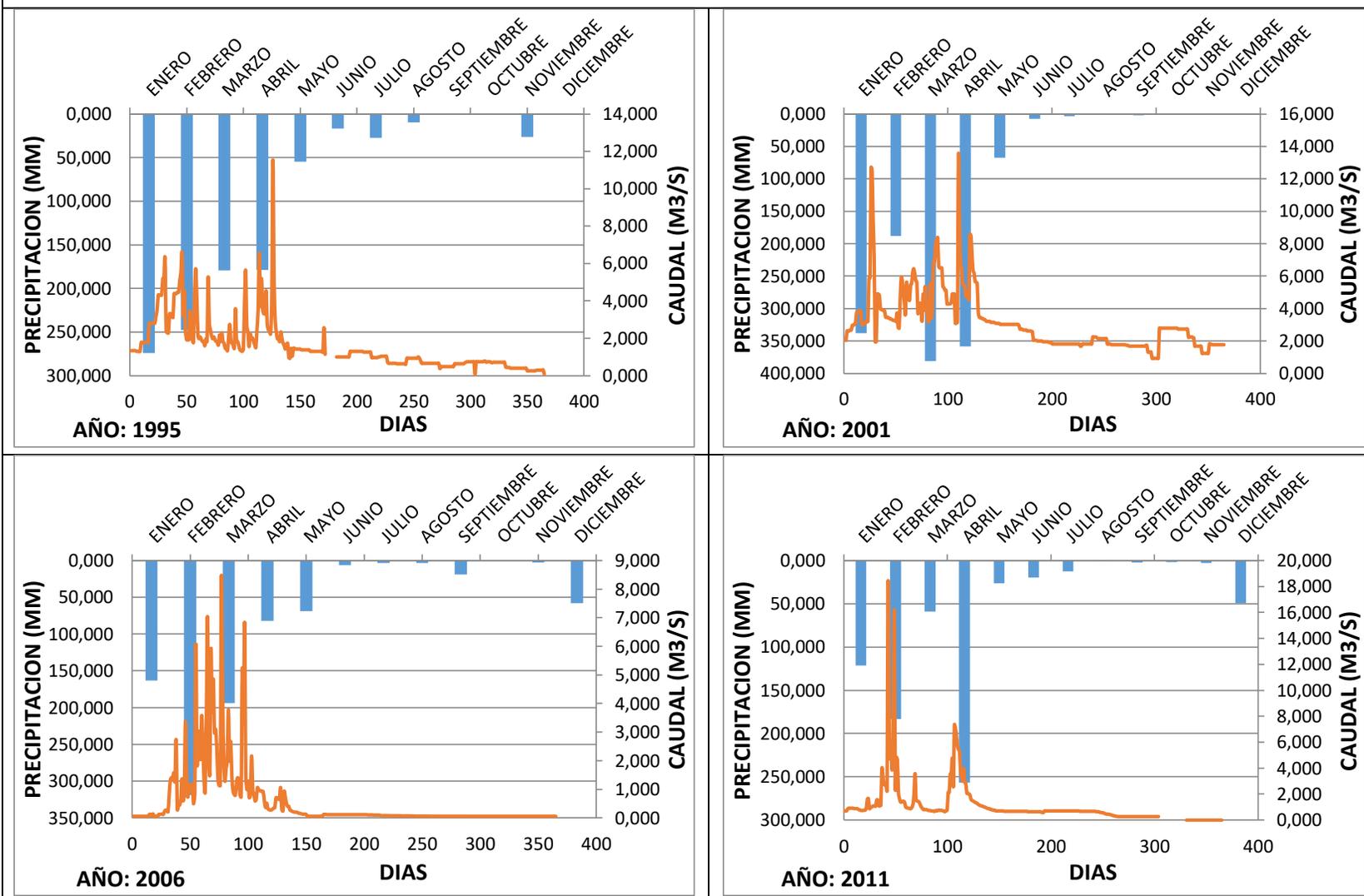
Precipitación ponderadas por medio de los polígonos de Thiessen
---

	Año 91	Año 95	Año 01	Año 06	Año 11
MESES	Prec. (mm)				
ENERO	83.856	273.958	337.849	163.342	121.326
FEBRERO	202.170	247.675	188.180	318.647	183.117
MARZO	203.226	179.157	380.589	193.613	59.272
ABRIL	78.764	178.614	358.613	82.079	256.673
MAYO	101.080	54.698	67.221	69.032	26.476
JUNIO	71.901	16.719	7.347	6.159	19.593
JULIO	47.493	27.434	3.104	3.473	12.408
AGOSTO	49.509	9.381	0.066	3.524	0.007
SEPTIEMBRE	42.130	0.374	2.068	18.969	2.203
OCTUBRE	54.259	0.236	0.000	0.000	1.930
NOVIEMBRE	37.416	26.152	1.671	2.624	3.030
DICIEMBRE	66.188	1.166	1.671	57.854	49.464

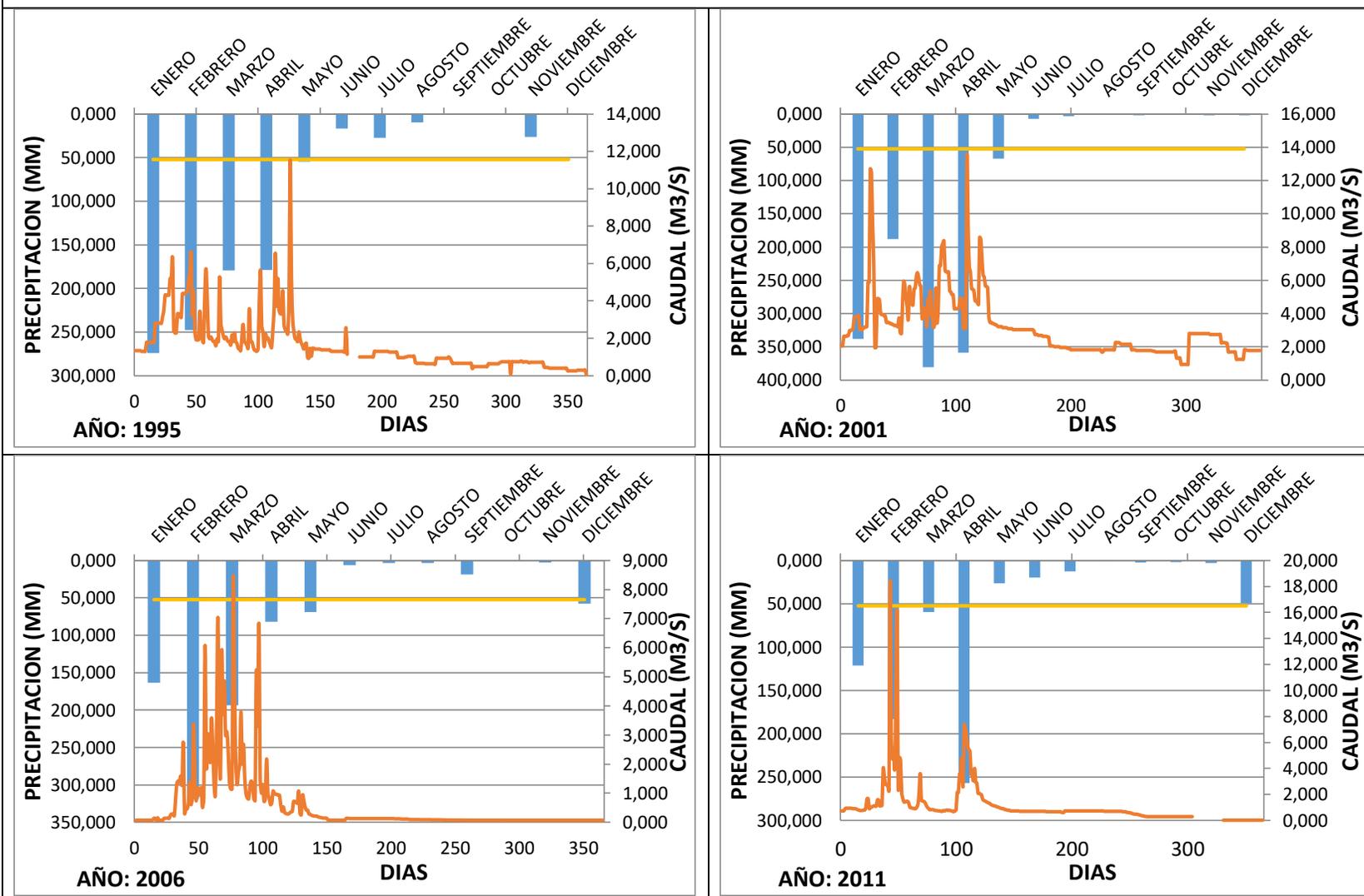
Determinación del umbral
--------------------------

AÑO	MES	UMBRAL	UNIDADES
1991	JUNIO	71.90	mm/mes
1995	JULIO	27.43	mm/mes
2001	MAYO	67.22	mm/mes
2006	MAYO	69.03	mm/mes
2011	MAYO	26.48	mm/mes
<b>PROMEDIO</b>		<b>52.41</b>	mm/mes

MUESTRA DE LOS HIDROGRAMAS VS HIETOGRAMA PARA LA ESTACION DE PAJAN



MUESTRA DE LOS UMBRALES PARA LA ESTACION DE PAJAN EN AGUA FRIA



CALCULO DE LA CONSTANTE DE RECESIÓN (K)

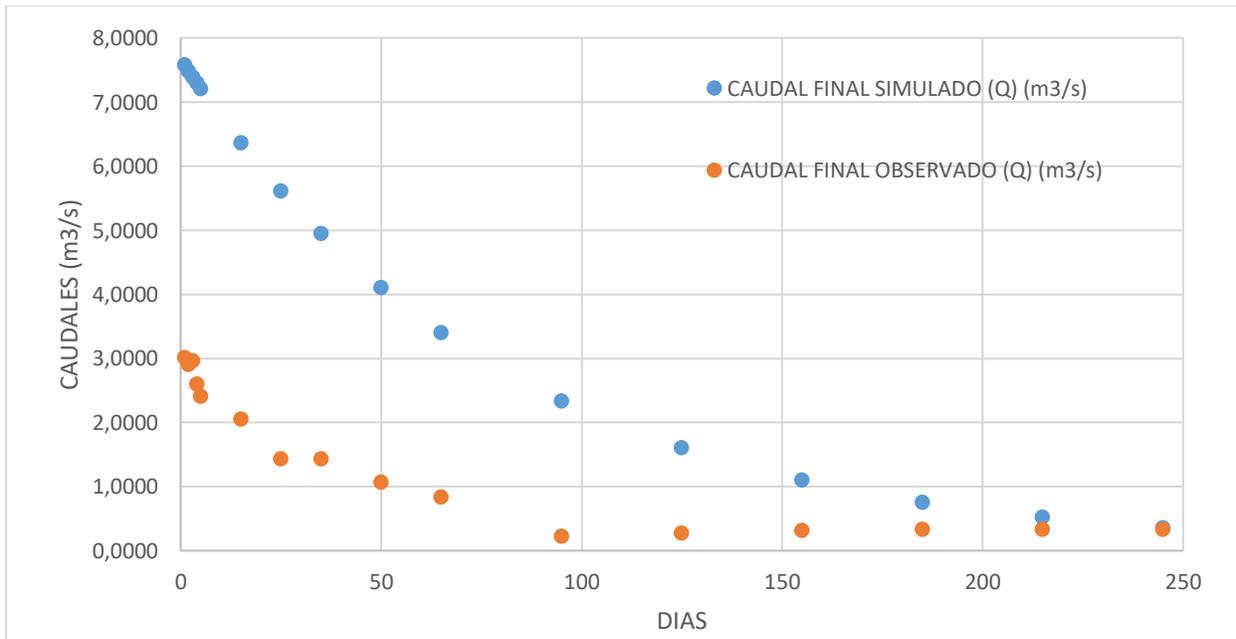
H359 PAJAN EN AGUA FRIA													
BLOQUE	DIAS	N DE FLUJO	CAUDAL INICIAL (Qo) (m3/s)	LOG(Qo)	VARIANZA	PROMEDIO	U*yiu	(ni <sup>3</sup> -ni)	0.5*(ni)(ni+1)	0.5*(ni)(ni+1)*yi	Suml	Log (K)	K
BLOQUE 1	233	1	2.616	0.418	0.00012	0.408	0.418	990	55	22.432	-0.2760		
	234	2	2.616	0.418			0.835						
	235	3	2.616	0.418			1.253						
	236	4	2.616	0.418			1.671						
	237	5	2.558	0.408			2.040						
	238	6	2.558	0.408			2.447						
	239	7	2.558	0.408			2.855						
	240	8	2.558	0.408			3.263						
	241	9	2.444	0.388			3.493						
	242	10	2.444	0.388			3.881						
BLOQUE 2	234	1	1.289	0.110	0.00004	0.101	0.110	720	45	4.556	-0.1219	-0.0054	0.9875677
	235	2	1.289	0.110			0.221						
	236	3	1.289	0.110			0.331						
	237	4	1.249	0.097			0.387						
	238	5	1.249	0.097			0.484						
	239	6	1.249	0.097			0.580						
	240	7	1.249	0.097			0.677						
	241	8	1.249	0.097			0.774						
	242	9	1.249	0.097			0.871						
BLOQUE 3	226	1	1.957	0.292	0.00018	0.271	0.292	1320	66	17.903	-0.4166		
	227	2	1.957	0.292			0.583						
	228	3	1.910	0.281			0.843						
	229	4	1.910	0.281			1.124						

Estimación de flujos bajos en cuencas ecuatorianas

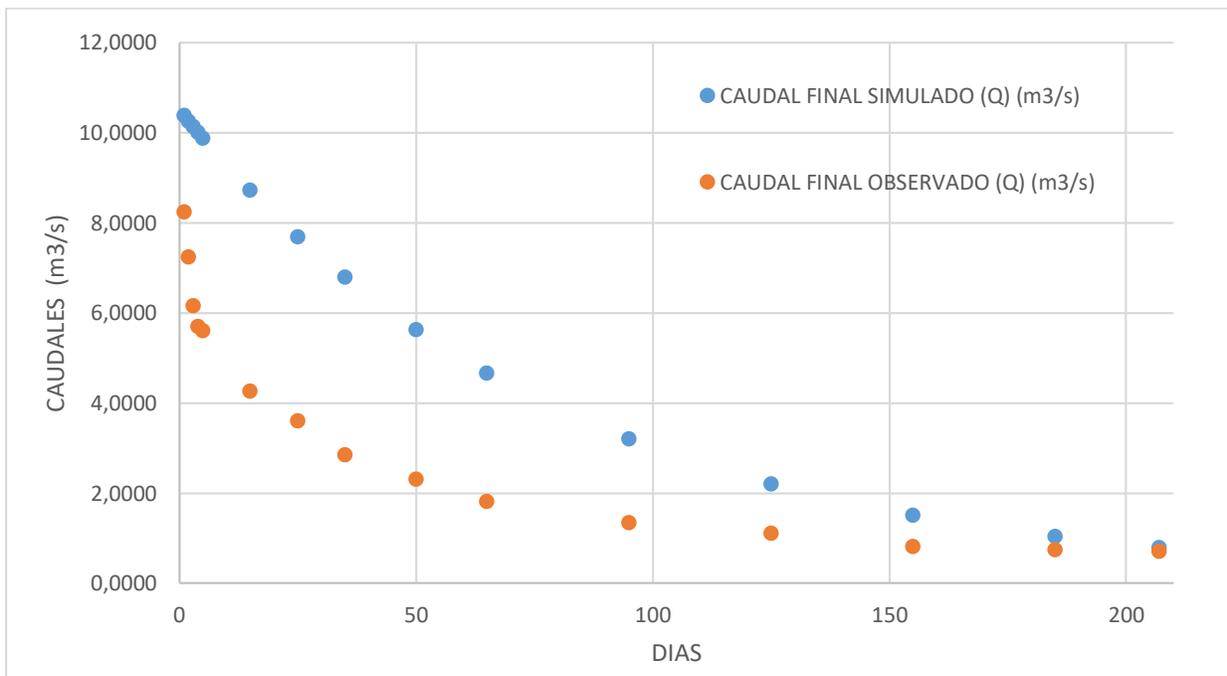
	230	5	1.910	0.281			1.405				
	231	6	1.818	0.260			1.558				
	232	7	1.818	0.260			1.817				
	233	8	1.818	0.260			2.077				
	234	9	1.818	0.260			2.336				
	235	10	1.818	0.260			2.596				
	236	11	1.818	0.260			2.856				
BLOQUE 4	243	1	0.104	-0.981	0.00120	-1.044	-0.981	720	45	-46.988	-0.6462
	244	2	0.104	-0.981			-1.963				
	245	3	0.091	-1.039			-3.117				
	246	4	0.086	-1.066			-4.264				
	247	5	0.086	-1.066			-5.330				
	248	6	0.086	-1.066			-6.396				
	249	7	0.086	-1.066			-7.462				
	250	8	0.086	-1.066			-8.528				
	251	9	0.086	-1.066			-9.594				
BLOQUE 5	224	1	1.949	0.290	0.00060	0.250	0.290	990	55	13.775	-0.6854
	225	2	1.889	0.276			0.552				
	226	3	1.889	0.276			0.829				
	227	4	1.830	0.262			1.050				
	228	5	1.830	0.262			1.312				
	229	6	1.716	0.235			1.407				
	230	7	1.716	0.235			1.642				
	231	8	1.689	0.228			1.821				
	232	9	1.661	0.220			1.983				
	233	10	1.661	0.220			2.204				

**VALIDACIÓN DEL MÉTODO PARA JUNIN ESTERO DEL PALMAR**

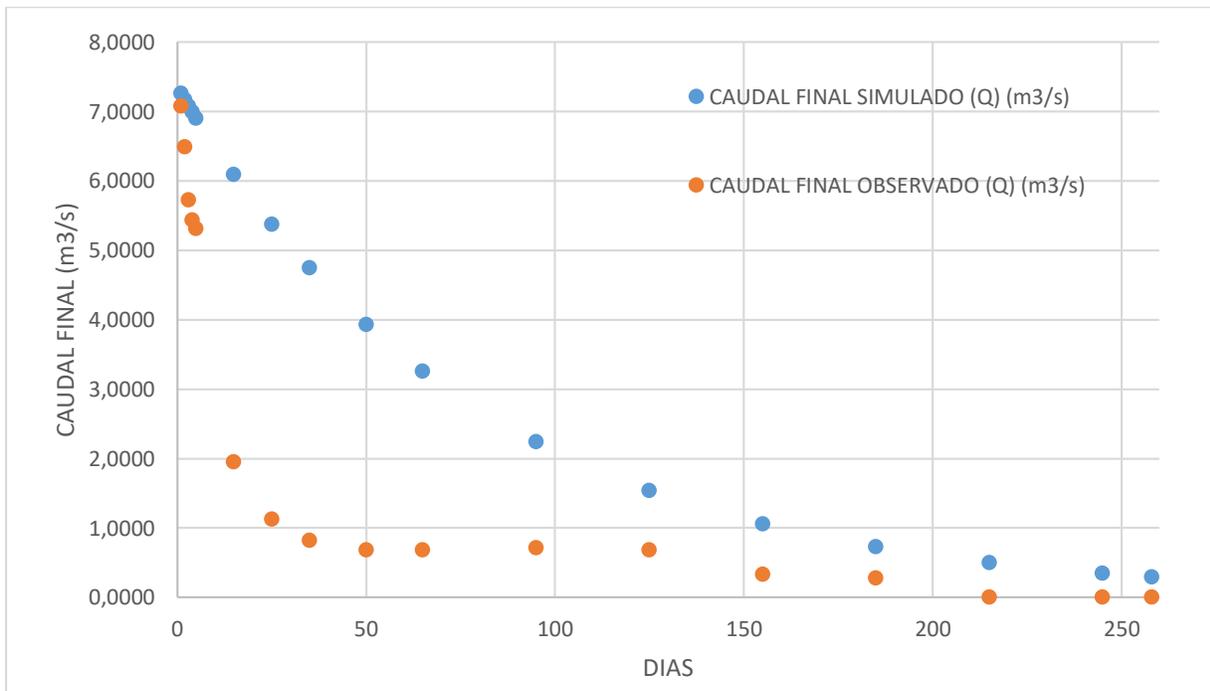
H359 PAJAN EN AGUA FRIA						
AÑO	CAUDAL INICIAL (Q <sub>0</sub> ) (m <sup>3</sup> /s)	CONSTANTE DE RECESION (K)	CAUDAL FINAL OBSERVADO (Q) (m <sup>3</sup> /s)	LOG Q <sub>0</sub>	TIEMPO (T) (DIAS)	CAUDAL FINAL SIMULADO (Q) (m <sup>3</sup> /s)
2007	7.675	0.9876	3.016	0.8851	1	7.5796
	7.675		2.908		2	7.4854
	7.675		2.960		3	7.3923
	7.675		2.600		4	7.3004
	7.675		2.412		5	7.2096
	7.675		2.056		15	6.3618
	7.675		1.437		25	5.6137
	7.675		1.437		35	4.9536
	7.675		1.067		50	4.1060
	7.675		0.834		65	3.4035
	7.675		0.223		95	2.3385
	7.675		0.274		125	1.6067
	7.675		0.314		155	1.1039
	7.675		0.335		185	0.7585
	7.675		0.335		215	0.5211
	7.675		0.335		245	0.3581



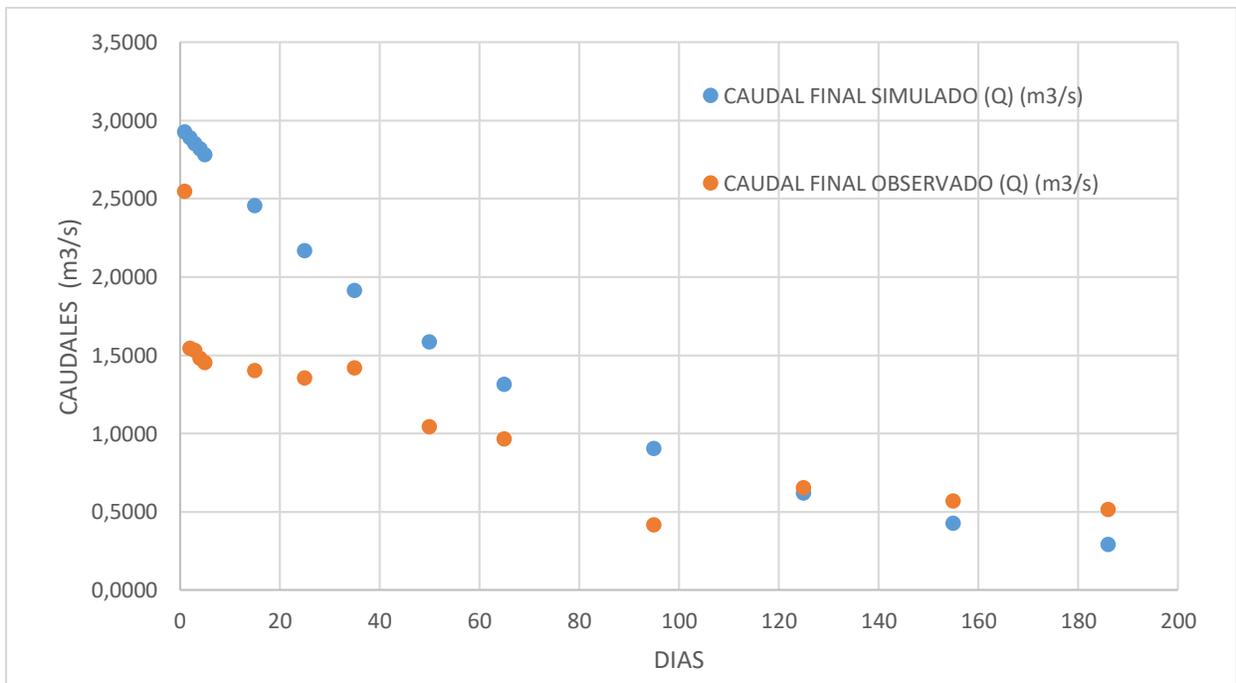
H359 PAJAN EN AGUA FRIA						
AÑO	CAUDAL INICIAL (Qo) (m3/s)	CONSTANTE DE RECESION (K)	CAUDAL FINAL OBSERVADO (Q) (m3/s)	LOG Qo	TIEMPO (T) (DIAS)	CAUDAL FINAL SIMULADO (Q) (m3/s)
2008	10.523	0.9876	8.242	1.0221	1	10.3922
	10.523		7.245		2	10.2630
	10.523		6.157		3	10.1354
	10.523		5.700		4	10.0094
	10.523		5.613		5	9.8849
	10.523		4.271		15	8.7225
	10.523		3.602		25	7.6968
	10.523		2.854		35	6.7917
	10.523		2.315		50	5.6297
	10.523		1.819		65	4.6665
	10.523		1.344		95	3.2062
	10.523		1.118		125	2.2029
	10.523		0.813		155	1.5136
			0.752		185	1.0400
	10.523		0.714		207	0.7897



H359 PAJAN EN AGUA FRIA						
AÑO	CAUDAL INICIAL (Qo) (m3/s)	CONSTANTE DE RECESION (K)	CAUDAL FINAL OBSERVADO (Q) (m3/s)	LOG Qo	TIEMPO (T) (DIAS)	CAUDAL FINAL SIMULADO (Q) (m3/s)
2011	7.350	0.9876	7.077	0.8663	1	7.2586
	7.350		6.486		2	7.1684
	7.350		5.727		3	7.0793
	7.350		5.432		4	6.9913
	7.350		5.316		5	6.9043
	7.350		1.949		15	6.0924
	7.350		1.126		25	5.3760
	7.350		0.816		35	4.7438
	7.350		0.684		50	3.9322
	7.350		0.684		65	3.2594
	7.350		0.715		95	2.2394
	7.350		0.684		125	1.5387
	7.350		0.331		155	1.0572
	7.350		0.275		185	0.7264
	7.350		0.000		215	0.4991
	7.350		0.000		245	0.3429
	7.350		0.000		258	0.2914



H359 PAJAN EN AGUA FRIA						
AÑO	CAUDAL INICIAL (Qo) (m3/s)	CONSTANTE DE RECESION (K)	CAUDAL FINAL OBSERVADO (Q) (m3/s)	LOG Qo	TIEMPO (T) (DIAS)	CAUDAL FINAL SIMULADO (Q) (m3/s)
2012	2.960	0.9876	2.544	0.4713	1	2.9232
	2.960		1.544		2	2.8869
	2.960		1.528		3	2.8510
	2.960		1.477		4	2.8155
	2.960		1.451		5	2.7805
	2.960		1.401		15	2.4536
	2.960		1.353		25	2.1650
	2.960		1.419		35	1.9104
	2.960		1.042		50	1.5836
	2.960		0.963		65	1.3126
	2.960		0.415		95	0.9019
	2.960		0.653		125	0.6197
	2.960		0.566		155	0.4258
	2.960		0.513		186	0.2889





<b>METODOLOGIA APLICADA PARA CAÑAR EN PTO INCA</b>
--

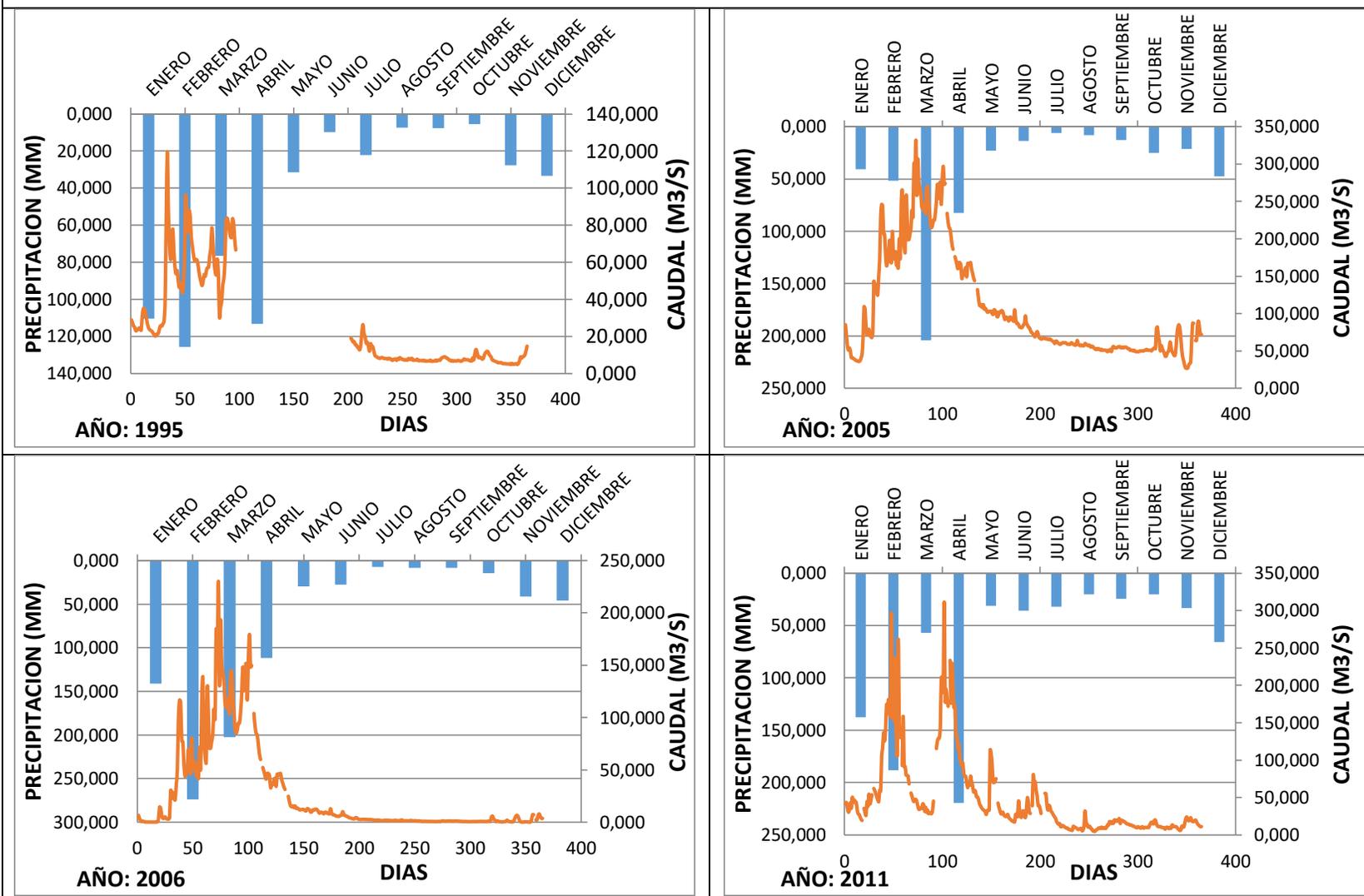
Precipitación ponderadas por medio de los polígonos de Thiessen
---

	Año 91	Año 95	Año 05	Año 06	Año 11
MESES	Prec. (mm)				
ENERO	57.058	110.337	40.589	141.299	137.653
FEBRERO	212.247	125.607	51.814	273.774	188.355
MARZO	95.933	76.521	204.054	202.277	57.039
ABRIL	70.197	113.257	82.272	111.788	219.344
MAYO	63.634	31.559	22.934	29.775	31.154
JUNIO	11.124	9.695	13.856	27.612	35.827
JULIO	10.658	22.235	5.963	7.411	32.075
AGOSTO	28.270	7.441	8.150	8.559	20.356
SEPTIEMBRE	18.284	7.666	12.594	8.423	24.646
OCTUBRE	28.677	5.529	25.141	14.554	20.152
NOVIEMBRE	24.613	27.675	21.274	41.415	33.204
DICIEMBRE	28.463	33.445	47.631	46.131	65.950

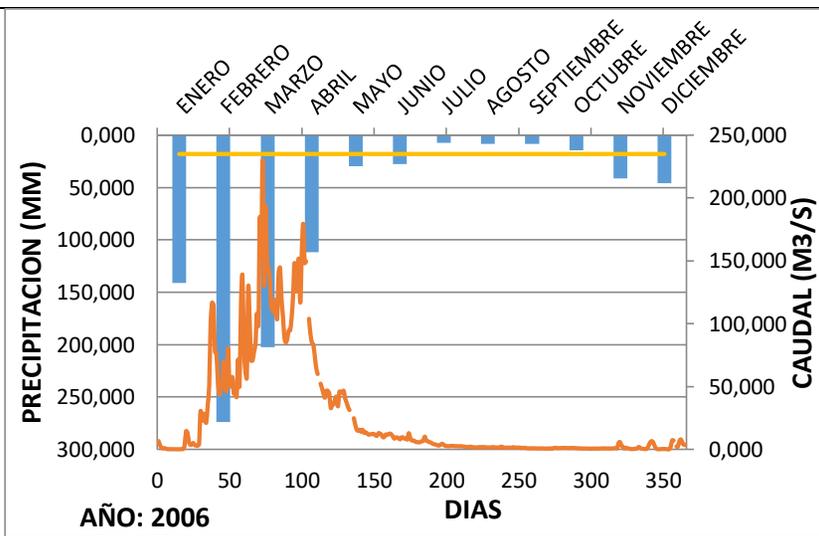
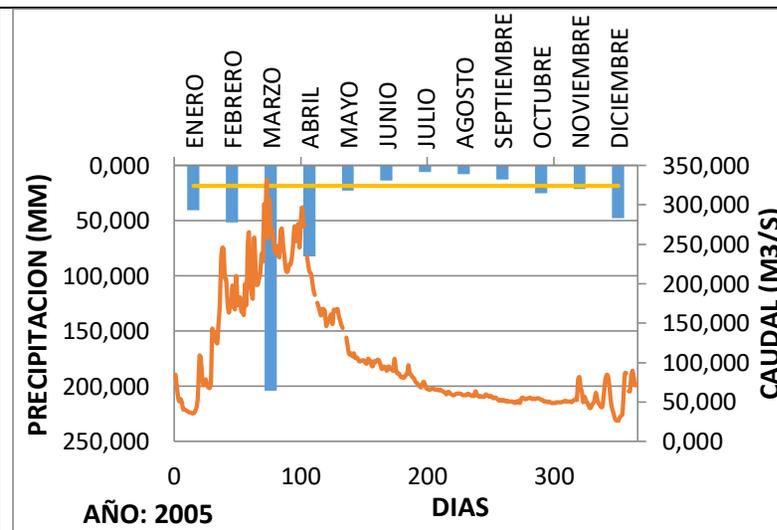
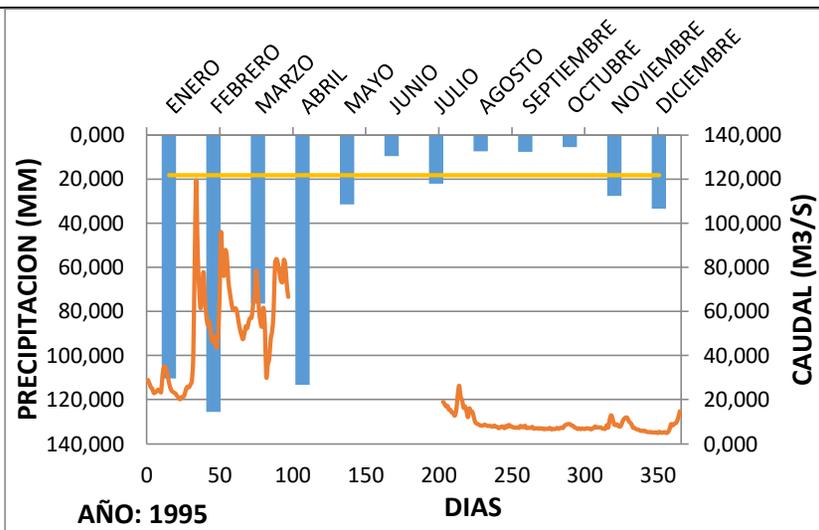
Determinación del umbral
--------------------------

AÑO	MES	UMBRAL	UNIDADES
1991	AGOSTO	28.27	mm/mes
1995	AGOSTO	7.44	mm/mes
2005	JULIO	5.96	mm/mes
2006	JUNIO	27.61	mm/mes
2011	AGOSTO	20.36	mm/mes
2011	OCTUBRE	20.15	mm/mes
<b>PROMEDIO</b>		<b>18.30</b>	mm/mes

MUESTRA DE LOS HIDROGRAMAS VS HIETOGRAMA PARA LA ESTACION DE CAÑAR



MUESTRA DE LOS UMBRALES PARA LA ESTACION DE CAÑAR EN PTO INCA



CALCULO DE LA CONSTANTE DE RECESIÓN (K)

H472 CAÑAR EN EL PTO. INCA													
BLOQUE	DIAS	N DE FLUJO	CAUDAL INICIAL (Qo) (m3/s)	LOG(Qo)	VARIANZA	PROMEDIO	U*yiu	(ni <sup>3</sup> -ni)	0.5*(ni)(ni+1)	0.5*(ni)(ni+1)*yi	Sum1	Log (K)	K
BLOQUE 1	230	1	8.110	0.909	0.00056	0.891	0.909	5814	171	152.320	-1.5270	-0.0058	0.9868310
	231	2	8.502	0.930			1.859						
	232	3	8.450	0.927			2.781						
	233	4	8.103	0.909			3.635						
	234	5	7.963	0.901			4.505						
	235	6	8.044	0.905			5.433						
	236	7	7.771	0.890			6.233						
	237	8	7.696	0.886			7.090						
	238	9	8.165	0.912			8.208						
	239	10	7.694	0.886			8.862						
	240	11	7.618	0.882			9.700						
	241	12	6.953	0.842			10.106						
	242	13	7.304	0.864			11.226						
	243	14	7.697	0.886			12.409						
	244	15	7.667	0.885			13.269						
	245	16	6.961	0.843			13.483						
	246	17	7.971	0.902			15.326						
	247	18	7.509	0.876			15.760						
BLOQUE 2	246	1	0.716	-0.145	0.00271	-0.133	-0.145	5814	171	-22.792	-2.3016		
	247	2	0.879	-0.056			-0.112						
	248	3	0.879	-0.056			-0.168						
	249	4	0.716	-0.145			-0.580						
	250	5	0.643	-0.192			-0.960						



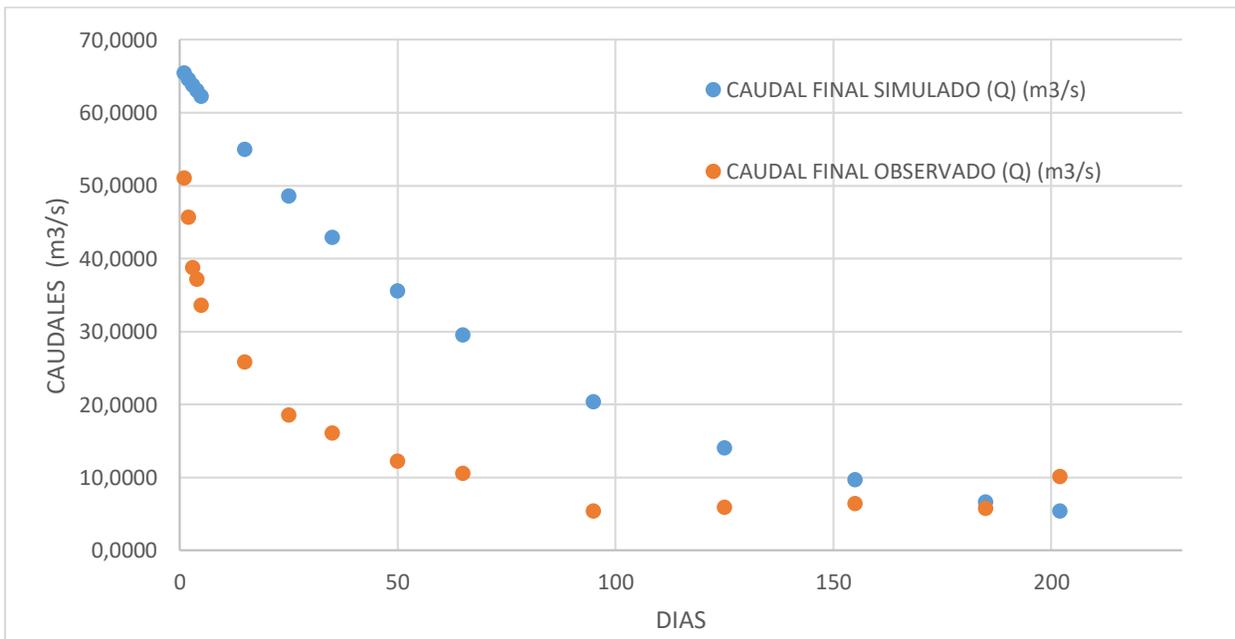
Estimación de flujos bajos en cuencas ecuatorianas

102

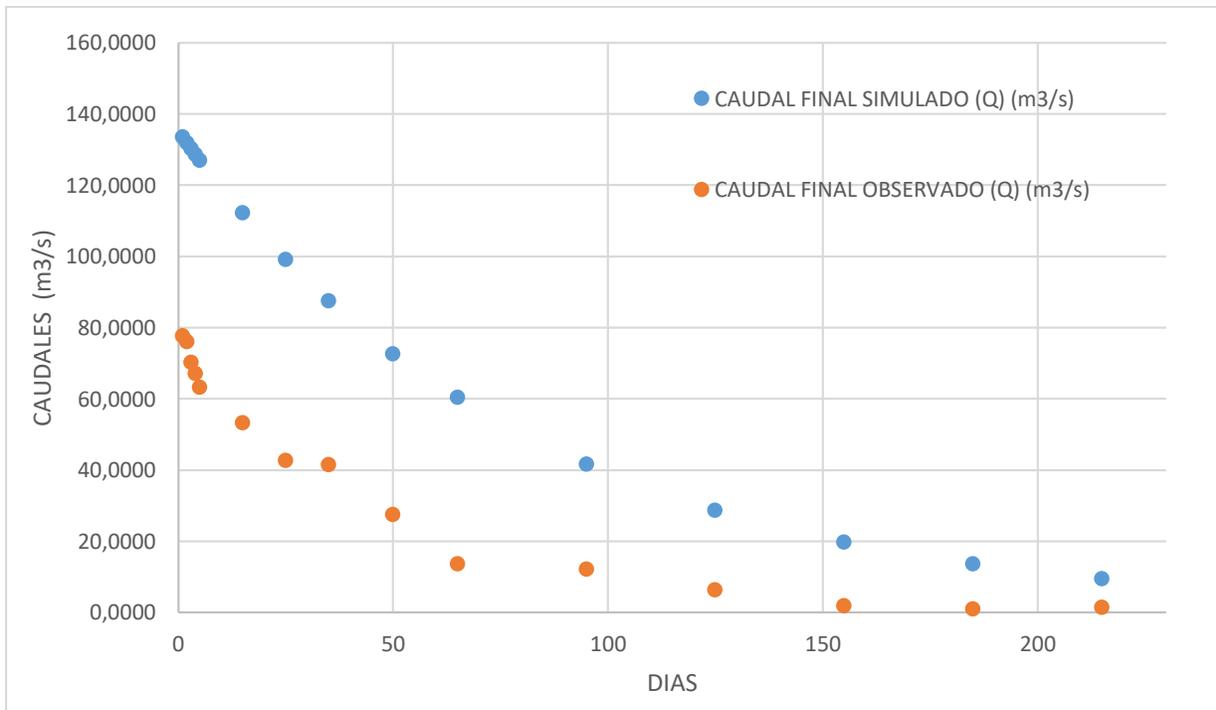
213	15	2.158	0.334		5.010					
214	16	2.015	0.304		4.867					
215	17	1.745	0.242		4.111					
216	18	2.158	0.334		6.011					

**VALIDACIÓN DEL MÉTODO PARA CAÑAR EN PTO INCA**

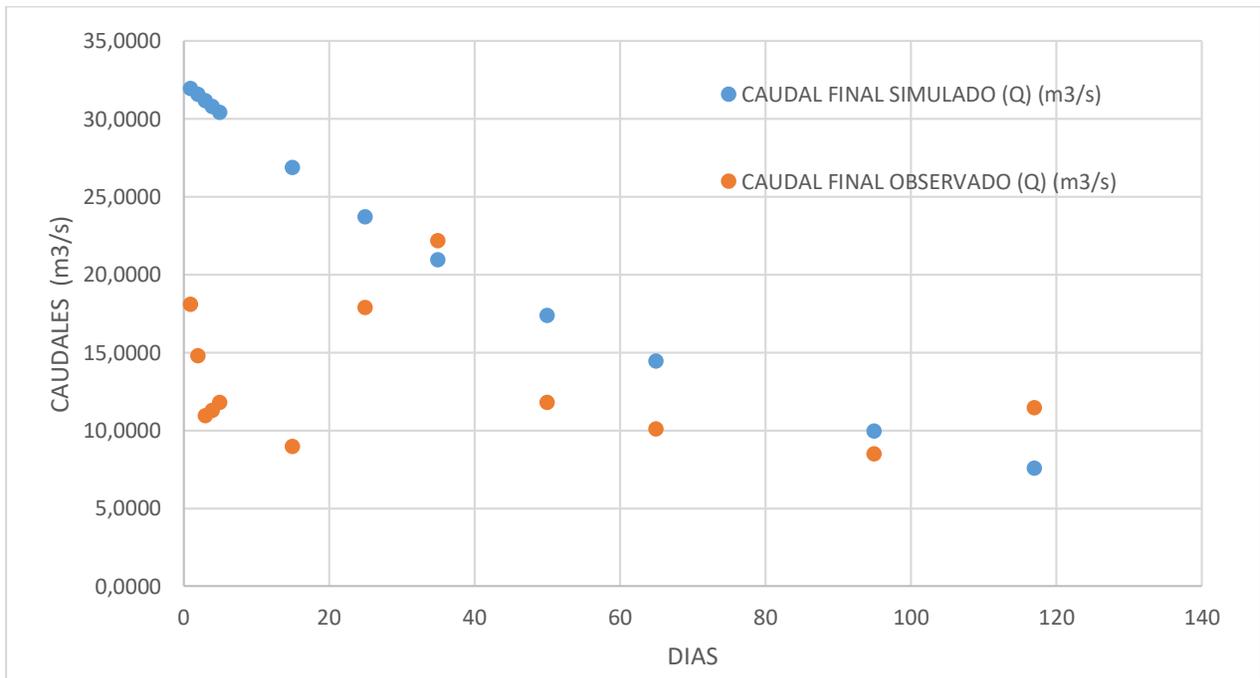
H472 CAÑAR EN PTO. INCA						
AÑO	CAUDAL INICIAL (Q <sub>0</sub> ) (m <sup>3</sup> /s)	CONSTANTE DE RECESION (K)	CAUDAL FINAL OBSERVADO (Q) (m <sup>3</sup> /s)	LOG Q <sub>0</sub>	TIEMPO (T) (DIAS)	CAUDAL FINAL SIMULADO (Q) (m <sup>3</sup> /s)
2009	66.232	0.9877	51.055	1.8211	1	65.4147
	66.232		45.647		2	64.6074
	66.232		38.793		3	63.8101
	66.232		37.158		4	63.0227
	66.232		33.614		5	62.2449
	66.232		25.807		15	54.9764
	66.232		18.543		25	48.5567
	66.232		16.084		35	42.8866
	66.232		12.208		50	35.5983
	66.232		10.549		65	29.5487
	66.232		5.413		95	20.3590
	66.232		5.903		125	14.0273
	66.232		6.401		155	9.6647
	66.232		5.735		185	6.6590
	66.232		10.144		202	5.3918



H472 CAÑAR EN PTO. INCA						
AÑO	CAUDAL INICIAL (Qo) (m3/s)	CONSTANTE DE RECESION (K)	CAUDAL FINAL OBSERVADO (Q) (m3/s)	LOG Qo	TIEMPO (T) (DIAS)	CAUDAL FINAL SIMULADO (Q) (m3/s)
2010	135.106	0.9877	77.620	2.1307	1	133.4387
	135.106		75.938		2	131.7920
	135.106		70.160		3	130.1656
	135.106		66.971		4	128.5593
	135.106		63.087		5	126.9728
	135.106		53.174		15	112.1459
	135.106		42.604		25	99.0503
	135.106		41.365		35	87.4839
	135.106		27.436		50	72.6167
	135.106		13.631		65	60.2761
	135.106		12.152		95	41.5300
	135.106		6.214		125	28.6141
	135.106		1.759		155	19.7150
	135.106		0.973		185	13.5836
	135.106		1.422		215	9.3590



H472 CAÑAR EN PTO. INCA						
AÑO	CAUDAL INICIAL (Qo) (m3/s)	CONSTANTE DE RECESION (K)	CAUDAL FINAL OBSERVADO (Q) (m3/s)	LOG Qo	TIEMPO (T) (DIAS)	CAUDAL FINAL SIMULADO (Q) (m3/s)
2011	32.360	0.9877	18.107	1.5100	1	31.9607
	32.360		14.798		2	31.5662
	32.360		10.930		3	31.1767
	32.360		11.268		4	30.7920
	32.360		11.799		5	30.4120
	32.360		8.954		15	26.8607
	32.360		17.896		25	23.7241
	32.360		22.191		35	20.9538
	32.360		11.793		50	17.3928
	32.360		10.079		65	14.4371
	32.360		8.494		95	9.9471
	32.360		11.441		117	7.5693





<b>METODOLOGIA APLICADA PARA SANTA ROSA EN EL VADO</b>
--

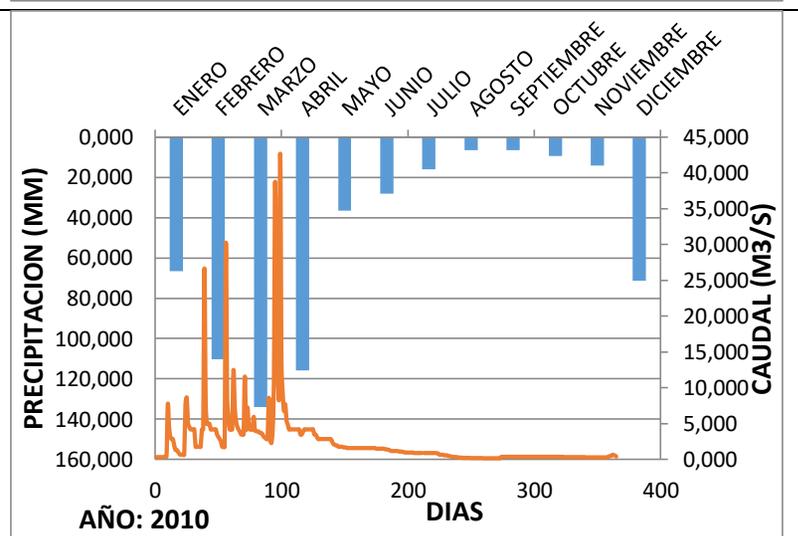
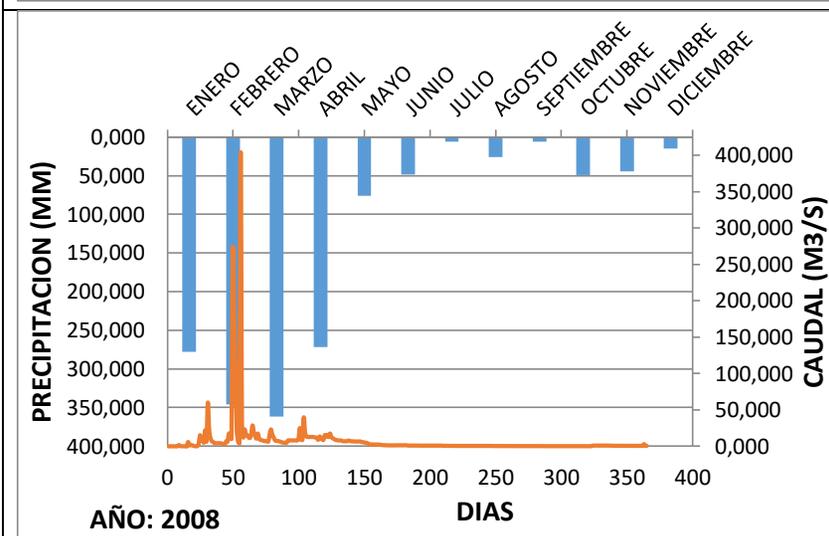
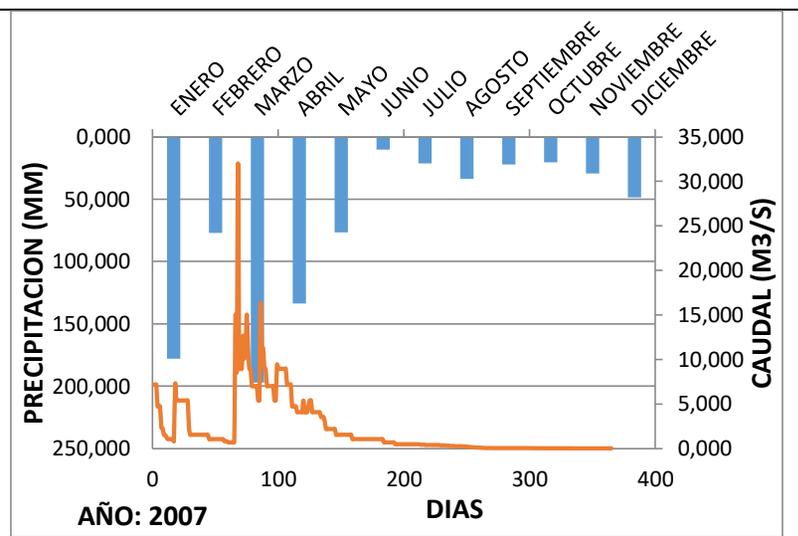
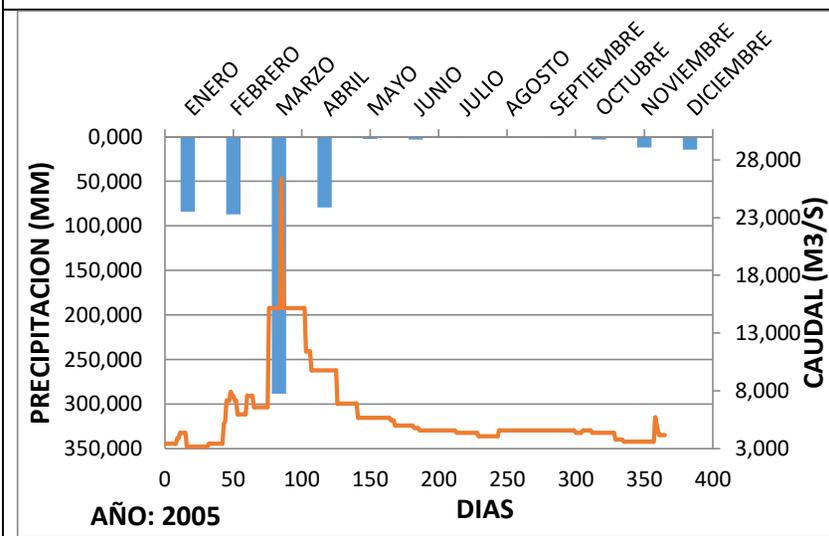
Precipitación ponderadas por medio de los polígonos de Thiessen
---

	Año 92	Año 05	Año 07	Año 08	Año 10
MESES	Prec. (mm)				
ENERO	143.200	83.950	178.100	277.600	66.600
FEBRERO	279.900	87.200	77.200	346.050	110.250
MARZO	412.250	288.750	197.250	361.800	133.950
ABRIL	320.900	79.500	133.600	271.650	115.800
MAYO	158.550	2.250	76.650	75.800	36.600
JUNIO	44.500	3.000	10.300	48.800	28.050
JULIO	6.250	0.350	21.150	6.100	15.900
AGOSTO	8.850	0.050	33.800	25.950	6.550
SEPTIEMBRE	23.650	0.650	22.050	5.650	6.400
OCTUBRE	7.400	3.250	20.550	49.500	9.350
NOVIEMBRE	7.800	11.950	29.350	44.650	14.200
DICIEMBRE	43.850	14.500	48.700	14.950	71.300

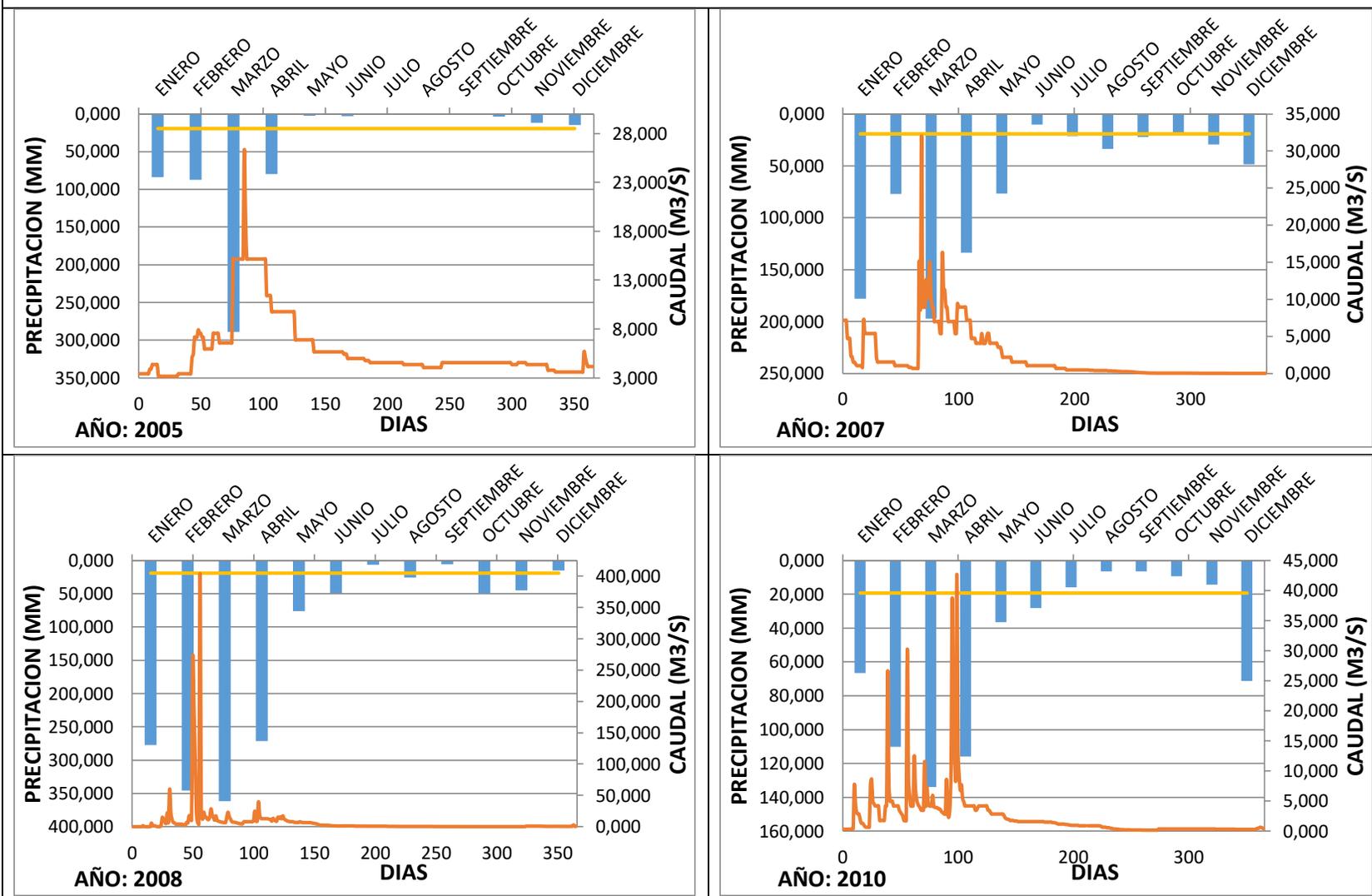
Determinación del umbral
--------------------------

AÑO	MES	UMBRAL	UNIDADES
1992	JUNIO	6.25	mm/mes
2005	MAYO	2.25	mm/mes
2007	JUNIO	10.30	mm/mes
2008	JUNIO	48.80	mm/mes
2010	JUNIO	28.05	mm/mes
<b>PROMEDIO</b>		<b>19.13</b>	mm/mes

MUESTRA DE LOS HIDROGRAMAS VS HIETOGRAMA PARA LA ESTACION DE SANTA ROSA



MUESTRA DE LOS UMBRALES PARA LA ESTACION DE SANTA ROSA EN EL VADO



CALCULO DE LA CONSTANTE DE RECESIÓN (K)

H573 SANTA ROSA EN EL VADO													
BLOQUE	DIAS	N DE FLUJO	CAUDAL INICIAL (Qo) (m3/s)	LOG(Qo)	VARIANZA	PROMEDIO	U* $y_{iu}$	( $n_i^3 - n_i$ )	$0.5*(n_i)(n_i + 1)$	$0.5*(n_i)(n_i + 1)*y_i$	Sum1	Log (K)	K
BLOQUE 1	216	1	0.686	-0.164	0.00120	-0.209	-0.164	336	28	-5.841	-0.4548		
	217	2	0.686	-0.164			-0.327						
	218	3	0.657	-0.182			-0.547						
	219	4	0.599	-0.223			-0.890						
	220	5	0.572	-0.243			-1.213						
	221	6	0.572	-0.243			-1.456						
	222	7	0.572	-0.243			-1.698						
BLOQUE 2	206	1	0.349	-0.457	0.00055	-0.484	-0.457	336	28	-13.557	-0.2837	-0.0139	0.96851
	207	2	0.349	-0.457			-0.914						
	208	3	0.349	-0.457			-1.372						
	209	4	0.313	-0.504			-2.018						
	210	5	0.313	-0.504			-2.522						
	211	6	0.313	-0.504			-3.027						
	212	7	0.313	-0.504			-3.531						
BLOQUE 3	216	1	0.686	-0.164	0.00192	-0.167	-0.164	336	28	-4.673	0.1667		
	217	2	0.686	-0.164			-0.327						
	218	3	0.686	-0.164			-0.491						
	219	4	0.627	-0.203			-0.811						
	220	5	0.627	-0.203			-1.014						
	221	6	0.627	-0.203			-1.216						
	222	7	0.853	-0.069			-0.483						

Estimación de flujos bajos en cuencas ecuatorianas

110

BLOQUE 4	211	1	4.358	0.639	0.00116	0.587	0.639	990	55	32.302	-0.7798
	212	2	4.358	0.639			1.279				
	213	3	4.358	0.639			1.918				
	214	4	3.673	0.565			2.260				
	215	5	3.673	0.565			2.825				
	216	6	3.673	0.565			3.390				
	217	7	3.673	0.565			3.955				
	218	8	3.673	0.565			4.520				
	219	9	3.673	0.565			5.085				
	220	10	3.673	0.565			5.650				
BLOQUE 5	302	1	2.857	0.456	0.00033	0.436	0.456	720	45	19.601	-0.3662
	303	2	2.857	0.456			0.912				
	304	3	2.857	0.456			1.368				
	305	4	2.857	0.456			1.824				
	306	5	2.626	0.419			2.096				
	307	6	2.626	0.419			2.516				
	308	7	2.626	0.419			2.935				
	309	8	2.626	0.419			3.354				
	310	9	2.626	0.419			3.774				
	BLOQUE 6	138	1	6.889			0.838				
139		2	6.889	0.838	1.676						
140		3	6.889	0.838	2.514						
141		4	5.658	0.753	3.011						
142		5	5.658	0.753	3.763						
143		6	5.658	0.753	4.516						
144		7	5.658	0.753	5.269						

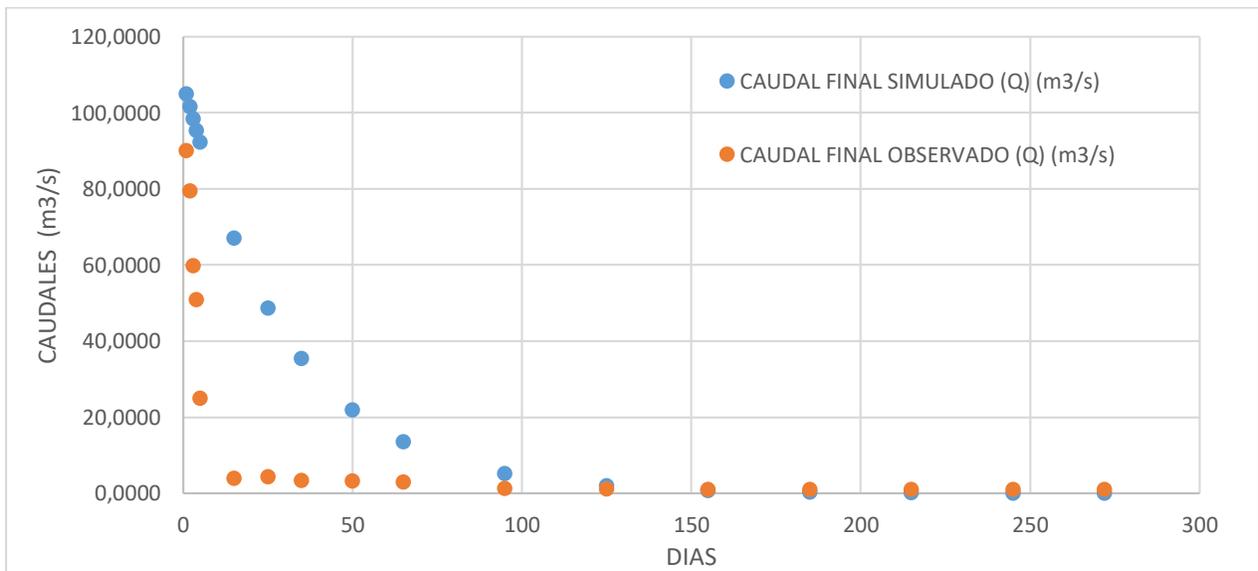
Estimación de flujos bajos en cuencas ecuatorianas

111

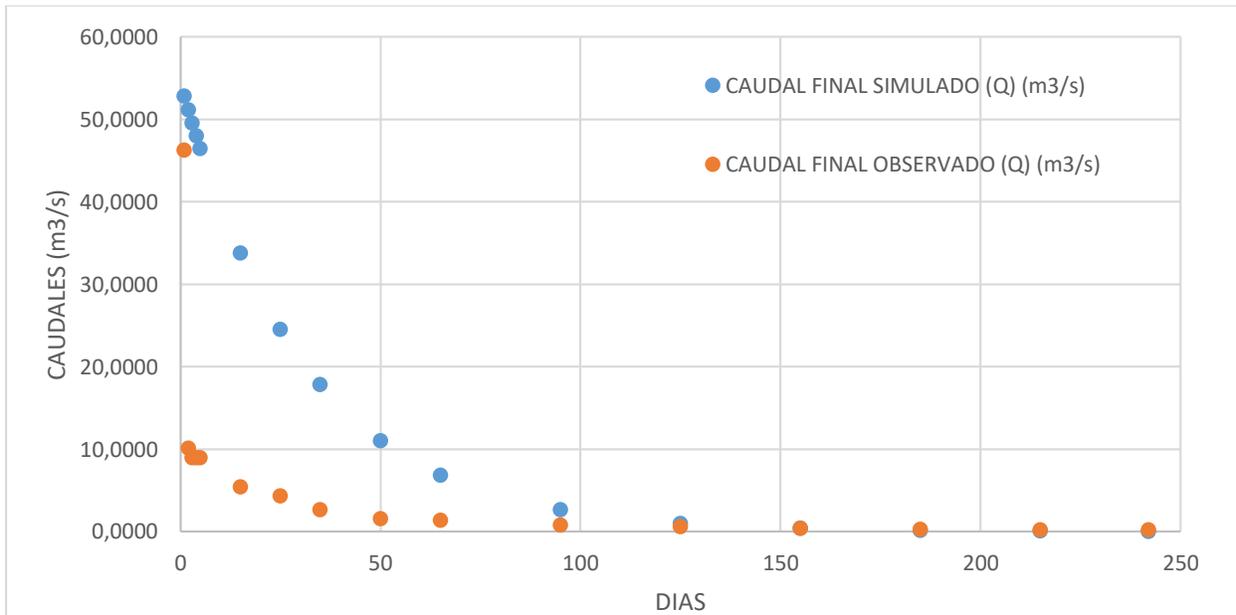
BLOQUE 7	180	1	1.048	0.020	0.00847	-0.072	0.020	504	36	-2.580	-1.4723
	181	2	1.048	0.020			0.041				
	182	3	1.048	0.020			0.061				
	183	4	1.048	0.020			0.081				
	184	5	0.686	-0.164			-0.818				
	185	6	0.686	-0.164			-0.982				
	186	7	0.686	-0.164			-1.146				
	187	8	0.686	-0.164			-1.309				
BLOQUE 8	221	1	0.895	-0.048	0.00392	-0.114	-0.048	336	28	-3.184	-0.8056
	222	2	0.895	-0.048			-0.096				
	223	3	0.863	-0.064			-0.192				
	224	4	0.831	-0.080			-0.322				
	225	5	0.653	-0.185			-0.925				
	226	6	0.653	-0.185			-1.111				
	227	7	0.653	-0.185			-1.296				

**VALIDACIÓN DEL MÉTODO PARA SANTA ROSA EN EL VADO**

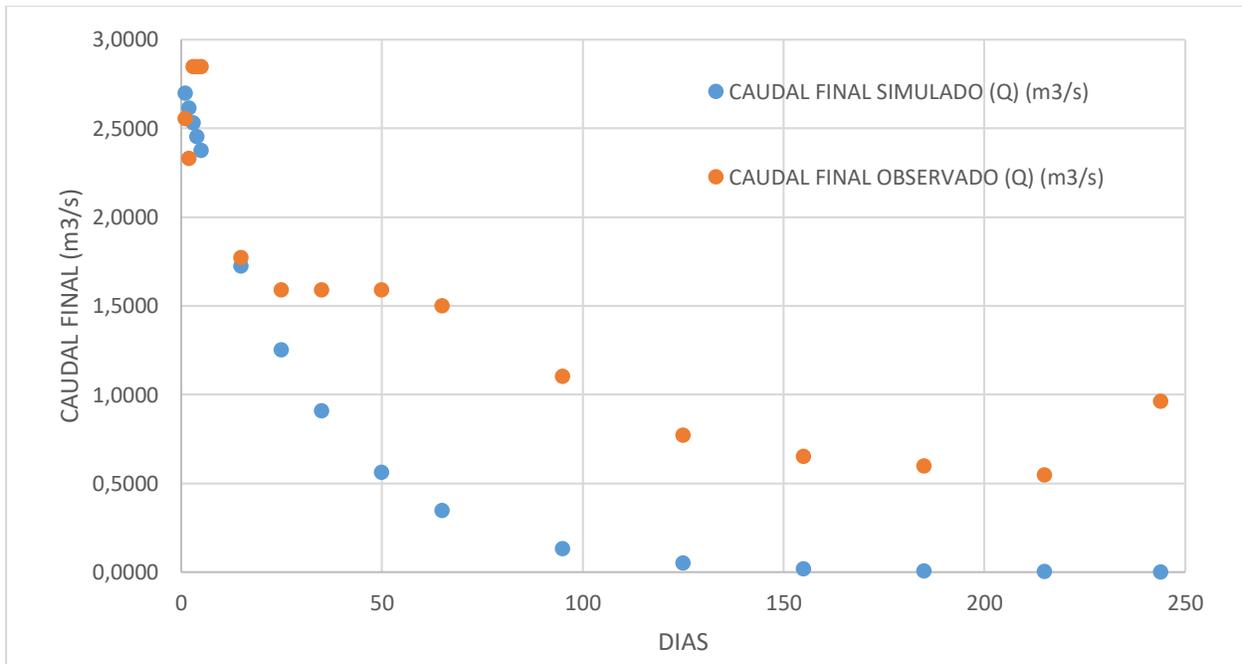
H573 SANTA ROSA EN EL VADO						
AÑO	CAUDAL INICIAL (Qo) (m3/s)	CONSTANTE DE RECESION (K)	CAUDAL FINAL OBSERVADO (Q) (m3/s)	LOG Qo	TIEMPO (T) (DIAS)	CAUDAL FINAL SIMULADO (Q) (m3/s)
1998	108.294	0.9685	90.033	2.0346	1	104.8844
	108.294		79.420		2	101.5820
	108.294		59.798		3	98.3836
	108.294		50.851		4	95.2859
	108.294		24.927		5	92.2857
	108.294		3.852		15	67.0182
	108.294		4.329		25	48.6689
	108.294		3.410		35	35.3436
	108.294		3.243		50	21.8725
	108.294		3.003		65	13.5359
	108.294		1.294		95	5.1840
	108.294		1.103		125	1.9854
	108.294		1.050		155	0.7604
	108.294		0.944		185	0.2912
	108.294		0.944		215	0.1115
	108.294		0.944		245	0.0427
	108.294		0.944		272	0.0180



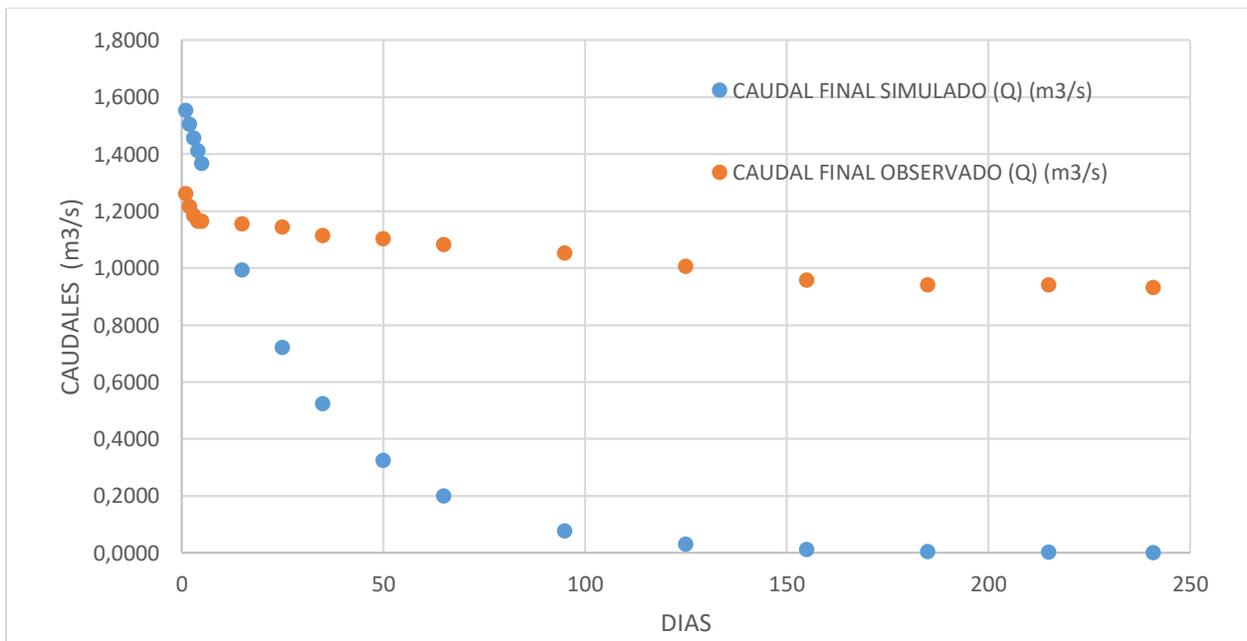
H573 SANTA ROSA EN EL VADO						
AÑO	CAUDAL INICIAL (Q <sub>0</sub> ) (m <sup>3</sup> /s)	CONSTANTE DE RECESION (K)	CAUDAL FINAL OBSERVADO (Q) (m <sup>3</sup> /s)	LOG Q <sub>0</sub>	TIEMPO (T) (DIAS)	CAUDAL FINAL SIMULADO (Q) (m <sup>3</sup> /s)
2009	54.528	0.9685	46.280	1.7366	1	52.8111
	54.528		10.113		2	51.1483
	54.528		8.946		3	49.5379
	54.528		8.946		4	47.9781
	54.528		8.946		5	46.4675
	54.528		5.386		15	33.7449
	54.528		4.314		25	24.5057
	54.528		2.661		35	17.7961
	54.528		1.538		50	11.0132
	54.528		1.325		65	6.8155
	54.528		0.749		95	2.6102
	54.528		0.572		125	0.9997
	54.528		0.387		155	0.3829
	54.528		0.281		185	0.1466
	54.528		0.211		215	0.0562
	54.528		0.198		242	0.0237



H573 SANTA ROSA EN EL VADO						
AÑO	CAUDAL INICIAL (Qo) (m3/s)	CONSTANTE DE RECESION (K)	CAUDAL FINAL OBSERVADO (Q) (m3/s)	LOG Qo	TIEMPO (T) (DIAS)	CAUDAL FINAL SIMULADO (Q) (m3/s)
2012	2.786	0.9685	2.553	0.4450	1	2.6983
	2.786		2.330		2	2.6133
	2.786		2.847		3	2.5310
	2.786		2.847		4	2.4513
	2.786		2.847		5	2.3742
	2.786		1.772		15	1.7241
	2.786		1.589		25	1.2521
	2.786		1.589		35	0.9093
	2.786		1.589		50	0.5627
	2.786		1.501		65	0.3482
	2.786		1.103		95	0.1334
	2.786		0.770		125	0.0511
	2.786		0.653		155	0.0196
	2.786		0.599		185	0.0075
	2.786		0.548		215	0.0029
	2.786		0.962		244	0.0011



H573 SANTA ROSA EN EL VADO						
AÑO	CAUDAL INICIAL (Qo) (m3/s)	CONSTANTE DE RECESION (K)	CAUDAL FINAL OBSERVADO (Q) (m3/s)	LOG Qo	TIEMPO (T) (DIAS)	CAUDAL FINAL SIMULADO (Q) (m3/s)
2013	1.604	0.9685	1.260	0.2052	1	1.5535
	1.604		1.217		2	1.5046
	1.604		1.185		3	1.4572
	1.604		1.164		4	1.4113
	1.604		1.164		5	1.3669
	1.604		1.154		15	0.9926
	1.604		1.144		25	0.7209
	1.604		1.113		35	0.5235
	1.604		1.103		50	0.3240
	1.604		1.083		65	0.2005
	1.604		1.053		95	0.0768
	1.604		1.005		125	0.0294
	1.604		0.958		155	0.0113
	1.604		0.940		185	0.0043
	1.604		0.940		215	0.0017
	1.604		0.931		241	0.0007





<b>METODOLOGIA APLICADA PARA ARENILLAS EN ARENILLAS</b>
---

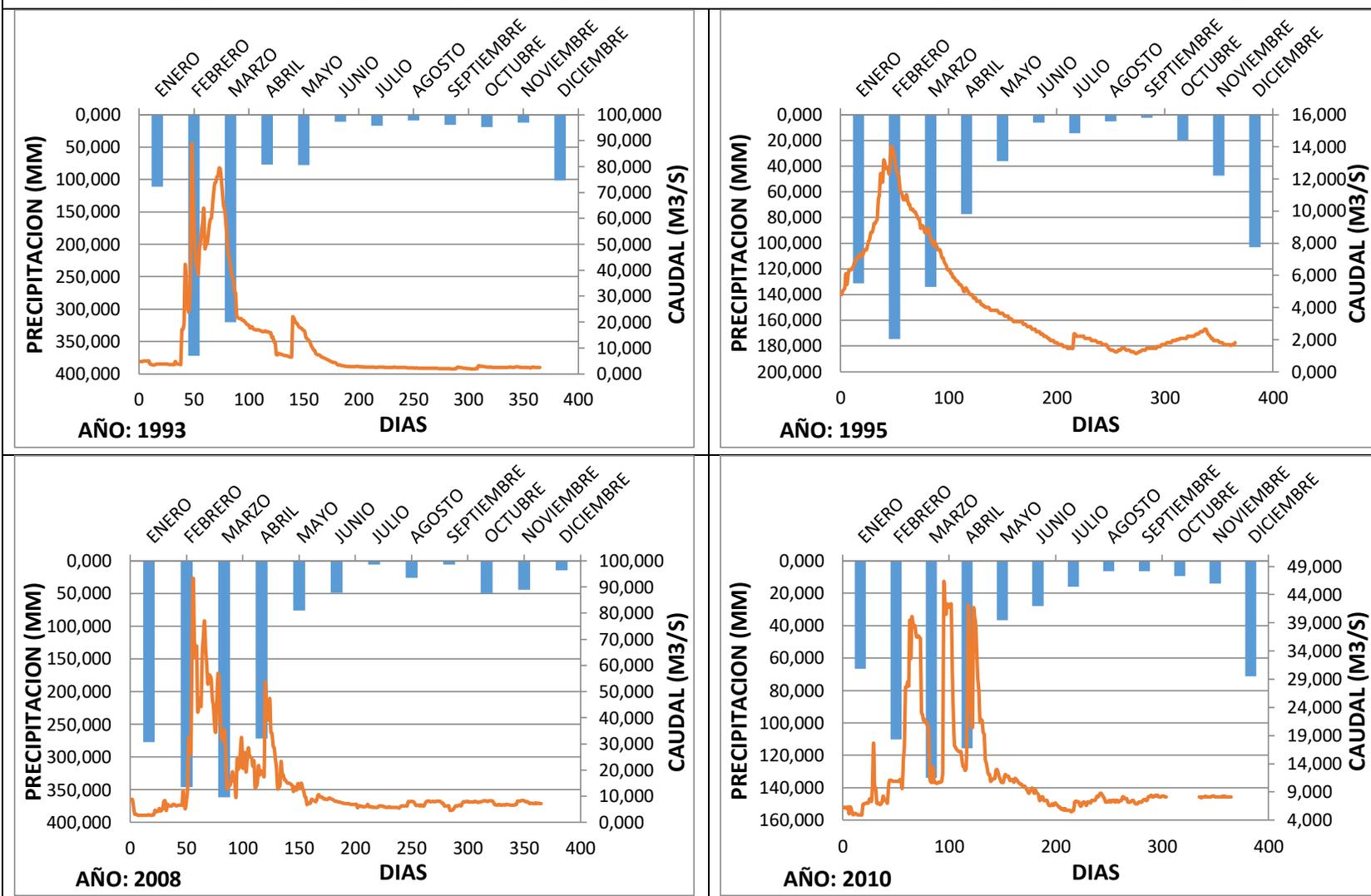
Precipitación ponderadas por medio de los polígonos de Thiessen
---

	Año 92	Año 93	Año 95	Año 08	Año 10
MESES	Prec. (mm)				
ENERO	143.200	110.850	131.350	277.600	66.600
FEBRERO	279.900	371.650	174.600	346.050	110.250
MARZO	412.250	319.950	133.900	361.800	133.950
ABRIL	320.900	76.800	77.400	271.650	115.800
MAYO	158.550	77.550	36.000	75.800	36.600
JUNIO	44.500	10.650	6.050	48.800	28.050
JULIO	6.250	16.800	14.450	6.100	15.900
AGOSTO	8.850	8.900	5.150	25.950	6.550
SEPTIEMBRE	23.650	15.400	2.350	5.650	6.400
OCTUBRE	7.400	19.000	20.050	49.500	9.350
NOVIEMBRE	7.800	12.050	47.300	44.650	14.200
DICIEMBRE	43.850	101.600	102.950	14.950	71.300

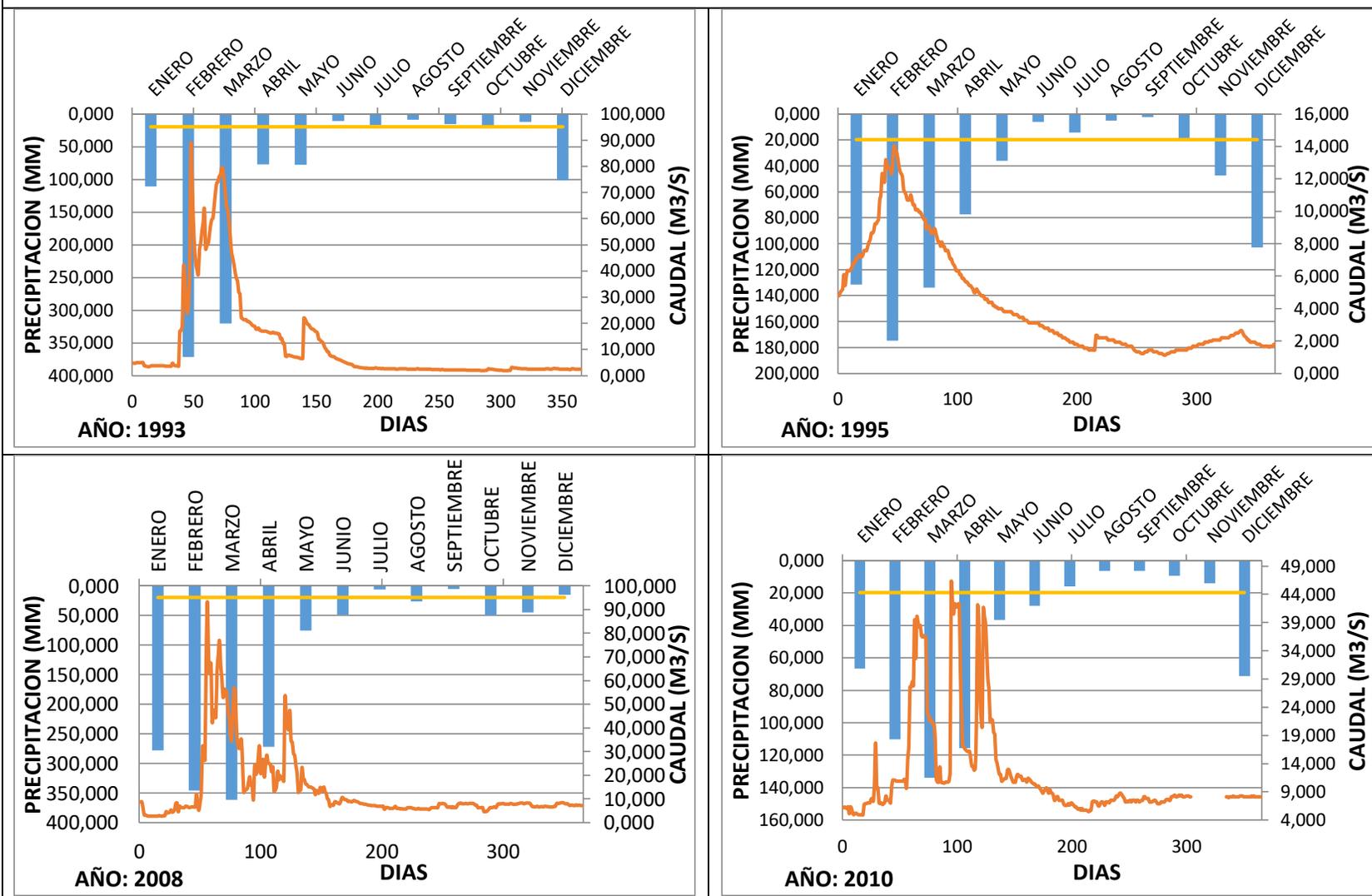
Determinación del umbral
--------------------------

AÑO	MES	UMBRAL	UNIDADES
1992	JULIO	6.25	mm/mes
1993	JUNIO	10.65	mm/mes
1995	AGOSTO	5.15	mm/mes
2008	JUNIO	48.80	mm/mes
2010	JUNIO	28.05	mm/mes
<b>PROMEDIO</b>		<b>19.78</b>	mm/mes

MUESTRA DE LOS HIDROGRAMAS VS HIETOGRAMA PARA LA ESTACION DE ARENILLAS



MUESTRA DE LOS UMBRALES PARA LA ESTACION DE ARENILLAS EN ARENILLAS



CALCULO DE LA CONSTANTE DE RECESIÓN (K)

H574 ARENILLAS EN ARENILLAS													
BLOQUE	DIAS	N DE FLUJO	CAUDAL INICIAL (Q <sub>0</sub> ) (m <sup>3</sup> /s)	LOG(Q <sub>0</sub> )	VARIANZA	PROMEDIO	U* <i>y</i> <sub>iu</sub>	(ni <sup>3</sup> -ni)	0.5*(ni)(ni+1)	0.5*(ni)(ni+1)* <i>y</i> <sub>i</sub>	Sum1	Log (K)	K
BLOQUE 1	211	1	6.891	0.838	0.00057	0.776	0.838	720	45	34.912	-0.4316		
	212	2	6.021	0.780			1.559						
	213	3	6.021	0.780			2.339						
	214	4	6.021	0.780			3.119						
	215	5	5.740	0.759			3.795						
	216	6	5.880	0.769			4.616						
	217	7	5.740	0.759			5.312						
	218	8	5.740	0.759			6.071						
	219	9	5.740	0.759			6.830						
BLOQUE 2	272	1	8.103	0.909	0.00181	0.873	0.909	720	45	39.285	-0.8914	-0.0074	0.9831
	273	2	8.103	0.909			1.817						
	274	3	8.103	0.909			2.726						
	275	4	8.103	0.909			3.635						
	276	5	7.794	0.892			4.459						
	277	6	7.338	0.866			5.193						
	278	7	7.338	0.866			6.059						
	279	8	6.306	0.800			6.398						
	280	9	6.306	0.800			7.198						
BLOQUE 3	350	1	8.260	0.917	0.00046	0.882	0.917	720	45	39.684	-0.4592		
	351	2	7.949	0.900			1.801						
	352	3	7.949	0.900			2.701						
	353	4	7.949	0.900			3.601						

Estimación de flujos bajos en cuencas ecuatorianas

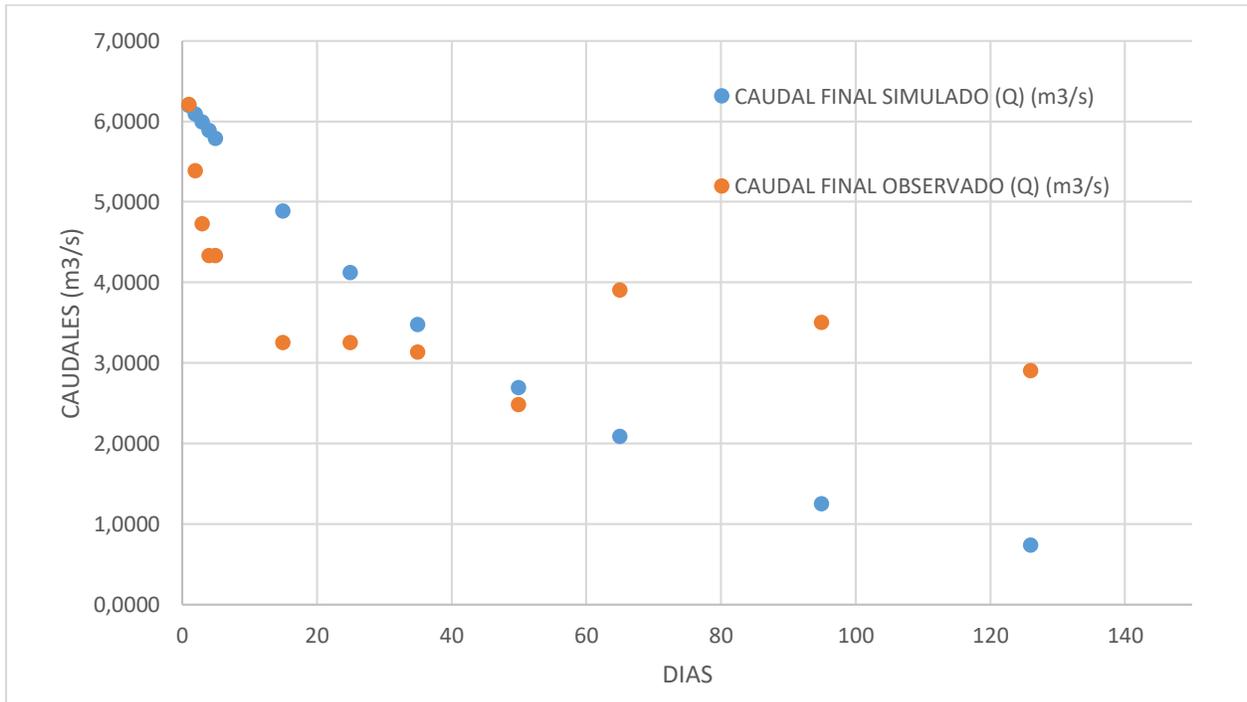
	354	5	7.491	0.875			4.373					
	355	6	7.187	0.857			5.139					
	356	7	7.338	0.866			6.059					
	357	8	7.338	0.866			6.925					
	358	9	7.187	0.857			7.709					
BLOQUE 4	219	1	3.278	0.516	0.00034	0.491	0.516	720	45	22.110	-0.4169	
	220	2	3.278	0.516			1.031					
	221	3	3.194	0.504			1.513					
	222	4	3.110	0.493			1.971					
	223	5	3.110	0.493			2.464					
	224	6	3.110	0.493			2.957					
	225	7	3.029	0.481			3.369					
	226	8	2.947	0.469			3.755					
	227	9	2.868	0.458			4.118					
BLOQUE 5	306	1	3.278	0.516	0.00006	0.496	0.516	504	36	17.842	-0.0800	
	307	2	3.110	0.493			0.986					
	308	3	3.110	0.493			1.478					
	309	4	3.110	0.493			1.971					
	310	5	3.110	0.493			2.464					
	311	6	3.110	0.493			2.957					
	312	7	3.110	0.493			3.449					
	313	8	3.110	0.493			3.942					
BLOQUE 6	211	1	2.634	0.421	0.00011	0.414	0.421	720	45	18.610	-0.0506	
	212	2	2.634	0.421			0.841					
	213	3	2.634	0.421			1.262					
	214	4	2.634	0.421			1.682					
	215	5	2.484	0.395			1.976					

Estimación de flujos bajos en cuencas ecuatorianas

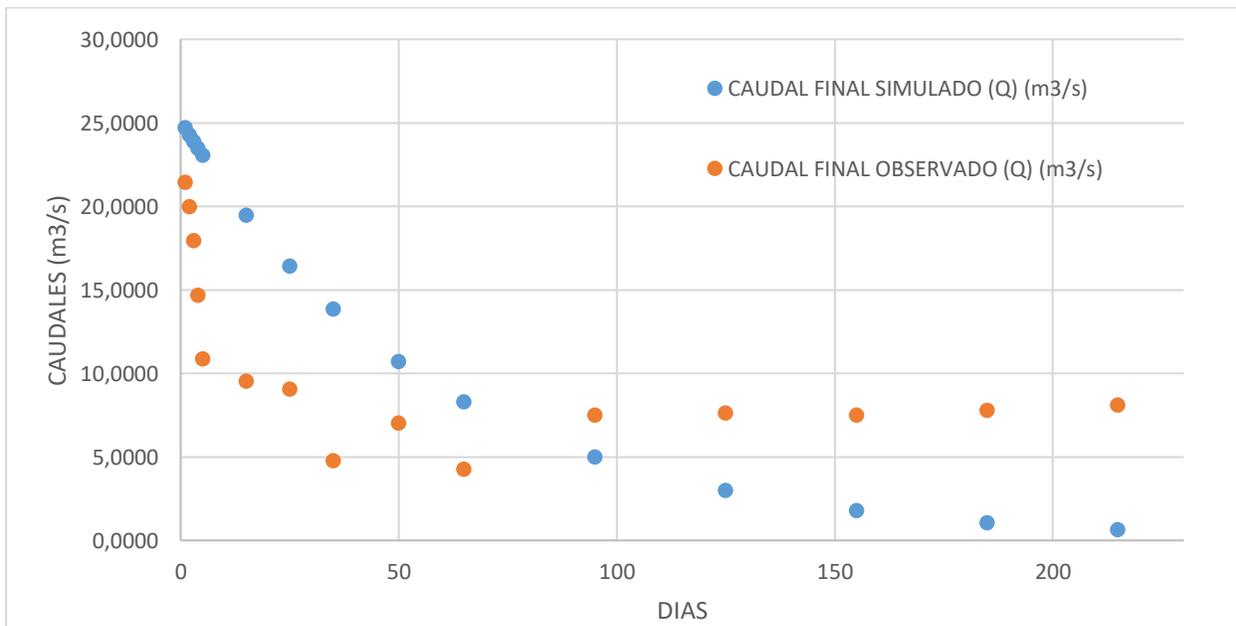
	216	6	2.484	0.395			2.371					
	217	7	2.559	0.408			2.856					
	218	8	2.634	0.421			3.365					
	219	9	2.634	0.421			3.786					
BLOQUE 7	309	1	3.110	0.493	0.00057	0.460	0.493	720	45	20.690	-0.5397	
	310	2	3.110	0.493			0.986					
	311	3	2.947	0.469			1.408					
	312	4	2.947	0.469			1.878					
	313	5	2.947	0.469			2.347					
	314	6	2.788	0.445			2.672					
	315	7	2.788	0.445			3.117					
	316	8	2.711	0.433			3.465					
	317	9	2.634	0.421			3.786					
BLOQUE 8	185	1	2.338	0.369	0.00044	0.343	0.369	720	45	15.440	-0.4662	
	186	2	2.338	0.369			0.738					
	187	3	2.338	0.369			1.107					
	188	4	2.197	0.342			1.367					
	189	5	2.197	0.342			1.709					
	190	6	2.197	0.342			2.051					
	191	7	2.129	0.328			2.297					
	192	8	2.060	0.314			2.511					
	193	9	2.060	0.314			2.825					
BLOQUE 9	219	1	7.338	0.866	0.00050	0.846	0.866	210	21	17.757	-0.2092	
	220	2	7.338	0.866			1.731					
	221	3	7.188	0.857			2.570					
	222	4	7.188	0.857			3.426					
	223	5	6.596	0.819			4.096					
	224	6	6.452	0.810			4.858					

**VALIDACIÓN DEL MÉTODO PARA SANTA ROSA EN EL VADO**

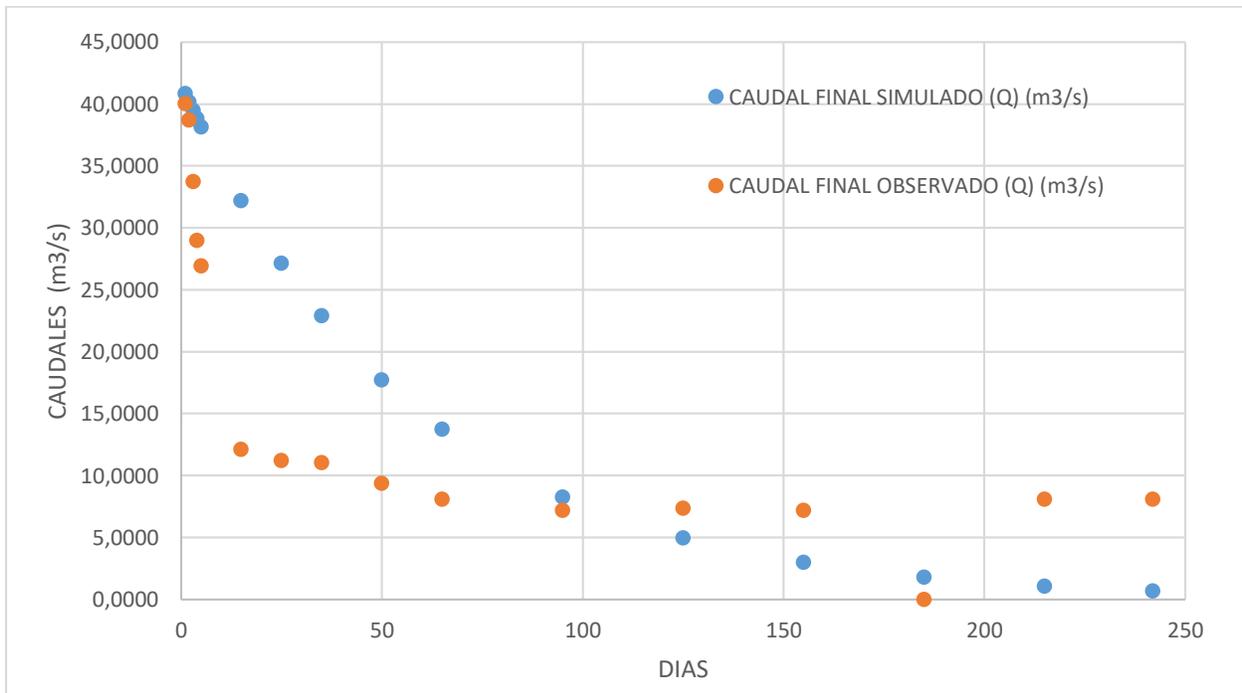
H574 ARENILLAS EN ARENILLAS						
AÑO	CAUDAL INICIAL (Q <sub>0</sub> ) (m <sup>3</sup> /s)	CONSTANTE DE RECESION (K)	CAUDAL FINAL OBSERVADO (Q) (m <sup>3</sup> /s)	LOG Q <sub>0</sub>	TIEMPO (T) (DIAS)	CAUDAL FINAL SIMULADO (Q) (m <sup>3</sup> /s)
1998	6.303	0.9831	6.205	0.7995	1	6.1966
	6.303		5.385		2	6.0920
	6.303		4.728		3	5.9892
	6.303		4.332		4	5.8881
	6.303		4.332		5	5.7888
	6.303		3.255		15	4.8827
	6.303		3.255		25	4.1185
	6.303		3.136		35	3.4739
	6.303		2.484		50	2.6911
	6.303		3.902		65	2.0847
	6.303		3.504		95	1.2510
	6.303		2.906		126	0.7381



H574 ARENILLAS EN ARENILLAS						
AÑO	CAUDAL INICIAL (Q <sub>0</sub> ) (m <sup>3</sup> /s)	CONSTANTE DE RECESION (K)	CAUDAL FINAL OBSERVADO (Q) (m <sup>3</sup> /s)	LOG Q <sub>0</sub>	TIEMPO (T) (DIAS)	CAUDAL FINAL SIMULADO (Q) (m <sup>3</sup> /s)
2009	25.114	0.9831	21.428	1.3999	1	24.6901
	25.114		19.965		2	24.2734
	25.114		17.936		3	23.8638
	25.114		14.665		4	23.4610
	25.114		10.879		5	23.0650
	25.114		9.541		15	19.4550
	25.114		9.053		25	16.4099
	25.114		4.790		35	13.8415
	25.114		7.038		50	10.7225
	25.114		4.272		65	8.3064
	25.114		7.489		95	4.9847
	25.114		7.641		125	2.9914
	25.114		7.489		155	1.7951
	25.114		7.794		185	1.0773
	25.114		8.103		215	0.6465
25.114	8.103	241	0.4153			



H574 ARENILLAS EN ARENILLAS						
AÑO	CAUDAL INICIAL (Q <sub>0</sub> ) (m <sup>3</sup> /s)	CONSTANTE DE RECESION (K)	CAUDAL FINAL OBSERVADO (Q) (m <sup>3</sup> /s)	LOG Q <sub>0</sub>	TIEMPO (T) (DIAS)	CAUDAL FINAL SIMULADO (Q) (m <sup>3</sup> /s)
2010	41.547	0.9831	40.006	1.6185	1	40.8458
	41.547		38.716		2	40.1564
	41.547		33.732		3	39.4787
	41.547		28.975		4	38.8124
	41.547		26.910		5	38.1573
	41.547		12.092		15	32.1850
	41.547		11.226		25	27.1475
	41.547		11.048		35	22.8985
	41.547		9.376		50	17.7387
	41.547		8.102		65	13.7416
	41.547		7.188		95	8.2464
	41.547		7.338		125	4.9487
	41.547		7.188		155	2.9698
	41.547		0.000		185	1.7822
	41.547		8.102		215	1.0695
	41.547		8.102		242	0.6754



H574 ARENILLAS EN ARENILLAS						
AÑO	CAUDAL INICIAL (Qo) (m3/s)	CONSTANTE DE RECESION (K)	CAUDAL FINAL OBSERVADO (Q) (m3/s)	LOG Qo	TIEMPO (T) (DIAS)	CAUDAL FINAL SIMULADO (Q) (m3/s)
2002	7.893	0.9831	4.795	0.8972	1	7.7598
	7.893		4.795		2	7.6288
	7.893		4.958		3	7.5001
	7.893		4.958		4	7.3735
	7.893		5.041		5	7.2490
	7.893		4.958		15	6.1144
	7.893		5.124		25	5.1574
	7.893		4.958		35	4.3502
	7.893		4.958		50	3.3700
	7.893		4.958		65	2.6106
	7.893		4.716		95	1.5666
	7.893		4.332		125	0.9401
	7.893		4.637		155	0.5642
	7.893		4.483		185	0.3386
	7.893		4.042		215	0.2032
	7.893		3.902		229	0.1601

